

DIN EN 15378

ICS 91.140.10

**Heizungssysteme in Gebäuden –
Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen;
Deutsche Fassung EN 15378:2007**

Heating systems in buildings –
Inspection of boilers and heating systems;
German version EN 15378:2007

Systèmes de chauffage dans les bâtiments –
Inspection des chaudières et des systèmes de chauffage;
Version allemande EN 15378:2007

Gesamtumfang 129 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15378:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungssysteme in Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS (Dänemark) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der AA 041-01-58 im Normenausschusses Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Der Text dieses Dokuments enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheiten Nm^3 und stm^3 als Masseeinheiten für Brennstoffe sowie die Einheit ppm, wobei ppm ein Zahlenwert ist: 10^{-6} l/l. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

Die nationalen Anhänge NA, NB und NC beschreiben die in Deutschland anwendbaren Verfahren zur einmaligen und wiederkehrenden Inspektion von Heizungsanlagen. Wie in der EN 15378 „Heizungsanlagen in Gebäuden – Inspektion von Heizkesseln und Heizungsanlagen“ direkt autorisiert, dürfen derartige nationale Festlegungen in Nationalen Anhängen beschrieben werden. Sie wurden als E DIN 4792 als Entwurf der Öffentlichkeit vorgelegt.

Anhang NA (normativ)

Nationale Festlegungen zur Anwendung der EN 15378

NA.1 Grundsätzliche Erläuterungen zu den Nationalen Anhängen

Die nationalen Anhänge NA, NB und NC zur EN 15378 wurden im nationalen Spiegelausschuss zum Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen in Gebäuden“ im NHRs, dem NA 041-01-58 AA, erarbeitet.

Es wird darauf hingewiesen, dass EG-Richtlinien, die als nationale gesetzliche Bestimmungen übernommen wurden, zu beachten sind. Die Umsetzung der in diesem Dokument erwähnten Europäischen Normen kann durch bestehende nationale Vorschriften mit oder ohne Verweisungen auf nationale Normen vorläufig eingeschränkt werden.

Für Deutschland bedeutet dies, dass die EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) im Wesentlichen durch die Energie-Einsparverordnung (EnEV), Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) und die Kehr- und Überprüfungsordnungen der Länder umgesetzt ist. Die EnEV nimmt datierte nationale und Europäische Normen und Vornormen in Bezug, die für die Umsetzung in Deutschland festgelegt wurden. Der Zusammenhang mit den in Deutschland verwendeten nationalen Inspektionsverfahren wird in diesem Nationalen Anhang NA dargelegt.

NA.2 Anwendungsbereich

Dieser Nationale Anhang NA gilt nur in Verbindung mit EN 15378 und legt den Umfang und die Periodizität der energetischen Inspektionen von Wärmeerzeugern und Heizungsanlagen fest, wie sie im Rahmen der EPBD behandelt werden.

Als Inspektion im Sinne dieses Nationalen Anhangs wird die qualitative und/oder quantitative Erfassung und Beurteilung der Energieeffizienz der Heizungsanlage oder deren Komponenten verstanden mit dem Ziel, Maßnahmen zur Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung der energetischen Qualität der Heizungsanlagen bzw. dieser Komponenten abzuleiten.

Die Inspektion als Teil der Maßnahmen zur Instandhaltung einer Heizungsanlage oder deren Komponenten, (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) ist **nicht** Gegenstand dieses Nationalen Anhangs. Die Angaben dieses Nationalen Anhangs ersetzen nicht die Auslegung einer Heizungsanlage oder deren Komponenten.

Dieses Dokument gilt für alle Heizungsanlagen in Wohn- und Nichtwohngebäuden mit einer Nennwärmeleistung ab 4 kW.

NA.3 Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Nationalen Anhangs erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN 303-1:2003-12, *Heizkessel – Teil 1: Heizkessel mit Gebläsebrenner; Begriffe, Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung (enthält Änderung A1:2003); Deutsche Fassung EN 303-1:1999+A1:2003*

NA.4 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

NA 4.1

Heizkessel

Wärmeerzeuger für die Wärmeversorgung von Heizungsanlagen und Warmwasserversorgungsanlagen, bei dem die Wärmeerzeugung durch Verbrennung erfolgt

NA 4.2

Wärmeerzeuger

Einrichtung, mit der zugeführte Energie in nutzbare Wärme umgeformt wird

NA 4.3

Nennwärmeleistung

vom Hersteller festgelegte Dauerleistung, entsprechend der höchsten stündlich an den Wärmeträger nutzbar abgegebenen Wärmemenge

[DIN EN 303-1:2003-12]

NA 4.4

Feuerungsleistung

Wärmeleistung, die der Feuerung des Heizkessels mit dem Brennstoff zugeführt wird, wobei der untere Heizwert H_i zugrunde gelegt wird

[DIN EN 303-1:2003-12]

NA 4.5

Heizlast

Wärmeleistung eines Raumes bzw. eines Gebäudes, die unter genormten Auslegungsbedingungen benötigt wird, um sicherzustellen, dass die erforderliche festgelegte Innentemperatur erreicht wird

NA.5 Allgemeines

NA.5.1 Inspektionsarten

NA.5.1.1 Einleitung

Die Inspektionen der Heizungsanlage im Sinne dieses Dokuments wird in wiederkehrende Inspektionen (Inspektionsverfahren Wärmeerzeuger) und eine einmalige Inspektion (Inspektionsverfahren für Heizungsanlage) aufgeteilt.

NA.5.1.2 Wiederkehrende Inspektionen

Wiederkehrende Inspektionen beziehen sich ausschließlich auf den Wärmeerzeuger. Sie haben das Ziel einer Überprüfung der energetischen Effizienz des Wärmeerzeugers. Die Trinkwassererwärmung ist nicht Gegenstand der wiederkehrenden Inspektionen.

Die technischen Verfahren der wiederkehrenden Inspektion von Wärmeerzeugern werden:

- in der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) als Durchführungsverordnung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und
- in den bundesländerspezifischen Kehr- und Überprüfungsordnungen (KÜO)

geregelt.

Eine Zusammenstellung des Umfangs und der Frequenz dieser Inspektionen wird in Abschnitt NA.6 angegeben.

NA.5.1.3 Einmalige Inspektion

Die einmalige Inspektion ist umfangreicher als die wiederkehrenden Inspektionen und umfasst die gesamten Heizungs- und gegebenenfalls Trinkwassererwärmungsanlagen. Diese Inspektion hat das Ziel, das Energieeinsparpotential der Anlagentechnik überschlägig zu ermitteln und hieraus sinnvolle Alternativen zur Verbesserung der Energieeffizienz der Anlage abzuleiten. Die EPBD sieht für alle Heizungsanlagen in Gebäuden, deren Heizkessel älter als 15 Jahre sind, eine einmalige Inspektion der Heizungsanlage vor. Darüber hinaus sind die Festlegungen dieses Nationalen Anhangs zur einmaligen Inspektion auch anwendbar auf Heizungsanlagen, die von anderen Wärmeerzeugern versorgt werden bzw. bei denen andere maßgebliche Komponenten der Heizungsanlage älter als 15 Jahre sind.

Hierbei stehen verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl, die sich bezüglich des Aufwandes und der Qualität der erzielten Ergebnisse unterscheiden. Dazu gehören:

- die Inspektion nach einem vereinfachten Verfahren mittels Checkliste,
- die Inspektion nach einem Analyseverfahren und
- die Inspektion im Rahmen der Aufnahme eines Gebäudes und der Heizungsanlage zur Ermittlung des Energiebedarfs nach DIN V 4701-10 in Verbindung mit DIN V 4701-12 und PAS 1027 bzw. DIN V 18599,
- sonstige geeignete Verfahren.

Der Umfang und die Verfahren werden im Abschnitt NA.7 beschrieben.

NA.5.2 Betriebshandbuch

Ein Betriebshandbuch sollte für jede Heizungsanlage bei der ersten Inspektion für dauerhaft sicheren Zugriff geeignet angelegt und leicht auffindbar aufbewahrt werden.

Bei Mehrkesselanlagen ist das Betriebshandbuch mit entsprechender Unterteilung nach den jeweiligen Wärmeerzeugern auszuführen.

Im Betriebshandbuch sind die Messungen und die Ergebnisse sowohl der wiederkehrenden als auch der einmaligen Inspektionen verständlich zu dokumentieren.

Das Betriebshandbuch kann als ein Teil der Bedienungs- und Serviceunterlagen angelegt werden, sofern dieser Abschnitt gesondert hervorgehoben wird.

Das Betriebshandbuch kann auch in elektronischer oder anderer geeigneter Form vorliegen.

NA.6 Wiederkehrende Inspektionen

NA.6.1 Allgemeines

Regelungen zu wiederkehrenden Inspektionen beziehen sich derzeit ausschließlich auf Heizkessel, die mit Öl, Gas oder Festbrennstoffen befeuert werden.

Die in Tabelle NA.9 Abschnitt NA.8 angegebenen Daten sind im Bericht über die wiederkehrenden Inspektionen und somit im Betriebshandbuch einzutragen.

NA.6.2 Umfang und Periodizität

NA.6.2.1 Umfang

Der Umfang der Messungen im Rahmen der wiederkehrenden Inspektionen ist abhängig vom eingesetzten Brennstoff und von der Kesselleistung und ist in den Tabellen NA.1 und NA.2 angegeben.

Tabelle NA.1 — Messungen für die wiederkehrenden Inspektionen

Brennstoff	Leistung	Maßnahmen	Unterlagen
Öl bzw. Gas	ab 4 kW	<u>Messung der Abgasverluste</u> – Abgastemperatur, – Verbrennungslufttemperatur, – Sauerstoffkonzentration, – Differenzdruck zwischen Abgas und Umgebungsluft <u>Rußmessung</u> (nur bei Öl) – Bacharach-Methode – Ölderivate <u>CO-Messung</u>	Bescheinigung nach 1. BImSchV und KÜO
Festbrennstoffe	ab 8 kW	<u>Messung der Abgasverluste</u> – Abgastemperatur, – Verbrennungslufttemperatur, – Sauerstoffkonzentration, – Differenzdruck zwischen Abgas und Umgebungsluft <u>Staub</u> <u>CO-Messung</u>	Bescheinigung über Abgasverluste

Tabelle NA.2 — Sichtprüfungen im Rahmen der wiederkehrenden Inspektionen

Überprüfung	Umfang
Brennstoffleckagen	alle Heizkessel
Beschädigung des Heizkessels	alle Heizkessel
offensichtliche Verschmutzungen	alle Heizkessel

NA.6.2.2 Periodizität

Die Periodizität der wiederkehrenden Inspektionen ist in der 1. BImSchV bzw. KÜO festgelegt. Die aktuell gültige Periodizität in Abhängigkeit des Wärmeerzeugers ist in Tabelle NA.3 wiedergegeben.

Tabelle NA.3 — Periodizität der wiederkehrenden Inspektionen

Wärmeerzeuger		Periodizität
Raumluftabhängige Heizkessel		jährlich
Raumluftunabhängige Heizkessel	Wärmeerzeuger <u>ohne</u> selbstkalibrierender kontinuierlicher Regelung des Verbrennungsprozesses	alle 2 Jahre
	Wärmeerzeuger <u>mit</u> selbstkalibrierender kontinuierlicher Regelung des Verbrennungsprozesses	alle 3 Jahre

NA.6.2.3 Inspektionsbericht

Die Ergebnisse der Messungen der Abgasverluste nach NA.6.3.1, der CO-Messung nach NA.6.3.2, der Rußmessung nach NA.6.3.3 und der weiteren Messungen nach NA.6.3.4 sind in das Betriebshandbuch nach NA.5.2 einzutragen, ebenso wann die nächste Prüfung vorgenommen werden muss.

NA.6.3 Messverfahren

NA.6.3.1 Bestimmung der Abgasverluste

NA.6.3.1.1 Allgemeines

Die Bestimmung der Abgasverluste erfolgt durch Messung des O₂-Gehaltes im Abgas, der Abgas- und Verbrennungslufttemperatur nach der Beziehung:

$$q_A = (\vartheta_A - \vartheta_L) \cdot \left(\frac{A_2}{21 - O_2} + B \right) \quad (\text{NA.1})$$

Dabei ist

q_A der Abgasverlust, in %;

ϑ_A die Abgastemperatur, in °C;

ϑ_L die Verbrennungslufttemperatur, in °C;

A_2, B der brennstoffabhängige Koeffizient, nach Tabelle NA.4, NA.5, NA.6 und NA.7;

O_2 der Volumengehalt an Sauerstoff im trockenen Abgas, in %.

NA.6.3.1.2 Messung für flüssige und gasförmige Brennstoffe

Für flüssige und gasförmige Brennstoffe ist die Abgasverlustmessung an der Messöffnung oder für eine Dauer von 30 s im Kern des Abgasstromes durchzuführen. Die Messungen sind im ungestörten Dauerbetriebszustand der Heizkessel bei Nennwärmeleistung, ersatzweise bei der höchsten einstellbaren Wärmeleistung, so durchzuführen, dass die Ergebnisse repräsentativ und bei vergleichbaren Heizkesseln und Betriebsbedingungen miteinander vergleichbar sind.

Der Sauerstoffgehalt des Abgases sowie die Differenz zwischen Abgas- und Verbrennungslufttemperatur sind zu ermitteln. Dabei sind der Sauerstoffgehalt und die Abgastemperatur zeitgleich in einem Punkt zu messen. Die Temperatur der Verbrennungsluft wird in der Nähe der Ansaugöffnung des Wärmeerzeugers, bei raumluftunabhängigen Feuerungsanlagen an geeigneter Stelle der Verbrennungsluftzuführung gemessen.

Die Koeffizienten aus Gleichung (NA.1) sind in Tabelle NA.4 angegeben.

Tabelle NA.4 — Koeffizienten für flüssige und gasförmige Brennstoffe

Brennstoff	Koeffizient	
	A ₂	B
Heizöl	0,68	0,007
Erdgas	0,66	0,009

NA.6.3.1.3 Messung für feste Brennstoffe

Für feste Brennstoffe ist die Abgasverlustmessung an der Messöffnung für eine Dauer von 15 min im Kern des Abgasstromes bei Beharrung durchzuführen.

Dabei sind der O₂-Gehalt und die Abgastemperatur an einem Punkt zeitgleich mit der Verbrennungslufttemperatur zu ermitteln. Die Temperatur der Verbrennungsluft wird in der Nähe der Ansaugöffnung des Wärmeerzeugers, bei raumluftunabhängigen Feuerungsanlagen an geeigneter Stelle der Verbrennungsluftzuführung gemessen.

Die daraus gebildeten arithmetischen Mittelwerte der Temperaturen und O₂-Konzentration sind in Gleichung (NA.1) zur Ermittlung des Abgasverlustes einzusetzen.:

Die Koeffizienten A₂ und B aus Gleichung (NA.1) sind bei Anwendung nach dieser Norm nach den Tabellen NA.5 bis NA.7 in Abhängigkeit des Wassergehaltes zu bestimmen.

Als Richtwert für den maximalen Abgasverlust gelten 20 %.

Tabelle NA.5 — Koeffizienten für Biomasse

Wassergehalt (Massenanteil) %	Koeffizient	
	A ₂	B
0	0,657 2	0,008 3
10	0,668 2	0,010 7
20	0,682 4	0,012 5
30	0,701 7	0,014 9
40	0,729 0	0,018 3
50	0,770 9	0,023 5

Tabelle NA.6 — Koeffizienten für Braunkohle

Wassergehalt (Massenanteil) %	Koeffizient	
	A ₂	B
0	0,671 7	0,007 3
10	0,680 9	0,008 4
20	0,683 8	0,009 7
30	0,707 0	0,011 5
40	0,728 1	0,014 0

Tabelle NA.7 — Koeffizienten für Steinkohle und Koks

Wassergehalt (Massenanteil) %	Koeffizient	
	A ₂	B
0	0,690 1	0,005 4
10	0,693 2	0,005 7
20	0,696 7	0,006 1
30	0,700 6	0,006 5
40	0,705 0	0,006 9

NA.6.3.2 CO-Messung

Der im verdünnten Abgas gemessene CO-Wert ist auf seine Konzentration im unverdünnten Abgas umzurechnen. Grundlage für die Umrechnung ist der gleichzeitig ermittelte O₂-Gehalt im Abgas.

Die Umrechnung erfolgt bei der Messung des O₂-Gehaltes bei gasförmigen und flüssigen Brennstoffen nach der Gleichung:

$$\text{CO}_{\text{unverdünnt}} = \text{CO}_{\text{gemessen}} \cdot \frac{21}{21 - \text{O}_{2,\text{gemessen}}} \quad (\text{NA.2})$$

Dabei ist

CO_{unverdünnt} die Kohlenmonoxidkonzentration im unverdünnten Abgas, in ppm;

CO_{gemessen} die Kohlenmonoxidkonzentration im Abgas, in ppm;

O_{2,gemessen} die Volumenanteil an Sauerstoff im trockenen Abgas, in %.

Richtwert:

Der CO-Gehalt sollte bezogen auf unverdünntes Abgas 500 ppm nicht überschreiten.

Für feste Brennstoffe erfolgt die Durchführung und Bewertung der CO-Messung nach der 1. BlmSchV.

NA.6.3.3 Rußmessung an Heizkesseln für flüssige Brennstoffe

Die Bestimmung der Rußzahl ist nach der 1. BlmSchV durchzuführen.

Außerdem ist nach der 1. BlmSchV auf Ölderivate zu prüfen.

Die Grenzwerte der 1. BlmSchV sind einzuhalten.

NA.6.3.4 Staubmessungen an Heizkesseln für feste Brennstoffe

Die Durchführung und Bewertung der Staub-Messung erfolgt gravimetrisch nach der 1. BlmSchV.

NA.7 Einmalige Inspektionen

NA.7.1 Verfahren der einmaligen Inspektionen

NA.7.1.1 Allgemeines

Die einmalige Inspektion dient lt. Artikel 8 der EPBD der energetischen Bewertung der Heizungsanlage als Grundlage für die Entscheidungsfindung des Nutzers für den Austausch der Kessel, für sonstige Veränderungen an der Heizungsanlage oder für Alternativlösungen.

Unter Berücksichtigung

- der damit verbundenen unterschiedlichen Anforderungen des Nutzers an das Inspektionsergebnis,
- der Aufforderung zur Erschließung aller Möglichkeiten zur Energieeinsparung und Emissionssenkung,
- des gegenwärtigen Standes der Technik und
- der Schaffung von Anreizen zu seiner Weiterentwicklung

werden die folgenden Verfahren vorgeschlagen.

NA.7.1.2 Sofortverfahren/Checklistenverfahren

Das Sofortverfahren/Checklistenverfahren vergleicht den Istzustand mit dem Sollzustand der installierten anlagentechnischen Komponenten der Gebäudebeheizung durch Inaugenscheinnahme und Einzelmessungen. Das Endergebnis liegt unmittelbar nach einmaliger Begehung vor.

Die energetischen Einflussgrößen der einzelnen Komponenten der Anlagentechnik werden dabei zueinander in Bezug gesetzt und entsprechend der Soll/Ist-Differenz mit Punkten bewertet.

Durch die detaillierte Darstellung des Verfahrens wird eine einheitliche Vorgehensweise bei der Inspektion und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse begründet.

NA.7.1.3 Analyseverfahren

Das Analyseverfahren soll die direkte Bewertung der energetischen Qualität der Heizungsanlage bei den vorgefundenen Nutzungsbedingungen für die Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung ermöglichen.

Dazu erfolgt eine messwertgestützte Analyse des Betriebsverhaltens der Anlage und die näherungsweise Berechnung eines Nutzungsgrads und der Heizlast als Grundlage für die Kesseldimensionierung.

Damit können die notwendigen Veränderungen an der Heizungsanlage als spezifizierte Empfehlungen für den Nutzer abgeleitet werden. Das Analyseverfahren wird während des Betriebs der Heizungsanlage unter den entsprechenden Nutzungsbedingungen angewendet. Die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse ist dabei durch die Dauer der gewählten Messzyklen, die zeitliche Auflösung und die Genauigkeit der Messgeräte bestimmbar.

NA.7.1.4 Inspektion im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes

Die Inspektion im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes nach DIN V 18599 bzw. DIN V 4701-10 erfasst die Bedarfs- und Verbrauchswerte des Gebäudes über ein Jahr. Somit ist der energetische Einfluss der jeweiligen bautechnischen und anlagentechnischen Komponenten genau erfassbar und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung im Rahmen von bau- und anlagentechnischen Änderungen bestimmbar.

NA.7.2 Inspektion nach dem Sofortverfahren/Checklistenverfahren

NA.7.2.1 Allgemeines

Ziel des vereinfachten Verfahrens ist eine qualitative energetische Bewertung der Heizungsanlage und das Aufzeigen entsprechender Verbesserungspotentiale unmittelbar als Ergebnis von Messungen und fachgerechter Inspektion vor Ort.

Die einzelnen Komponenten der Heizungsanlage werden messtechnisch sowie visuell beurteilt und eingestuft. Die energetische Bedeutung der Baugruppen Wärmeerzeuger, Regelung, Wärmeübergabe und Wärmeverteilung ist unterschiedlich groß. Dementsprechend erfolgt die Vergabe der Bewertungspunkte für das Sanierungspotential. Die Einzelheiten der Bewertung werden in NA.7.2.3 beschrieben. Das Bewertungsergebnis ist in dem in NA.7.2.2 beschriebenen Inspektionsbericht zu dokumentieren.

Nach der Inspektion der Heizungsanlage und Verteilung der Bewertungspunkte erhält der Auftraggeber eine entsprechende Empfehlung anhand des Berichts, woraus ersichtlich ist, welche energetischen Verbesserungspotentiale erschließbar sind. Diese Empfehlungen werden dem Auftraggeber in einem Beratungsgespräch erläutert.

NA.7.2.2 Inspektionsbericht

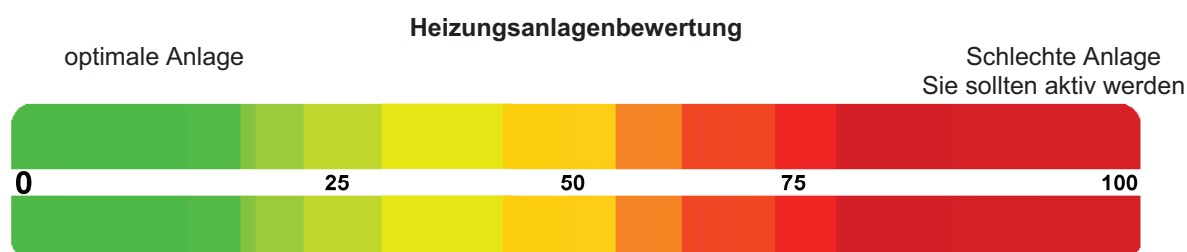
Der Inspektionsbericht ist auf zwei Seiten zu verfassen. Bild NA.1 zeigt die erste Seite eines Inspektionsberichts, Bild NA.2 die zweite Seite. Der kursive Text stellt jeweils beispielhafte Einträge dar.

Die Summe der bei der Bewertung der Komponenten ermittelten Bewertungspunkte wird in einem farbigen Bandtacho in Seite 1 des Inspektionsberichtes eingetragen. Aus der farblichen Darstellung lassen sich die Bewertung der Heizungsanlage und die Dringlichkeit von Verbesserungsmaßnahmen ablesen.

Aussteller:	Tag der Inspektion:
	Inspektion von Heizungsanlagen nach DIN EN 15378 NA - Vereinfachtes Verfahren - Sofortverfahren Checkliste-
	Ausfertigung für den Auftraggeber
Anschritt des Eigentümers / Verwalters	
Betreiber / Aufstellungsort der Anlage: Gebäudeteil: <i>Keller</i>	

Inspektionsbericht

Angaben zum Gebäude:					
Baujahr	1958	Beheizbare Nutzfläche in m ²	120	Gebäudeart: (z.B. REH;RH;EFH; MFH, NWG)	EFH
Wärmeschutz- standard (Baualterklasse)	1991				
Wärmeerzeuger: Hersteller, Typ, Herstell-Nr., Errichtung			Brennstoff	Nennwärmeleistung	
Firma xy, Typ yy, Nr. 123456, 1981			Öl	34 kW	
Feuerstättenart		Betriebsweise		Art der Anlage	
Zentralheizkessel		Raumluftabhängig		mit / ohne Brauchwasser	
Zusammenfassung:					
Bewertung Heizungsanlage (Punkte):					
1.Wärmeerzeugung:		2.Wärmeverteilung		3.Wärmeübergabe	
Gesamt:					



Datum

Unterschrift

Bild NA.1 — Beispiel der ersten Seite des Inspektionsberichts

Anwendung Gebäude

Heizungsanlagenbewertung			
		Mögliche Punkte für Verbesserungspotential	Ermittelte Punkte für das Verbesserungspotential (0 Punkte = optimal)
1.	Wärmeerzeuger		
	Abgasverlust nach 1. BImSchV	0 bis 15	
	Oberflächenverluste	0 bis 8	
	Ventilationsverluste	0 bis 5	
	Brennwertnutzung ja/nein	0/5	
	Heizkessel überdimensioniert nein/ja	0/5	
	Regelung		
	Kesselthermostat (bzw. ohne Regelung)	10	
	oder raumgeführt	5/7/9	
	oder witterungsgeführt	0/2/4	
Zw.summe		Max. 48 Pkt.	
2.	Wärmeverteilung		
	Hydraulischer Abgleich	0/3/7	
	Pumpe		
	ungeregelt oder stufig einstellbar, überdimensioniert/zu hoch eingestellt	10	
	ungeregelt oder stufig einstellbar, korrekt dimensioniert/eingestellt	5	
	elektronisch geregelt, zu hoch eingestellt	5	
	elektronisch geregelt, korrekt eingestellt	0	
	Rohrleitungsdämmung		
	ohne	20	
	Dämmung mäßig	10	
	Dämmung nach EnEV	0	
Zw.summe		Max. 37 Pkt.	
3.	Wärmeübergabe		
	Heizkörper		
	Heizkörper mit Handrad	15	
	Thermostatkopf ohne CENCER-Mark	10	
	Thermostatventil alt	6/8	
	Thermostatventil neu	2/4	
	Regler mit Zeitprogramm	0/2	
	Fußbodenheizung		
	Handventil	15	
	Einzelraumregelung	3	
	Einzelraumregelung, Zeitprogramm	0	
Zw.summe		Max. 15 Pkt.	
	Gesamtpunkte	Max. 100 Pkt	

Detaillierte Empfehlungen für den Auftraggeber:

Evtl. Bemerkungen zur Bewertung der Heizungsanlage:

Bild NA.2 — Beispiel der zweiten Seite des Inspektionsberichts

NA.7.2.3 Bewertung

NA.7.2.3.1 Heizkessel

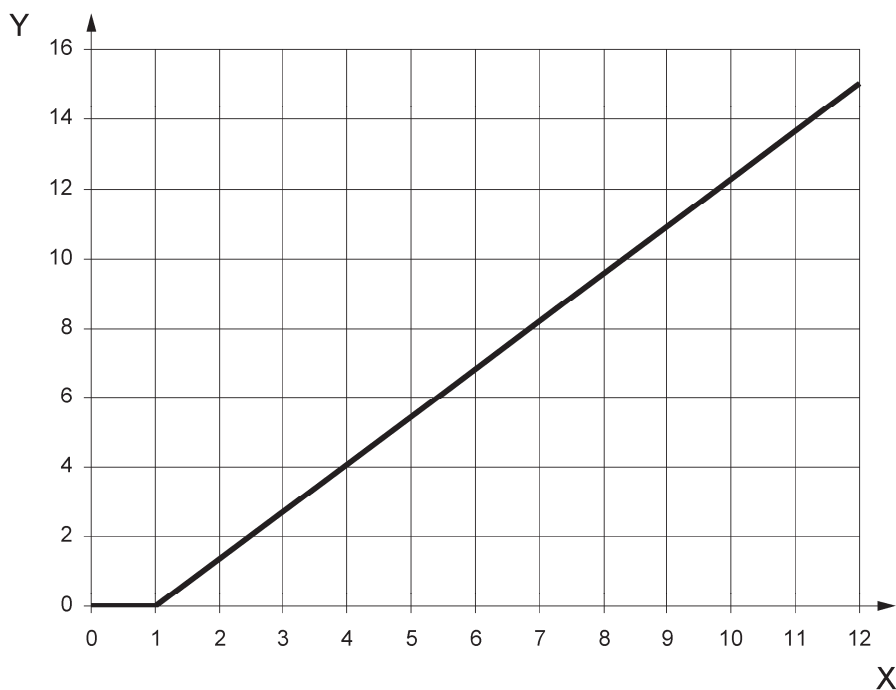
NA.7.2.3.1.1 Kriterien

Heizkessel werden bezüglich fünf Kriterien bewertet:

- Abgasverlust;
- Ventilationsverlust;
- Oberflächenverlust;
- Brennwertnutzung;
- Kesselüberdimensionierung.

NA.7.2.3.1.2 Abgasverlust nach 1. BImSchV

Die Abgasverlustbestimmung erfolgt nach NA.6.3.1 bzw. den Vorgaben der 1. BImSchV im Kernstrom mit einem eignungsgeprüften Messgerät. Ist die Abgasverlustmessung bereits im Rahmen der wiederkehrenden Inspektion innerhalb der laufenden Heizperiode erfolgt, so können diese Ergebnisse direkt verwendet werden, ohne die Messung zu wiederholen.



Legende

- X Messwert: Abgasverlust q_A in %
Y Bewertungspunkte

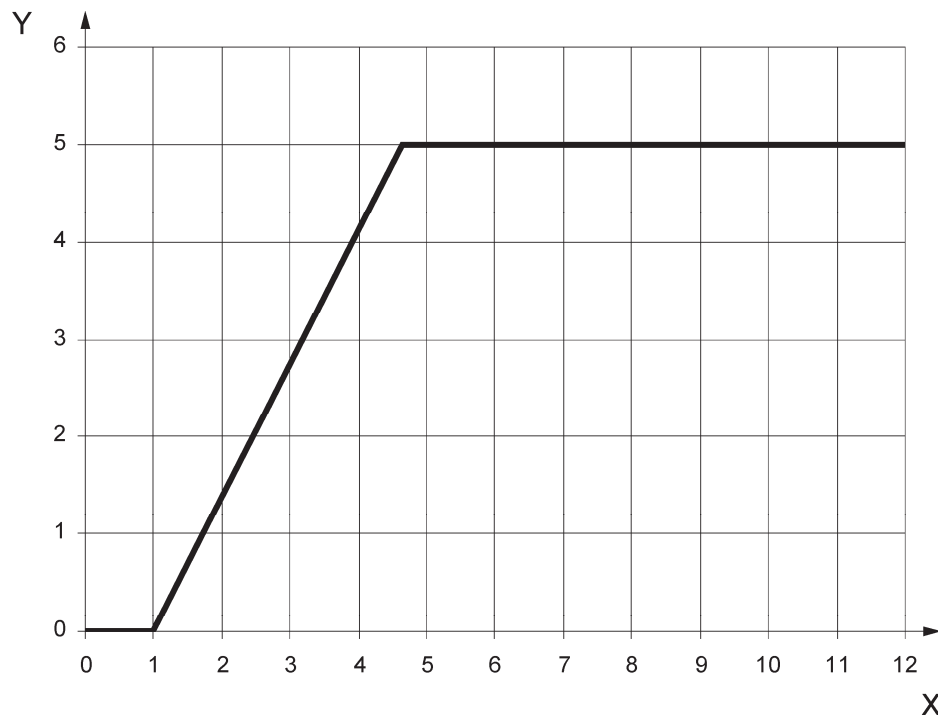
Bild NA.3 — Ermittlung der Bewertungspunkte aus dem gemessenen Abgasverlust

Der am Messgerät abgelesene Abgasverlust q_A wird dann mit Hilfe der Bewertungskennlinie in Bild NA.3 in Bewertungspunkte umgewandelt. Abgasverluste unter 1 % ergeben 0 Bewertungspunkte, Abgasverluste über 12 % ergeben 15 Bewertungspunkte.

NA.7.2.3.1.3 Ventilationsverlust

Als Ventilationsverlust wird der Wärmeverlust eines Heizkessels bezeichnet, der 30 s nach Brennerschluss durch gleichzeitige Ermittlung von Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur im Restkernstrom der Abgasabführung bestimmt wird. Die Messung sollte vorzugsweise mit empfindlichen Differenzdruckmessgeräten in Verbindung mit einem Staurohr erfolgen. Das Differenzdruckmessgerät muss eine Empfindlichkeit von 0,01 Pa oder besser aufweisen, um eine ausreichende Auflösung der Strömungsgeschwindigkeit von etwa 0,15 m/s sicherzustellen.

Die Messung ist im Kernstrom an der zur Messung des Abgasverlustes vorgesehenen Messöffnung durchzuführen. Vorhandene Abgasklappen und Nebenluftvorrichtungen sind in ihrer Einstellung gegenüber dem normalen Betrieb nicht zu verändern.



Legende

- X Messwert: Ventilations- q_{LSNorm} , in %
 Y Bewertungspunkte

Bild NA.4 — Ermittlung der Bewertungspunkte aus dem gemessenen Ventilationsverlust

Bild NA.4 zeigt die Umrechnung des gemessenen Ventilationsverlustes in Bewertungspunkte.

Der Ventilationsverlust q_{LSNorm} nach Gleichung (NA.3) lässt sich aus der Strömungsgeschwindigkeit v und der Temperatur ϑ_{Luft} im Abgasstutzen errechnen:

$$q_{LSNorm} = \frac{A_V \cdot v(30s) \cdot \rho_{Luft} \cdot c_{pL} \cdot (\vartheta_{Luft} - \vartheta_{Raum})}{Q'_{Kessel}} \cdot \frac{273 + \vartheta_{au\beta enIST}}{273 + \vartheta_{au\beta enREF}} \quad (NA.3)$$

Dabei ist

A_V	die Querschnittsfläche der Abgasleitung, in m ² ;
$v(30s)$	die Strömungsgeschwindigkeit in Abgasleitung, in m/s;
ρ_{Luft}	die Dichte der Luft, Normdichte: 1,2 kg/m ³ ;
c_{pL}	die spezifische Wärmekapazität, Normwert: 0,279 Wh/(kg · K);
ϑ_{Luft}	die Lufttemperatur im Abgasstutzen nach 30 s, in °C;
ϑ_{Raum}	die Lufttemperatur im Aufstellraum, in °C;
$\vartheta_{au\beta enIST}$	die Außentemperatur, Istwert, in °C;
$\vartheta_{au\beta enREF}$	die Referenzaußentemperatur, 15 °C;
Q'_{Kessel}	die Nennwärmeleistung des Wärmeerzeugers, in kW.

NA.7.2.3.1.4 Oberflächenverluste des Wärmeerzeugers

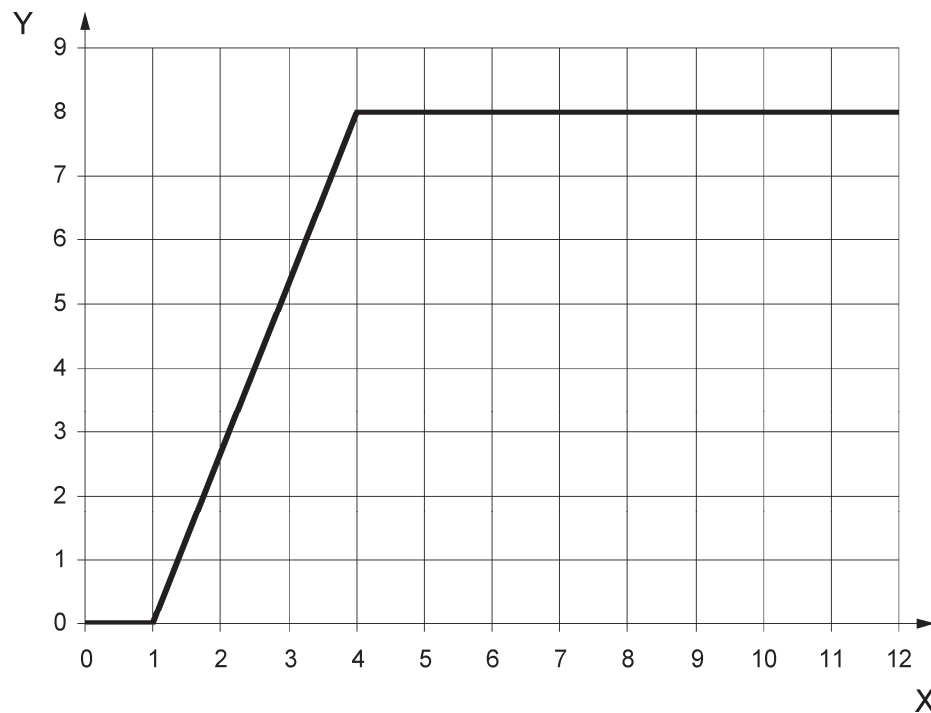
Die Bestimmung des Oberflächenverlustes basiert auf einem in DIN EN 304 beschriebenen Verfahren. Dazu wird die Kesseloberfläche in Teilflächen eingeteilt und mit einem Oberflächentemperaturfühler abgetastet. Der absolute Oberflächenverlust wird durch Addition der Verluste der Teilflächen ermittelt. Der relative Oberflächenverlust q_{st} ergibt sich durch Normierung der Summe auf die Nennwärmeleistung (Gleichung NA.4).

$$\text{Oberflächenverlust: } q_{st} = \frac{\sum A_{\text{Teilfläche}} \cdot \alpha \cdot \Delta \vartheta_{\text{Teilfläche}}}{Q'_{Kessel}} \quad (NA.4)$$

Dabei ist

$A_{\text{Teilfläche}}$	die Oberfläche der Teilfläche, in m ² ;
α	die Wärmeübergangszahl, in W/(m ² K);
$\Delta \vartheta_{\text{Teilfläche}}$	die Differenz zwischen mittlerer Oberflächentemperatur der Teilfläche und Raumtemperatur, in K;
Q'_{Kessel}	die Nennwärmeleistung des Wärmeerzeugers, in kW.

Bild NA.5 zeigt die Umrechnung des gemessenen Oberflächenverlustes in Bewertungspunkte.



Legende

X Messwert: Oberflächenverlust q_{st} , in %

Y Bewertungspunkte

Bild NA.5 — Ermittlung der Bewertungspunkte aus dem gemessenen Oberflächenverlust

Die Messung ist bei einer Kesseltemperatur von etwa 60 °C durchzuführen, vorhandene Türen der Kesselverkleidung und Brennerhauben sind wie im normalen Betrieb zu schließen. Direkt an andere Geräte (z. B. Warmwasserspeicher) oder Wände und den Fußboden angrenzende Teilflächen bleiben unberücksichtigt. Die Oberflächenmesspunkte können mit einem geeigneten Oberflächenthermometer abgetastet werden. Die Kesseloberfläche A kann aus einer Typtabelle abgelesen oder mit einem Maßband ermittelt werden. Der Zahlenwert für die Wärmeübergangszahl α ist DIN EN 304:2004-01, Bild A.4 zu entnehmen. Erfolgt die Berechnung des Oberflächenverlustes per Hand, dann kann vereinfachend ein konstanter Wert von 10 W/(m² · K) verwendet werden.

Die Berechnung des Kesseloberflächenverlustes kann entfallen, wenn die mittlere Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugers um weniger als 5 K über der Raumtemperatur liegt; in diesem Fall sind 0 Bewertungspunkte zu vergeben.

NA.7.2.3.1.5 Brennwertnutzung

Brennwertkessel ermöglichen durch die (teilweise) Nutzung der Kondensationswärme des bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampfes eine bessere Ausnutzung der Brennstoffenergie. Dieser Effekt wird bei der Bestimmung des sensiblen Abgasverlustes nach 1. BImSchV nur unzureichend erfasst.

Von einem zur Brennwertnutzung geeigneten Heizkessel ist nur dann auszugehen, wenn dies bei einer Sichtprüfung zweifelsfrei beurteilt werden kann, beispielsweise durch ein Typschild, Herstellerunterlagen oder wesentlichen Kondensatanfall während der Messung nach NA.7.2.3.1.2.

Es sind folgende Bewertungen zu vergeben:

Wärmeerzeuger ungeeignet zur Brennwertnutzung	5 Punkte
Wärmeerzeuger zur Brennwertnutzung geeignet	0 Punkte

NA.7.2.3.1.6 Kesselüberdimensionierung

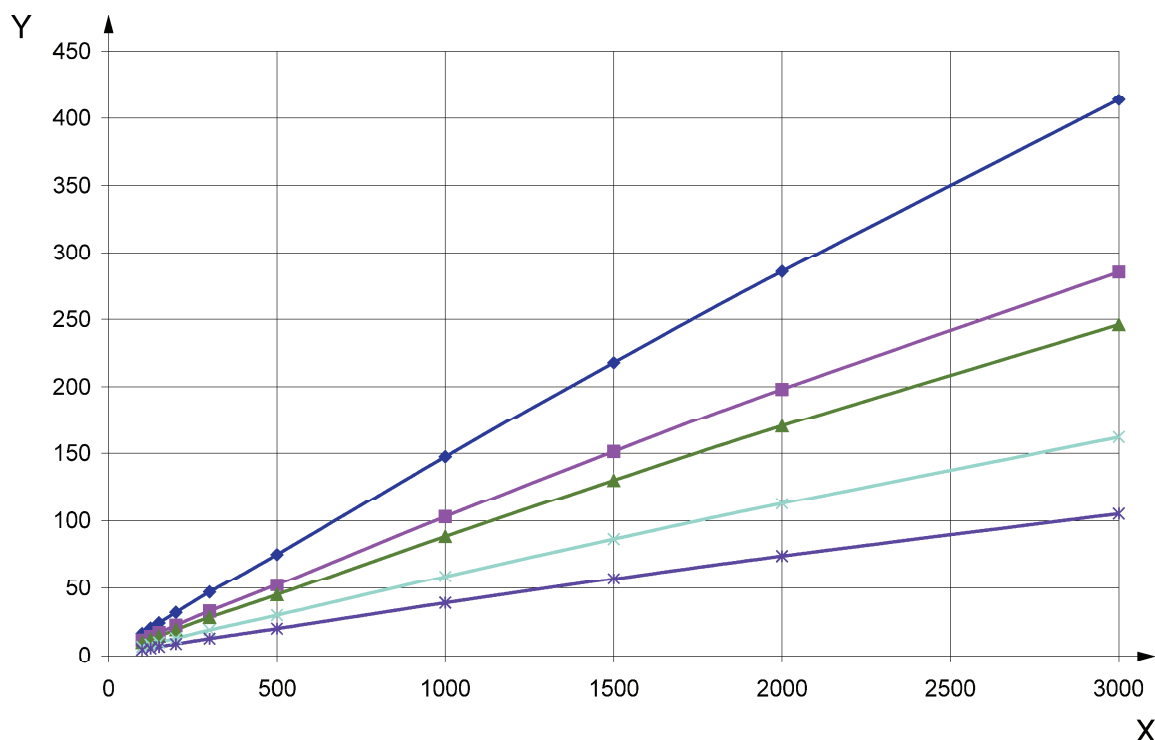
Eine Überdimensionierung des Heizkessels gegenüber der zu versorgenden Heizlast wirkt sich insbesondere bei älteren Heizkesseln mit einstufigen Brennern negativ auf den Nutzungsgrad aus.

Von einem überdimensionierten Heizkessel ist dann auszugehen, wenn die eingestellte Kesselleistung um mehr als 50 % über der zu versorgenden Heizlast liegt.

Bei Wohngebäuden kann die Heizlast vereinfachend in Abhängigkeit von der beheizten Fläche und vom Wärmeschutzstandard (Baualtersklasse) des Gebäudes mit Bild NA.6 abgeschätzt werden¹⁾. Sind genauere Planungsdaten oder messtechnisch ermittelte Werte für die Heizlast bekannt, so sind diese zu verwenden.

Die zur Trinkwassererwärmung erforderliche Leistung ist in die Bewertung der Kesseldimensionierung bei kleineren Leistungen einzubeziehen. Bei Kesseln, die Heizung und Trinkwassererwärmung versorgen, ist deshalb eine Mindestleistung von 20 kW anzusetzen. Die Bewertung „überdimensioniert“ erfolgt für solche Kessel nur dann, wenn die Kesselleistung mehr als 50 % über der nach Bild NA.6 abgeschätzten Heizlast und über 30 kW liegt.

¹⁾ Die Angaben im Diagramm dienen nur als Anhaltswerte. Sie sind nicht geeignet, eine Heizlastberechnung zu ersetzen. Eine bessere Ablesbarkeit ermöglichen die im Anhang A enthaltenen größeren Diagramme.



Legende

- X Beheizbare Nutzfläche, in m²
 Y Heizlast, in kW
- ◆ bis 1977
 - 1978 bis 1983
 - ▲ 1984 bis 1994
 - × 1995 bis 2001
 - * ab 2002

Bild NA.6 — Abschätzung der Heizlast in Abhängigkeit von beheizter Fläche und Wärmeschutzstandard (Baualtersklasse) des Gebäudes

Es sind folgende Bewertungen zu vergeben:

Kessel überdimensioniert 5 Punkte

Kessel nicht überdimensioniert 0 Punkte

NA.7.2.3.2 Regelung

Die Inspektion der Regelung des Wärmeerzeugers wird mit einer Sichtprüfung vorgenommen.

Im Einzelnen sind folgende Bewertungen zu vergeben:

Kesseltemperaturregelung mit Kesselthermostaten/ohne Regelung 10 Punkte

Raumgeführte Regeleinrichtung

ohne Zeitsteuerung ²⁾	7 Punkte
mit Zeitsteuerung ²⁾	5 Punkte

Außentemperaturgeführte Regeleinrichtung

ohne Zeitsteuerung ²⁾	2 Punkte
mit Zeitsteuerung ²⁾	0 Punkte

Der ungünstigste Fall Kesseltemperaturregelung nur mit dem „Kesselthermostaten“ beinhaltet das Fehlen einer zeitabhängigen Regelung.

NA.7.2.3.3 Wärmeverteilung und hydraulischer Abgleich

NA.7.2.3.3.1 Hydraulischer Abgleich im Bereich der Wärmeverteilung und der Wärmeübergabe

NA 7.2.3.3.1.1 Beurteilung des hydraulischen Abgleichs bei der Wärmeverteilung

Hydraulischer Abgleich bei Einrohrsystemen

Bei Einrohrsystemen ist (auf Grund der auch bei geschlossenen Ventilen umlaufenden Wassermenge) generell von einem nicht durchgeführten hydraulischen Abgleich auszugehen; es sind 7 Punkte einzusetzen. Eine Verbesserung aus energetischer Sicht kann durch den strangweisen Einbau von Volumenstromreglern erreicht werden, die zu einer Bewertung mit 3 Punkten führt.

Hydraulischer Abgleich bei Zweirohrsystemen

In Zweirohranlagen mit mehreren Strängen ist zu unterscheiden zwischen:

- für je einen Strang ist eine eigene Pumpe vorhanden bzw.
- alle/mehrere Stränge werden über eine gemeinsame Pumpe versorgt.

Für den Fall „für je einen Strang ist eine eigene Pumpe vorhanden“ gilt Folgendes:

Für freie und für integrierte Heizflächen sind die Beurteilungskriterien nach NA.7.2.3.3.1.2 „Beurteilung des hydraulischen Abgleichs bei der Wärmeübergabe“ anzuwenden.

Für den Fall „alle/mehrere Stränge werden über eine gemeinsame Pumpe versorgt“ gilt Folgendes:

In Zweirohranlagen mit einer geregelten Pumpe und bis etwa 500 m² versorgter Fläche ist der Abgleich üblicherweise am Verbraucher (z. B. Heizkörper oder Heizkreis einer Flächenheizung) ausreichend (z. B. voreingestellte Ventile).

²⁾ Bei erkennbar falsch eingestellten Regelungen (z. B. keine Nachtabsenkung, obwohl das Nutzerprofil dies ermöglichen würde oder unnötig hoch eingestellten Vorlauftemperaturen) ist die Bewertung um 2 Punkte zu erhöhen.

In Zweirohranlagen mit mehreren Steigsträngen und Thermostatventilen (z.B. Anlagen > 500 m² versorgter Fläche) sowie Anlagen mit ungeregelten Pumpen kann mehr als nur der Abgleich am Verbraucher (z. B. Heizkörper oder Heizkreis einer Flächenheizung) notwendig sein (z. B. Einbau Strangreguliertventile bzw. Strangdifferenzdruckregler).

Zur Abschätzung der Voreinstellung der Differenzdruckregler wird auf Diagramm zur Bestimmung der Pumpenförderrhöhe (Bild NA.7.d), Graphisches Verfahren zur überschlägigen Bewertung der Pumpenauslegung, verwiesen.

Sind in den Strängen unter den genannten Bedingungen keine manuellen Strangarmaturen mit individuellen Einstellwerten bzw. keine Differenzdruckregler vorhanden, ist ungeachtet des Abgleichs bei der Wärmeübergabe von einem nicht durchgeführten hydraulischen Abgleich auszugehen.

NA 7.2.3.3.1.2 Beurteilung des hydraulischen Abgleichs bei der Wärmeübergabe

Ein erfolgter hydraulischer Abgleich wird durch Überprüfung der Existenz und der Einstellung von Abgleicheinrichtungen, wie z. B. voreinstellbare Thermostatventile, unterschiedliche Ventileinsätze, einstellbare Rücklaufverschraubungen (keine reinen Absperrungen), Heizkreisverteiler, oder einstellbare Armaturen in Wandboxen, beurteilt. Die Überprüfung des hydraulischen Abgleichs wird an 10 % der Abgleicheinrichtungen (mindestens 3 Stück) eines hydraulischen Systems vorgenommen. Bei Verwendung unterschiedlicher Ventileinsätze ist ebenfalls von einem hydraulischen Abgleich auszugehen.

Beurteilung des hydraulischen Abgleichs bei freien Heizflächen (Heizkörper) mittels Heizkörperarmaturen

Hydraulischer Abgleich an Heizkörperventilen

Um festzustellen, ob ein Thermostatventil eine Voreinstellmöglichkeit besitzt, ist der Thermostatkopf bzw. der Stellantrieb abzunehmen. Sind am Ventilkörper keine Einstellorgane vorhanden oder werden bei der Prüfung an den Ventilen von Heizkörpern unterschiedlicher Größen alle in Vollöffnung (z. B. Stellung „N“ oder „8“) vorgefunden, ist von einem nicht durchgeführten hydraulischen Abgleich auszugehen.

Hydraulischer Abgleich an Rücklaufverschraubungen

Die Einstellungen der Drosseln von Rücklaufverschraubungen sind durch vollständiges Zudrehen der Einstellschraube und Aufzeichnung der Gewindeumdrehungen mit anschließender Rückstellung zu überprüfen. Wenn alle Drosseln gänzlich geöffnet sind, ist von einem nicht durchgeführten hydraulischen Abgleich auszugehen.

Hydraulischer Abgleich bei direkt am Heizkreisverteiler angeschlossenen Heizkörpern

Bei Heizkörpern, die direkt an Heizkreisverteiler mit integrierten Reguliertventilen oder Reguliereinrichtungen mit Durchflussmengenanzeige angeschlossen sind, ist sinngemäß zu verfahren.

Beurteilung des hydraulischen Abgleichs bei integrierten Heizflächen (Flächenheizung) mittels Heizkreisverteiler oder Ähnlichem

Bei Heizkreisverteilern von Flächenheizungen mit integrierten Reguliertventilen oder Reguliereinrichtungen mit Durchflussmengenanzeige, sowie bei Flächenheizungen mit einstellbaren Armaturen in Wandboxen gilt die Vorgehensweise entsprechend der Heizkörperarmaturen.

NA 7.2.3.3.1.3 Bewertung des hydraulischen Abgleichs

Es sind folgende Bewertungen zu vergeben:

▪ **Einrohrsystem:**

- ohne strangweise Volumenstromregler
Nicht durchgeführter hydraulischer Abgleich 7 Punkte
- mit strangweisen Volumenstromreglern
annähernd hydraulisch abgeglichen 3 Punkte

▪ **Zweirohrsystem:**

- für je einen Strang ist eine eigene Pumpe vorhanden; Beurteilung eines hydraulischen Abgleichs bei der Wärmeübergabe nach NA.7.2.3.3.1.2 „Beurteilung des hydraulischen Abgleichs bei der Wärmeübergabe“
Nicht durchgeführter hydraulischer Abgleich 7 Punkte
Durchgeführter hydraulischer Abgleich 0 Punkte
- mehrere Stränge werden über eine gemeinsame Pumpe versorgt; Beurteilung eines hydraulischen Abgleichs bei der Wärmeübergabe nach NA.7.2.3.3.1.2 „Beurteilung des hydraulischen Abgleichs bei der Wärmeübergabe“ (Die jeweils höhere Punktebewertung ist maßgeblich):
 - Anlagen mit bis zu 500 m² versorgter Fläche oder durchgeführtem Strangabgleich nach NA.7.2.3.3.1.1 „Hydraulischer Abgleich im Bereich der Wärmeverteilung und der Wärmeübergabe“.
Nicht durchgeführter hydraulischer Abgleich 7 Punkte
Durchgeführter hydraulischer Abgleich 0 Punkte
 - Anlagen mit mehr als 500 m² versorgter Fläche und durchgeführtem Strangabgleich nach NA.7.2.3.3.1.1 „Hydraulischer Abgleich im Bereich der Wärmeverteilung und der Wärmeübergabe“.
Nicht durchgeführter hydraulischer Abgleich 7 Punkte
Durchgeführter hydraulischer Abgleich 0 Punkte

NA.7.2.3.3.2 Heizungspumpe

Liegen Planungsdaten für die Förderhöhe und den Volumenstrom der Pumpe vor, so ist die Soll-Leistungsaufnahme mit den Schritten 3 und 4 der nachfolgenden Abschätzung zu bewerten. Wenn keine Berechnungswerte für den erforderlichen Betriebspunkt der Heizungsumwälzpumpe vorliegen, ist die folgende Abschätzung zu verwenden.

Abschätzung der Soll-Daten für Betriebspunkt und Leistung der Heizungspumpe

Mit Hilfe des Bildes NA.7 kann der erforderliche Betriebspunkt einer Pumpe zur Versorgung eines Gebäudes bzw. eines Heizkreises überschlägig bestimmt werden³⁾. Der Betriebspunkt wird durch den Volumenstrom (Q) und die Förderhöhe (H) beschrieben. Weiterhin gibt die Tabelle die Leistungsaufnahme (P_{el}) einer durchschnittlichen Heizungspumpe dieser Größe an. Außerdem wird ein grober Richtwert für die Heizlast des Gebäudes bzw. des Heizkreises angegeben. Zur überschlägigen Ermittlung der Pumpendaten wird wie folgt vorgegangen:

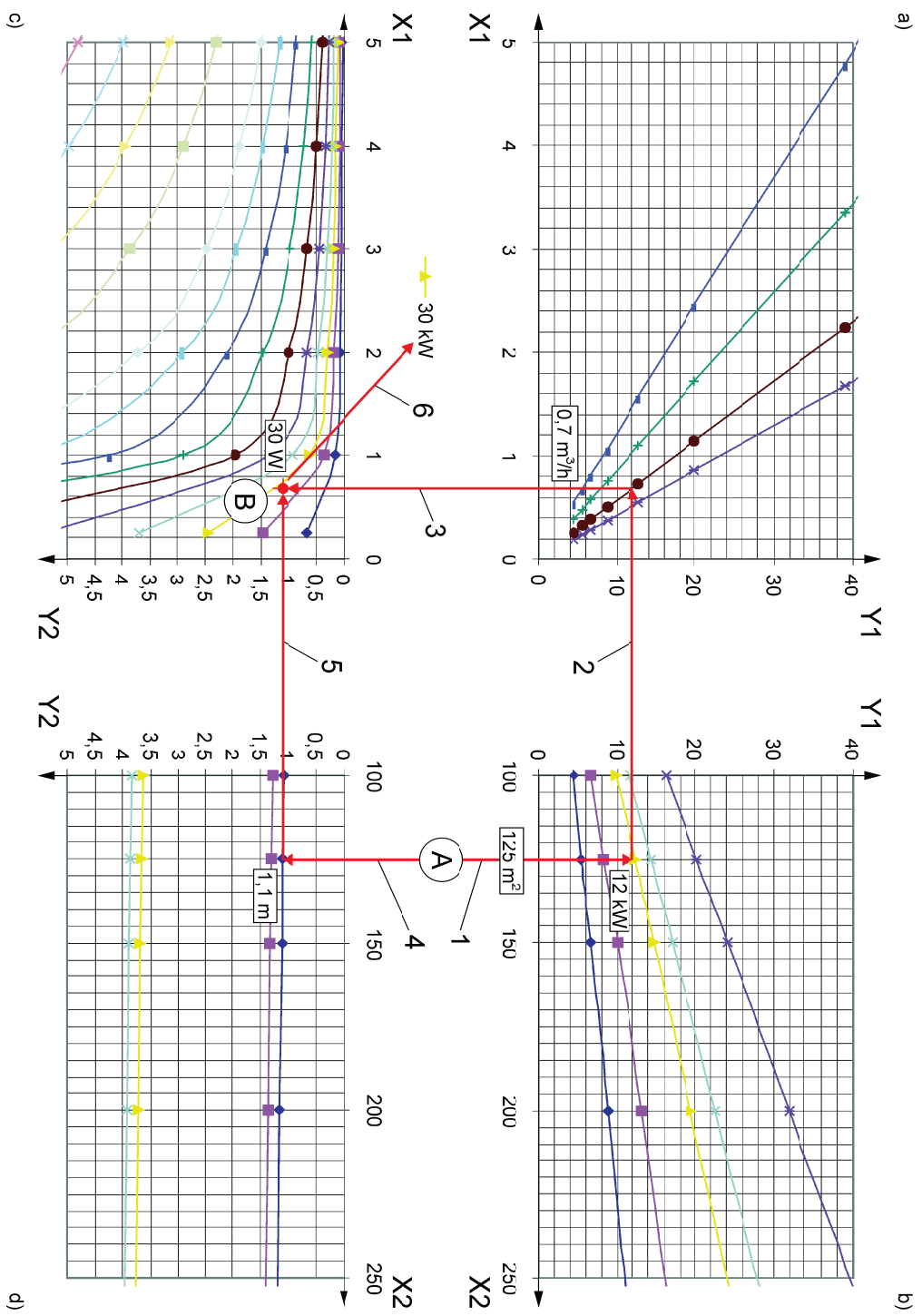
1. Für die beheizte Nutzfläche wird im rechten oberen Diagramm in Abhängigkeit von Wärmeschutzstandard/Baualtersklasse die Heizlast abgeschätzt (im Beispiel ausgehend von „Start“ Pfeil 1). Bei einer nachträglich durchgeführten energetischen Komplettsanierung ist das Sanierungsjahr anzusetzen. Sind genaue Daten nicht bekannt, kann pauschal Folgendes angenommen werden:

³⁾ Eine bessere Ablesbarkeit ermöglichen die im Anhang A enthaltenen größeren Diagramme.

- Außenwände ungedämmt, einfach verglaste Fenster: „bis 1977“
- Außenwände ungedämmt, isolier- oder doppelverglaste Fenster: „ab 1978“
- nachträgliche Außenwanddämmung, isolier- oder doppelverglaste Fenster: „ab 1984“ anzusetzen.
- nachträgliche Außenwanddämmung ≥ 6 cm und Dachdämmung, neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung: „ab 1995“

Bei mehreren Heizkreisen, z. B. für Fußbodenheizung und Radiatorheizung, erfolgt die Vorgehensweise für jeden Heizkreis separat. Dabei wird jeweils nur die vom Heizkreis versorgte Fläche angesetzt.

2. Für die ermittelte Heizlast wird im linken oberen Diagramm in Abhängigkeit von den Auslegungstemperaturen der Heizungsanlage der Volumenstrom abgeschätzt (Pfeil 2). Da die Auslegungsvorlauftemperatur nur bei der Auslegungsaußentemperatur (je nach geographischer Lage -16 °C bis -10 °C) erreicht wird, kann sie nicht am Thermometer im Kessel oder im Vorlauf abgelesen werden. Die Auslegungsvorlauftemperatur ist aus der Heizkurve des Kesselreglers mit Hilfe der niedrigsten Außentemperatur abzulesen. Ist die niedrigste Außentemperatur nicht bekannt, so kann von -12 °C im Flachland bzw. -16 °C im Gebirge ausgegangen werden.
3. Für den ermittelten Volumenstrom wird ein Pfeil nach unten in das Diagramm P_{el} gezogen (Pfeil 3).
4. Für die beheizte Nutzfläche wird im rechten unteren Diagramm die Förderhöhe für Fußbodenheizung bzw. Heizkörper abgeschätzt (im Beispiel ausgehend von „Start“ Pfeil 4). Die Abschätzung kann auch zur Voreinstellung von Differenzdruckreglern verwendet werden.
5. Für die ermittelte Förderhöhe wird ein Pfeil nach links in das Diagramm P_{el} gezogen (Pfeil 5).
6. Im Schnittpunkt von Pfeil 3 mit Pfeil 5 kann die P_{el} abgelesen werden. (Im Beispiel ist der Betriebspunkt Volumenstrom $0,7$ m³/h bei einer Förderhöhe von $1,1$ m. Die durchschnittliche Leistungsaufnahme einer Pumpe dieser Baugröße ist 32 W.



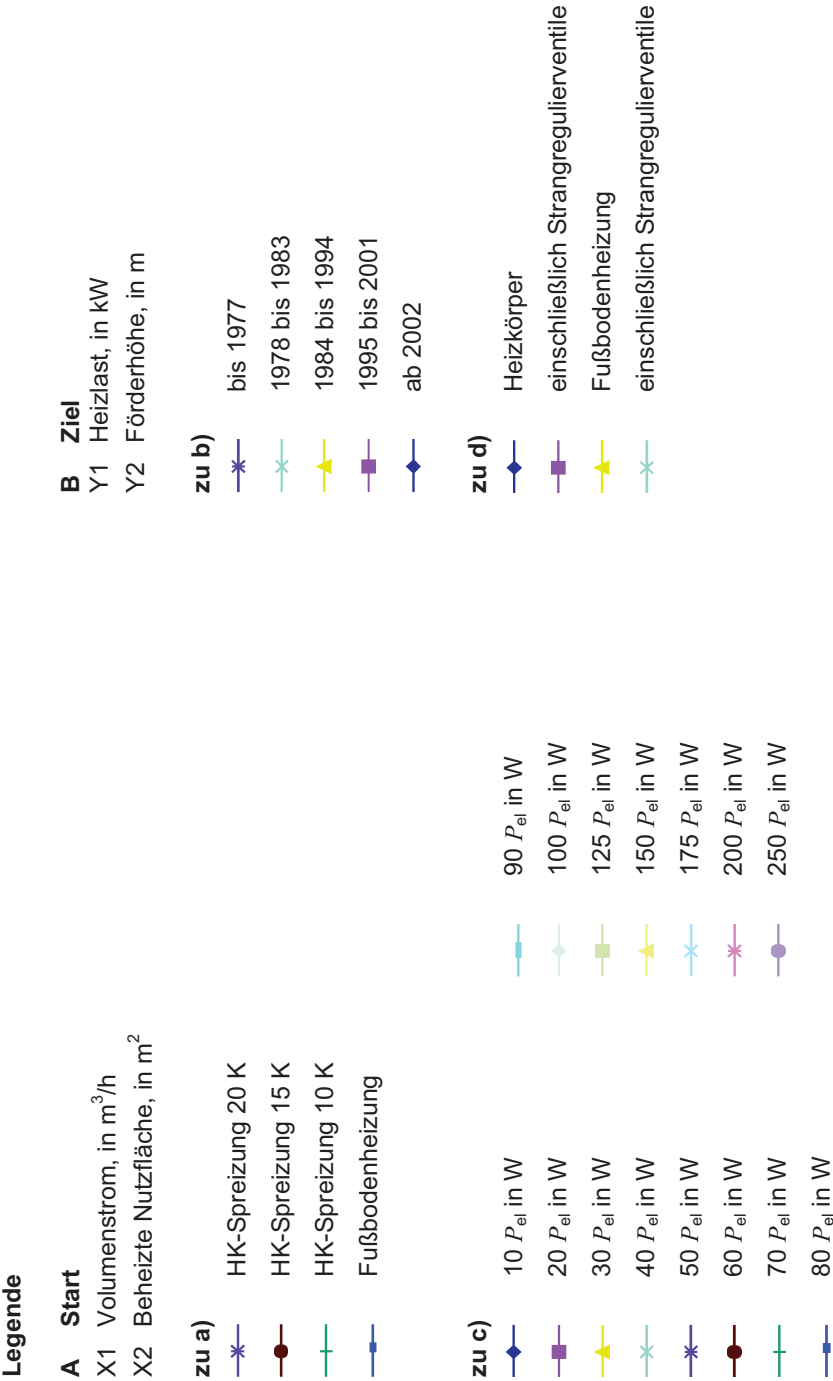


Bild NA.7 — Graphisches Verfahren zur überschlägigen Bewertung der Pumpenauslegung

Ist statt der beheizten Fläche die Heizlast ϕ_{HL} nach DIN EN 12831 (nach DIN 4701-1 Wärmebedarf $\dot{Q}_N$) der Heizungsanlage bzw. des Heizkreises bekannt, kann mit dieser Angabe mit Schritt 2 begonnen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Kesselleistung wegen der häufig anzutreffenden Überdimensionierung i. d. R. nicht mit der Heizlast übereinstimmt und daher nicht zur Bestimmung der erforderlichen Pumpenleistung herangezogen werden darf.

Pumpenbewertung

Falls unterschiedliche Heizungspumpen vorhanden sind, erfolgt die Bewertung für die energetisch ungünstigste Pumpe.

Ungeregelte Pumpen

Am Typschild der vorhandenen Heizungspumpe kann die Nennleistung abgelesen werden. Die im Bestand üblichen unregelmäßig Heizungsanlagen sind oftmals in Stufen manuell umschaltbar. In diesem Fall ist für alle Stufen die Nennleistung angegeben, die Bewertung erfolgt für die eingestellte Stufe. Bei unregelmäßig Pumpen ohne Umschaltmöglichkeit gibt es nur eine Leistungsangabe.

Sofern die Leistungsaufnahme der Pumpe laut Typschild maximal 20 % über der nach Bild NA.7 ermittelten Leistung oder darunter liegt, kann davon ausgegangen werden, dass die Pumpe richtig dimensioniert ist.

Überschreitet die am Typschild angegebene Leistung die mit der Abschätzung ermittelte Soll-Leistung um mehr als 20 % wird davon ausgegangen, dass die Pumpe zu groß oder zu hoch eingestellt ist.

Es sind folgende Bewertungen zu vergeben:

Pumpe unregelmäßig, überdimensioniert	10 Punkte
Pumpe unregelmäßig, korrekt dimensioniert	5 Punkte

Elektronisch geregelte Pumpen

In der Regel kann die eingestellte Förderhöhe am Stellknopf oder an einer Anzeige direkt an der Pumpe abgelesen werden. Ist lediglich ein Stellknopf ohne Skala vorhanden, so ist die eingestellte Förderhöhe mit Hilfe der Bedienungsanleitung zu ermitteln. Überschreitet die eingestellte Förderhöhe die abgeschätzte Soll-Leistung um mehr als 15 % wird davon ausgegangen, dass die Pumpe zu hoch eingestellt ist.

Es sind folgende Bewertungen zu vergeben:

Pumpe geregelt, zu hoch eingestellt	5 Punkte
Pumpe geregelt, korrekt eingestellt	0 Punkte

NA.7.2.3.3.3 Rohrleitungsdämmung

Die Inspektion der Dämmung von Heizungs- und Warmwasserleitungen wird mit einer Sichtprüfung vorgenommen. Die Bewertung bezieht sich vorzugsweise auf die im unbeheizten Bereich (z. B. Keller, Dach) verlegten Leitungsabschnitte. Sind die Leitungen völlig oder überwiegend ungedämmt, erfolgt die Bewertung entsprechend der Angabe „Ohne Dämmung“. Sind die Leitungen zum Teil ungedämmt oder entsprechen die vorhandenen Dämmungen nicht den Anforderungen der Energieeinsparverordnung, erfolgt die Bewertung entsprechend „Mäßige Dämmung“.

Im Einzelnen sind folgende Bewertungen zu vergeben:

Ohne Dämmung	20 Punkte
--------------	-----------

Mäßige Dämmung	10 Punkte
----------------	-----------

Dämmung nach EnEV	0 Punkte
-------------------	----------

Bei Bedarf sind, nach fachgemäßer Einschätzung, Zwischenwerte möglich. Die Obergrenze für die Beurteilung der Rohrleitungsdämmung beträgt 20 Punkte.

NA.7.2.3.4 Wärmeübergabe

NA.7.2.3.4.1 Allgemeines

Wärmeübergabe bezeichnet die Einheit von freier (z. B. Heizkörper) oder integrierter Heizfläche (z. B. Fußbodenheizung) und Regeleinrichtung für die Raumtemperatur. Die Inspektion der Wärmeübergabe wird mit einer Sichtprüfung in mindestens 3 Räumen unterschiedlicher Größe oder Nutzung vorgenommen. Sind in diesen Räumen unterschiedliche Raumtemperaturregler vorhanden, ist in der Checkliste der ungünstigere Wert (höchste Punktzahl) einzutragen. Sind unterschiedliche Wärmeübergangssysteme vorhanden, ist das energetisch ungünstigere System zu bewerten.

NA.7.2.3.4.2 Heizkörper

Handräder oder nicht funktionsfähige Thermostatventile sind als „Handrad“ zu bewerten. Das Gleiche gilt für nicht vorhandene Raumtemperaturregler oder ausschließlich manuelle Regler.

Thermostatköpfe, die nicht nach DIN EN 215 geprüft und nicht mit CENCER-Mark versehen sind, sind als „Thermostatköpfe ohne CENCER-Mark“ zu bewerten. Dieses gilt ebenso für Thermostatventile, die in Folge starker Verschmutzung oder mechanischer Beschädigung nicht mehr voll funktionsfähig sind.

Thermostatventile, die älter als 15 Jahre sind, werden als „Thermostatventil alt“ bewertet.

Dem aktuellen technischen Stand entsprechende Thermostatventile werden als „Thermostatventil neu“ bewertet.

Raumtemperaturregler mit Zeitprogramm zur individuellen, nutzerspezifischen Raumtemperatureinstellung werden als „Regler mit Zeitprogramm“ bewertet.

Im Einzelnen sind folgende Bewertungen zu vergeben:

Handrad bzw. nicht funktionsfähig	15 Punkte
Thermostatköpfe ohne CENCER-Mark	10 Punkte
Thermostatventil alt ⁴⁾	6 Punkte
Thermostatventil neu ⁴⁾	2 Punkte
Regler mit Zeitprogramm ⁴⁾	0 Punkte

NA.7.2.3.4.3 Flächenheizungen

Analog zu den Heizkörpern erfolgt die Bewertung von Flächenheizungen (z. B. Fußbodenheizungen).

Im Einzelnen sind folgende Bewertungen zu vergeben:

⁴⁾ Bei ungünstigen Einbausituationen (z. B. Heizkörper hinter Vorhängen, Regelventil unter/hinter Verkleidungen) ist die Bewertung um 2 Punkte zu erhöhen.

Handventil	15 Punkte
Einzelraumregelung	3 Punkte
Einzelraumregelung mit Zeitprogramm	0 Punkte

NA.7.3 Inspektion mit Analyseverfahren

Das Analyseverfahren soll die Bewertung der energetischen Qualität der Heizungs- und Trinkwassererwärmungsanlage ermöglichen. Im Verfahren wird neben einer Bewertung der wichtigsten anlagentechnischen Komponenten auch das Betriebsverhalten der Anlage in einem festgelegten Zeitraum (z. B. 24 h) erfasst und ausgewertet. Der Fokus wird hierbei auf die Interaktion zwischen den Wärmeerzeugern und dem Gebäude gelegt.

Die Anforderungen an ein Analyseverfahren sind:

- eine Erfassung der wesentlichen energetisch relevanten Komponenten der Heizungsanlage (Speicherung und Wärmeerzeugung),
- die messtechnisch gestützte zeitlich hochauflösende Erfassung des Betriebsverhaltens der Heizungsanlage ohne Eingriff in die Anlage selbst in einem typischen Temperaturzyklus eines Gebäudes von mindestens 24 h (Abgasmessungen, Temperaturen und Brennstoffmassenströme),
- die Erstellung des Inspektionsergebnisses unter weitestgehendem Ausschluss subjektiv bedingter Faktoren zur Vermeidung von Missverständnissen und Konflikten,
- die Gewährleistung von Reproduzierbarkeit, Vergleichbarkeit und Korrektheit der Datenerfassung und Berechnung,
- die Erzielung einer hohen Ergebnisgenauigkeit und Verlässlichkeit,
- Aussteller bzw. Prüfer sollen bei unterschiedlicher Qualifikation ein gleichwertig hochwertiges Ergebnis vorlegen können,
- Akzeptanz des Verfahrens vom Gesetzgeber, den Ausführenden und den Kunden hinsichtlich Ergebnis, Neutralität und Kosten-Nutzen-Relation.

Die Anforderungen an das Ergebnis einer energetischen Inspektion lauten folgendermaßen:

- Ermittlung des Nutzungsgrades der Wärmeerzeugung im festgelegten Messzyklus unter Berücksichtigung der energetisch relevanten Größen (Brennwerteffekt, Abstrahlverluste, Abgasverluste nach BImSchV, mittlerer Abgasverlust des Wärmeerzeugers, Verluste durch Ventilation und Taktung, Verluste durch Mängel in Konfiguration, Hydraulik, Regelung),
- Ermittlung der Parameter des Betriebsverhaltens der Anlagentechnik mit differenzierter Herausarbeitung der regelungstechnisch und komponentenbedingten Mängel,
- Ermittlung der erforderlichen Heizlast bzw. des Gebäudeanschlusswertes und der einzustellenden Brennerleistung in Bezug zum Gebäude,
- Bewertung und Berechnung der objektbezogenen Energieeffizienz hinsichtlich Soll-Ist-Vergleich Brennstoffbedarf – Brennstoffverbrauch/Jahr bzw. Wärmeverbrauch, Wärmebedarf/Jahr,
- Differenzierte Bewertung und Berechnung des objektbezogenen anlagentechnisch bedingten Einsparpotentials unter Berücksichtigung der technisch-organisatorischen und wirtschaftlich relevanten Faktoren.

Die Genauigkeit der Bewertung der einzelnen Komponenten muss dabei mindestens dem in NA.7.2 beschriebenen Sofortverfahren/Checklistenverfahren entsprechen. Falls Teile der Heizungsanlage nicht bewertet werden, sind diese mit dem Sofortverfahren/Checklistenverfahren zu bewerten.

NA.7.4 Inspektion im Rahmen der energetischen Bewertung des Gebäudes

Die einmalige Inspektion einer Heizungsanlage kann auch im Rahmen der energetischen Bewertung eines Gebäudes nach DIN V 4701-10 in Verbindung mit DIN 4701-12 und PAS 1027 oder nach DIN V 18599 erfolgen. Bei diesem Verfahren wird ein quantitatives Ergebnis zu den Energieverlusten der jeweiligen Prozessbereiche der Anlagentechnik erzielt so dass eine aussagekräftige Wirtschaftlichkeitsberechnung möglicher Sanierungsvarianten möglich ist.

Wird dieses Verfahren für die einmalige Inspektion der Heizungsanlage angewendet, sind die folgenden Arbeitsschritte zwingend notwendig:

- Aufnahme der Gebäudedaten vor Ort (Nutzungsart, Abmessungen, Wärmetechnische Eigenschaften usw.) und Bestimmung des Jahresnutzenenergiebedarfs $Q_{n,b}$
- Aufnahme der Anlagentechnischen Daten vor Ort. Hierzu können einzelne Elemente oder Messergebnisse aus den wiederkehrenden Inspektionen oder der Checkliste aus dem vereinfachten Verfahren in NA.8.2 als Hilfestellung dienen.
- Verwendung der standortbezogenen Wetterdaten für die Berechnung des Endenergiebedarfs
- Erfassung des Energieverbrauchs und Durchführung eines Verbrauchsabgleichs

Nach dem erfolgten Verbrauchsabgleich können Empfehlungen zur energetischen Verbesserung der Heizungsanlage durch eine qualifizierte Aussage zur Wirtschaftlichkeit untermauert werden.

NA.7.5 Inspektion mit weiteren Verfahren

Alternativ zu genannten Verfahren können auch andere, ausführlichere Inspektions- oder Analyseverfahren für die einmalige Inspektion angewendet werden. Diese müssen folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Bewertung der Energieeffizienz aller energetisch relevanten Komponenten einer Heizungs- und Trinkwassererwärmungsanlage
 - Wärmeerzeugung einschließlich zentraler Regelung
 - Wärmeverteilung thermisch und hydraulisch
 - Wärmeübergabe einschließlich Raumregelung
 - gegebenenfalls Wärmespeicherung
- Bewertung der Leistung des Wärmeerzeugers im Verhältnis zur Heizlast der zu versorgenden Anlage
- Bestimmung des Wirkungs- oder Nutzungsgrades des Wärmeerzeugers bei brennstoffgespeisten Systemen
- Inspektion der Anlage durch fachkundiges Personal
- Eindeutige und reproduzierbare Ergebnisse
- Erstellung eines Inspektionsprotokolls
- Ableitung von energetischen Sanierungsempfehlungen

Die Genauigkeit der Bewertung der einzelnen Komponenten muss dabei mindestens dem in NA.7.2 beschriebenen Sofortverfahren/Checklistenverfahren entsprechen. Wenn durch alternative Inspektions- oder Analyseverfahren nur Teile der Heizungsanlagen genauer als mit dem vereinfachten Verfahren bewertet werden können, so sind die übrigen Komponenten mit dem vereinfachten Verfahren zu bewerten.

Die energetische Bewertung hat in Übereinstimmung mit den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Die Eignung der Verfahren ist durch eine Prüfung bei einer unabhängigen sachverständigen Stelle nachzuweisen.

NA.8 Tabellen der Inspektionsklassen

NA.8.1 Erläuterungen zu den Tabellen der Inspektionsklassen

Die Angaben in den Zellen der Tabellen NA.9 bis NA.12 in diesem Abschnitt haben die in Tabelle NA.8 angegebene Bedeutung.

Tabelle NA.8 —Beschreibung

Klasse	Beschreibung
Optional	Der Inspektionsschritt ist nicht erforderlich, um der Inspektionsklasse zu entsprechen.
Erforderlich	Der Inspektionsschritt ist im Sinne dieser Norm erforderlich, um der Inspektionsklasse zu entsprechen.
Erforderlich (G/V)	Der Inspektionsschritt ist unabhängig von Anforderungen der Norm aufgrund aktueller öffentlich rechtlicher Vorschriften erforderlich.
Geeignet	Der Inspektionsschritt ist erforderlich, und das spezielle Verfahren ist geeignet, um der Inspektionsklasse zu entsprechen (es kann gegebenenfalls mehr als eine bevorzugte Möglichkeit geben, dies ist dann als Anmerkung zur Tabelle vermerkt).
NEIN	Der Inspektionsschritt ist erforderlich, aber das spezielle Verfahren reicht nicht aus, um der Inspektionsklasse zu entsprechen.
Exzellent	Der Inspektionsschritt ist erforderlich, und das spezielle Verfahren ist mehr, als gefordert wird, um der Inspektionsklasse zu entsprechen.
ANMERKUNG 1 Die letzte Option „exzellent“ gibt an, dass der spezielle Inspektionsschritt oder das optionale Verfahren detaillierter ist als gefordert wird, um der Inspektionsklasse zu entsprechen.	
ANMERKUNG 2 Ein „ – “ bedeutet, dass dieser Inspektionsschritt in Verbindung mit anderen Merkmalen nicht sinnvoll oder nicht durchführbar ist.	
ANMERKUNG 3 Die vorgenommene Einstufung hinsichtlich der Erforderlichkeit bzw. der Notwendigkeit bezieht sich stets auf die vorliegende Norm und tangiert nicht die Verpflichtungen resultierend aus nationalen Gesetzen und Verordnungen. Bestehende Verpflichtungen öffentlich rechtlicher Art sind in den Tabellen durch den Zusatz „(G/V)“ zum Wort „Erforderlich“ gekennzeichnet, um klarzustellen, dass unabhängig von den Anforderungen der Norm diese Tätigkeiten aufgrund von Gesetzen, Verordnungen oder anderen ordnungsrechtlichen Vorschriften in der Bundesrepublik Deutschland gefordert werden.	

NA.8.2 Wärmeerzeugerinspektion

Die Standard-Inspektionsklassen für Wärmeerzeuger beruhen auf:

- der Brennstoffart;
- der Nennwärmeleistung des Heizkessels.

Tabelle NA.9 — Informationen zur Kopfdatenaufnahme (zur Anwendung in Abschnitt NA.6)

Brennstoffart	Flüssig oder Gasförmig	Fest
Name des Eigentümers, Betreibers oder Verwalters	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Anschrift	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Brennstoff	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Typologie der Brennstoffzufuhr	Optional	Erforderlich (G/V)
Verwendungszweck des Wärmeerzeugers (Heizung/Trinkwarmwasser/beides)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Hersteller des Wärmeerzeugers	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Modell des Wärmeerzeugers	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Seriennummer des Wärmeerzeugers	Optional	Optional
Herstellungsdatum oder Baujahr des Wärmeerzeugers	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Maximalleistung (Nennwärmeleistung)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Minimalleistung	Erforderlich	Erforderlich
Wärmeerzeugerklassifikation	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Brennwert/Nichtbrennwert	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Kontrolle der CE-Kennzeichnung gegebenenfalls der Energieeffizienzklassen (soweit relevant)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Brennerhersteller	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Brennermodell	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Art der Leistungsmodulation	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)

Tabelle NA.10 — Für die wiederkehrende Wärmeerzeugerinspektion geforderte Verfahren und Methoden (zur Anwendung in Abschnitt NA.6)

Brennstoff			Gasförmig	Flüssig	Fest
Leistung			> 4 kW	> 4 kW	> 8 kW
Abgastemperatur	Messung nach	NA.6.2.1 u. NA.6.3.1	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Verbrennungslufttemperatur	Messung nach	NA.6.2.1 u. NA.6.3.1	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Sauerstoffkonzentration	Messung nach	NA.6.2.1 u. NA.6.3.1	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Differenzdruck	Messung nach	NA.6.2	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Rußzahlbestimmung	Messung nach	NA.6.3.3	Optional	Erforderlich (G/V)	—
Kontrolle auf Ölderivate im Abgas	Messung/ Sichtprüfung nach		—	Erforderlich (G/V)	—
Bestimmung der CO-Emission	Messung nach	NA.6.2.1 u. NA.6.3.2	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Bestimmung der Staub-Emission	Messung nach	NA.6.3.4	—	—	Erforderlich (G/V)
Ermittlung des Abgasverlustes	Berechnung nach	NA.6.2.1 u. NA.6.3.1	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)	Erforderlich (G/V)
Brennstoffleckagen	Sichtprüfung	NA.6.2.1	—	Erforderlich	Erforderlich
Beschädigung des Kessels	Sichtprüfung nach	NA.6.2.1	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich
Offensichtliche Verschmutzungen	Sichtprüfung nach	NA.6.2.1	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich

NA.8.3 Einmalige Inspektion der Heizungsanlage

Tabelle NA.11 — Für die einmalige Inspektion geeignete Verfahren und Methoden (zur Anwendung in Abschnitt NA.7)

Verfahren	Eignungsklasse
Checklistenverfahren	Geeignet
Analyseverfahren	Exzellent
Energetische Bewertung des Gebäudes	Exzellent

Tabelle NA.12 — Informationen zur Ermittlung von Betreiber und Heizungsanlagen nach dem vereinfachten Verfahren (Sofortverfahren/Checklistenverfahren) (zur Anwendung in NA.7.2)

Angaben		Siehe
Name des Eigentümers/Verwalters	Erforderlich	NA.7.2.2
Anschrift	Erforderlich	NA.7.2.2
Art des Gebäudes	Erforderlich	NA.7.2.2
Baujahr des Gebäudes	Erforderlich	NA.7.2.2
Wärmeschutzstandard (Baualtersklasse)	Erforderlich	NA.7.2.2
Beheizte Nutzfläche oder Volumen	Erforderlich	NA.7.2.2
Gebäudekategorie und Nutzung	Erforderlich	NA.7.2.2
Hersteller des Wärmeerzeugers	Erforderlich	NA.7.2.2
Typ des Wärmeerzeugers	Erforderlich	NA.7.2.2
Errichtungsjahr des Wärmeerzeugers	Erforderlich	NA.7.2.2
Brennstoff	Erforderlich	NA.7.2.2
Nennwärmeleistung	Erforderlich	NA.7.2.2
Feuerstättenart	Erforderlich	NA.7.2.2
Betriebsweise	Erforderlich	NA.7.2.2
Trinkwarmwasserbereitung in Kombination	Erforderlich	NA.7.2.2
Abgasverlust nach 1. BImSchV	Erforderlich	NA.7.2.3.1.2
Oberflächenverluste des Wärmeerzeugers	Erforderlich	NA.7.2.3.1.4
Ventilationsverluste	Erforderlich	NA.7.2.3.1.3
Brennwertnutzung ja/nein	Erforderlich	NA.7.2.3.1.5
Kessel überdimensioniert ja/nein	Erforderlich	NA.7.2.3.1.6
Regelung	Erforderlich	NA.7.2.3.2
Hydraulischer Abgleich	Erforderlich	NA.7.2.3.3.1
Pumpe (Einstellung/Regelung)	Erforderlich	NA.7.2.3.3.2
Rohrleitungsdämmung	Erforderlich	NA.7.2.3.3.3
Wärmeübergabe	Erforderlich	NA.7.2.3.4

Anhang NB
(informativ)
Ergänzende Graphiken

NB.1 Graphiken zur Abschätzung der Heizlast

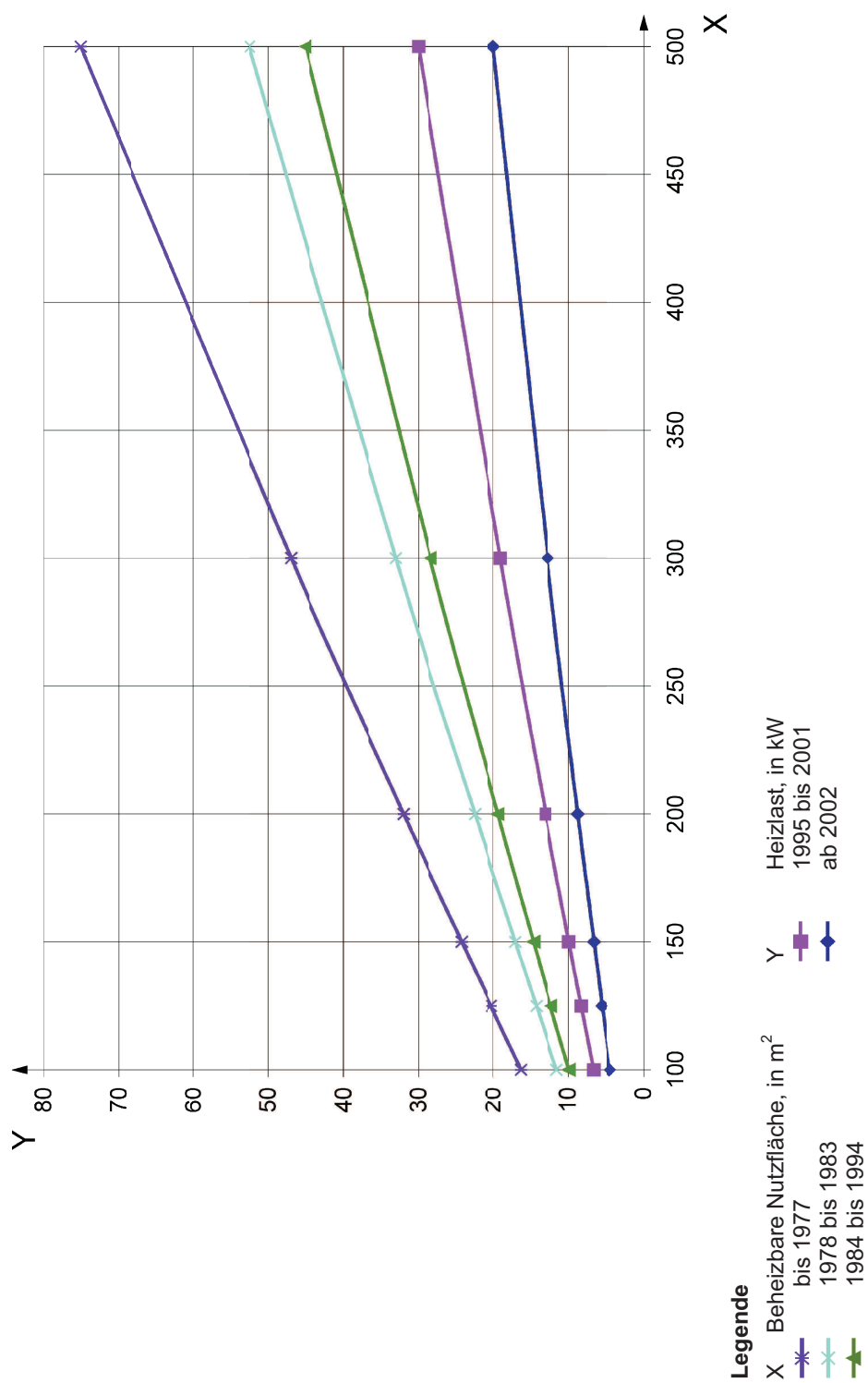


Bild NB.1 — Abschätzung der Heizlast in Abhängigkeit von beheizter Fläche und Wärmeschutzstandard (Baualtersklasse) des Gebäudes – 100 m² bis 500 m²

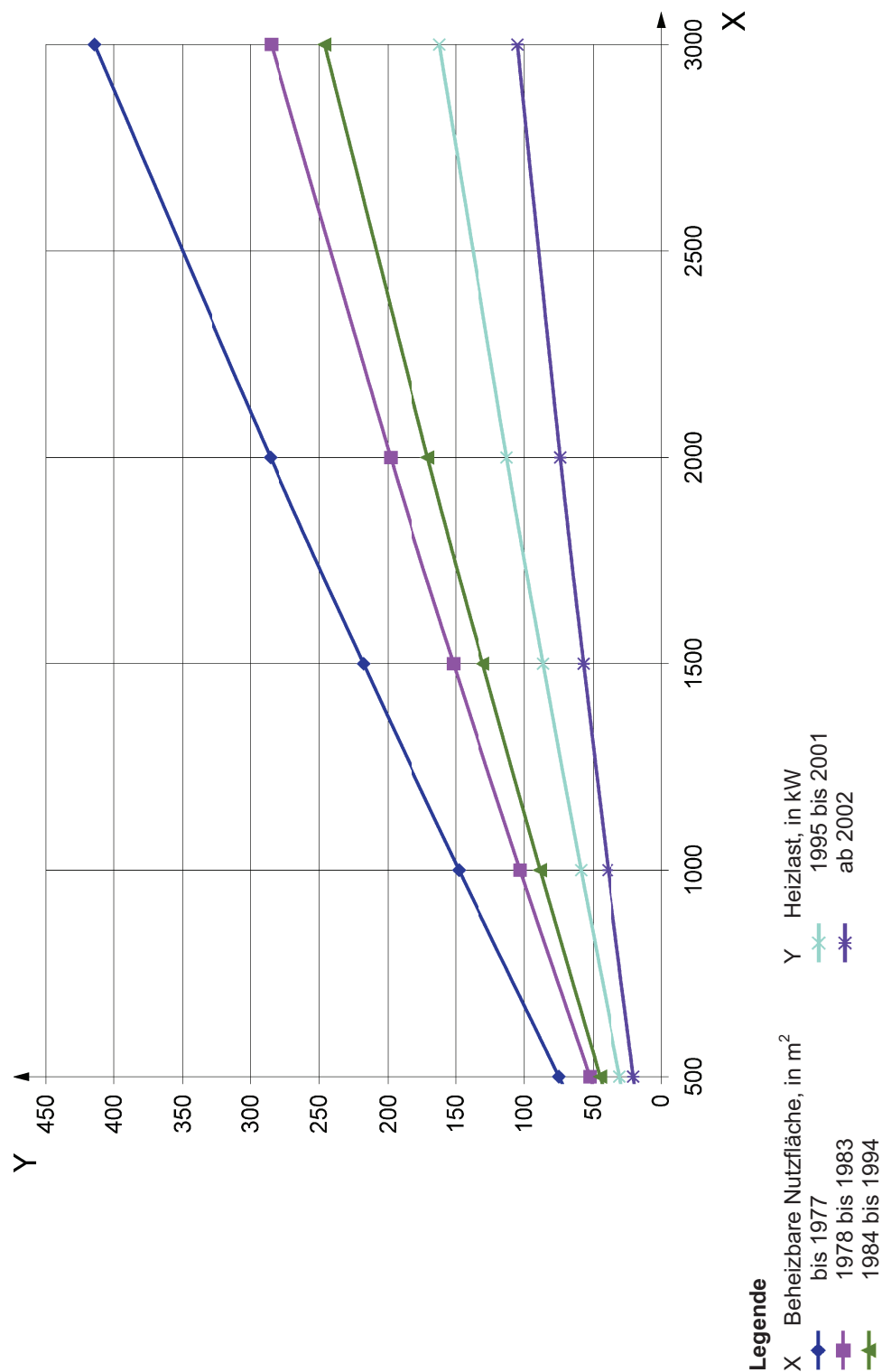
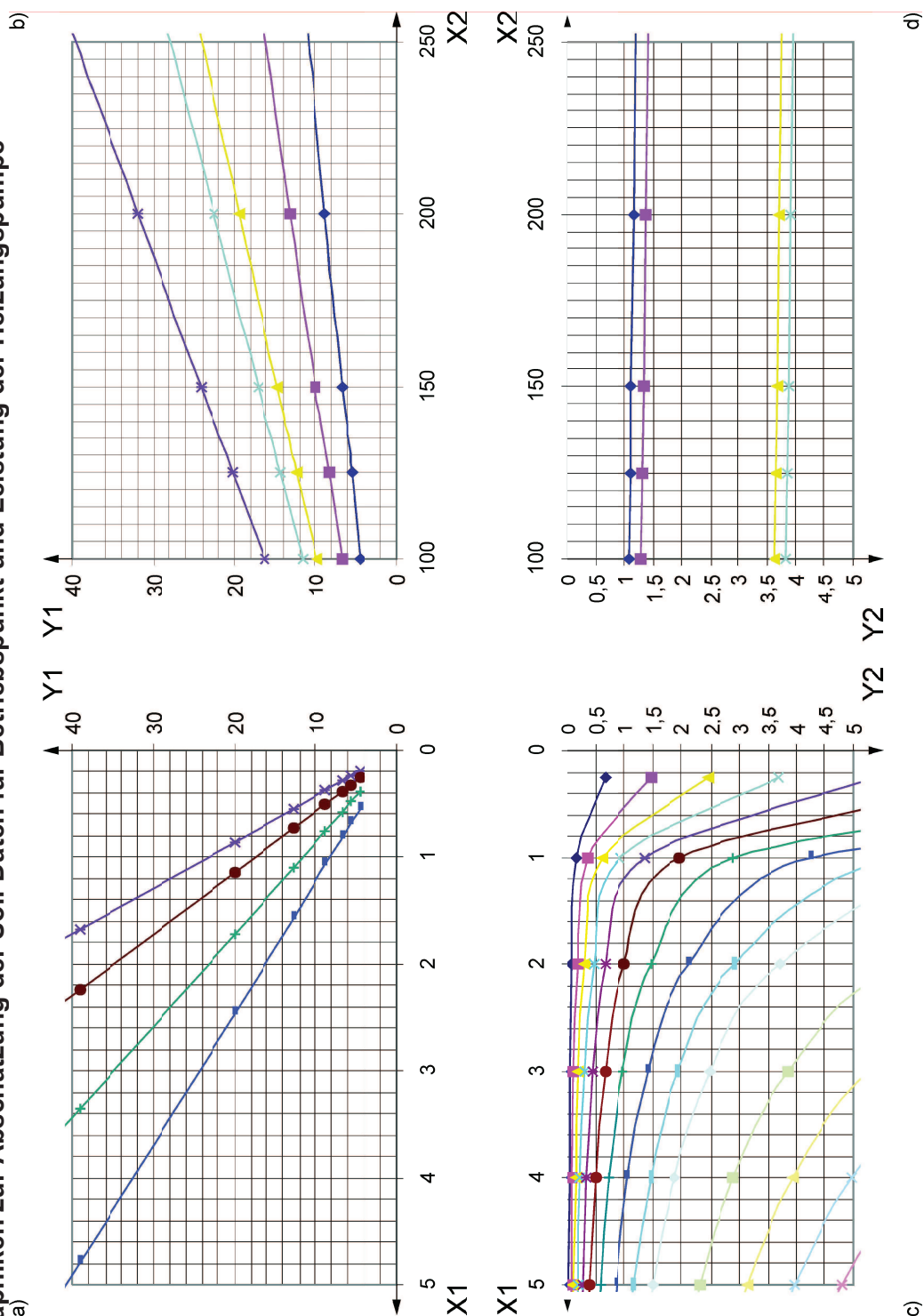


Bild NB.2 — Abschätzung der Heizlast in Abhängigkeit von beheizbarer Nutzfläche und Wärmeschutzstandard (Baualtersklasse) des Gebäudes – 500 m² bis 3 000 m²

NB.2 Graphiken zur Abschätzung der Soll-Daten für Betriebspunkt und Leistung der Heizungspumpe



Legende

X1 Volumenstrom, in m³/h
X2 Beheizbare Nutzfläche, in m²

zu a)

- HK-Spreizung 20 K
- HK-Spreizung 15 K
- HK-Spreizung 10 K
- Fußbodenheizung

zu c)

- 10 P_{el} in W
- 20 P_{el} in W
- 30 P_{el} in W
- 40 P_{el} in W
- 50 P_{el} in W
- 60 P_{el} in W
- 70 P_{el} in W
- 80 P_{el} in W
- 90 P_{el} in W
- 100 P_{el} in W
- 125 P_{el} in W
- 150 P_{el} in W
- 175 P_{el} in W
- 200 P_{el} in W

Y1 Heizlast, in kW

Y2 Förderhöhe, in m

zu b)

- bis 1977
- 1978 bis 1983
- 1984 bis 1994
- 1995 bis 2001
- ab 2002

zu d)

- Heizkörper
- einschließlich Strangregulierungsventile
- Fußbodenheizung
- einschließlich Strangregulierungsventile

Bild NB.3 — Graphisches Verfahren zur überschlägigen Bewertung der Pumpenauslegung – Beheizbare Nutzfläche 100 m² bis 250 m²

