

Kurzschulungen zur Qualitätssicherung



– *QS-Briefing*

**Arbeitsblatt zur Durchführung von Handwerker-Kurzschulungen
im Rahmen der Qualitätssicherung bei der energetischen
Gebäudemodernisierung**



Gefördert durch die Europäische Kommission



Inhalt

1.	Einführung – Warum Briefing?	4
2.	Übersicht / Briefing-Schema	5
3.	Basis	7
4.	Vorbereitung	9
5.	Durchführung	12
6.	Impressum	21



1. Einführung – Warum Briefing?

Links / weitere Informationen zum Projekt:

www.hannover.de/de/umwelt_bauen/energie/leitstelle_energie_klimaschutz/concerto/index.html

Seit Januar 2006 arbeiten die Städte Malmö (Schweden), Nantes (Frankreich), Koszalin (Polen), Newcastle (England) und Hannover innerhalb des EU-Programms CONCERTO in dem Projekt act2 zusammen. Ziel von act2 ist es, bis zum Jahr 2010 Energieeffizienz und erneuerbare Energien in den fünf beteiligten europäischen Kommunen zu fördern. Nantes und Hannover führen Demonstrationsvorhaben durch, die übrigen Städte profitieren als „Beobachter“ von den Erfahrungen, die in diesem Projekt gemacht werden.

Innerhalb von act2 werden begleitende Schulungsmaßnahmen für die an den Demonstrationsvorhaben Beteiligten durchgeführt. Die in dem vorliegenden Arbeitsblatt beschriebenen Kurzschulungen, die so genannten act2-QS-Briefing, wurden so aufbereitet, dass sich die Idee, das Konzept, die Planung sowie die Themen und Inhalte übertragbar darstellen lassen.

Dieses Arbeitsblatt richtet sich an Architekten, Ingenieure und Planer energetischer Gebäudesanierungsvorhaben, mit Fokus auf den Wohnungsbau; Schwerpunkt sind Briefing für das ausführende Handwerk; deren Inhalte sind im Wesentlichen:

- ▶ Vermittlung der Zielsetzungen der Qualitätssicherung
- ▶ Darstellung der spezifischen Zielsetzungen der Sanierung
- ▶ Wiederholung der Grundlagen der Luftdichtheit
- ▶ Instrumente der Qualitätssicherung (Luftdichtheits- bzw. Blower-Door-Messungen, Thermografie)
- ▶ Darstellung der häufig auftretenden Fehler etc.

Grundsätzlich besteht die Qualitätssicherung im Rahmen energetischer Gebäudesanierungen aus sechs Einzelschritten (STEPS):

- ▶ STEP A: Schulungen
- ▶ STEP B: Fortschreibung des Nachweises nach der Energieeinsparverordnung (kurz: EnEV-Nachweis)
- ▶ STEP C: Überprüfung von Konstruktionsdetails / Wärmebrücken
- ▶ STEP D: Hydraulischer Abgleich heizungs- und ggf. Lüftungstechnischer Anlagen
- ▶ STEP E: Blower-Door-Test
- ▶ STEP F: Gebäudethermografie

Bei den im Folgenden beschriebenen act2-QS-Briefing handelt es sich um den „STEP A“ im Gesamtumfang der Qualitätssicherung. Zusätzlich zu der Beschreibung stehen Ihnen auf der beigefügten CD zahlreiche ergänzende Materialien zur Verfügung wie Anschreiben, Besprechungsprotokolle, Teilnehmerlisten u. v. m.

Da es sich um die Beschreibung eines ergänzenden Schulungsverfahrens handelt, wurde in diesem Arbeitsblatt bewusst darauf verzichtet, die Qualitätssicherungsverfahren und -instrumente im Detail zu beschreiben. Hinweise auf weitere Informationen und Veröffentlichungen sind jedoch immer im Randbereich vermerkt.

2. Übersicht / Briefing-Schema

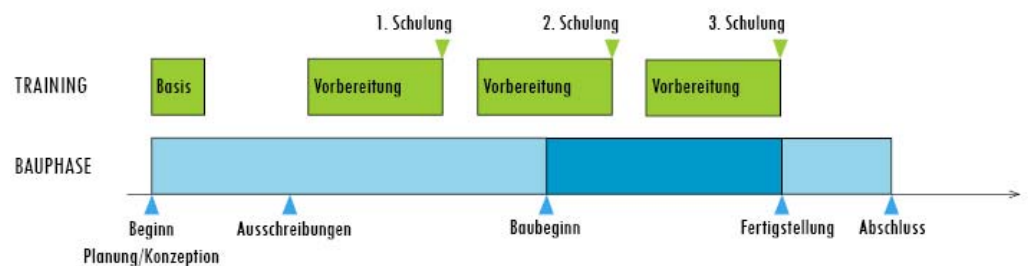
Die Handwerker-Kurzschulungen (act2-QS-Briefing) können fester Bestandteil jeder energetischen Gebäudemodernisierung sein. Zielgruppen der Schulungen sind in erster Linie die beteiligten ausführenden Unternehmen des jeweiligen Bauvorhabens.

Dabei ist es äußerst sinnvoll, alle am Bau beteiligten Gewerke an den Schulungen teilnehmen zu lassen; der Personenkreis sollte dabei jedoch auf die tatsächlich verantwortlich Handelnden begrenzt werden. Zusätzlich ist die Teilnahme der Planungsbeteiligten sowie direkter Vertreter der Bauherrenseite wünschenswert.

Der Umfang der Schulungen umfasst im Wesentlichen drei Termine mit jeweils 2–3 Stunden Dauer, die aber auf Wunsch der zu Schulenden ergänzt bzw. erweitert werden können:

- 1. Schulung** Theorie-Briefing: vor Beginn der Baumaßnahmen
(allgemeine Einführung zur Qualitätssicherung)
- 2. Schulung** Praxis-Briefing: während der Bauphase
(Vor-Ort-Schulung am Objekt zu Luftdichtheit, Wärmebrücken,
Hydraulischem Abgleich)
- 3. Schulung** Praxis-Briefing: Erfolgskontrolle
(Abschluss-Schulung mit Ergebnisermittlung)

a. Zeitlicher Ablauf der QS-Briefing



Im Schema abstrahiert dargestellt ist die Zeitablaufachse einer energetischen Gebäudemodernisierung (blau). Darüber stehen die drei Kurzschulungstermine sowie deren Vorbereitungsphasen. Es wird deutlich, dass für die Durchführung solcher Schulungen bereits bei den ersten Terminen mit den Bauherren und Entscheidungsträgern die Basis geschaffen werden muss.

Die drei wichtigen Stationen — Basis, Vorbereitung und Durchführung — werden in den folgenden Abschnitten detailliert beschrieben.



b. Die Stationen des *QS-Briefing* im Überblick

- ▶ **Basis:**
 - Bauherrn aufklären
 - Festlegung der Sanierungsziele und der Elemente der Qualitätssicherung als Gesamtkonzept
 - Einbettung der Qualitätssicherung in das Vergabeverfahren
- ▶ **Vorbereitung:**
 - Teilnehmerkreis bestimmen (Zielgruppe)
 - Programm erstellen, Datum und Ort festlegen
 - weitere Referenten / Beteiligte / Materialien notwendig?
 - Einladungen versenden
 - Folien / Inhalte vorbereiten / ggf. Hand-out für die Teilnehmer erstellen
 - Protokoll
- ▶ **Durchführung:**
 - Referat über die Schulungsthemen
 - Diskussions- und Fragerunde

3. Basis



Bild 3.1 — Bestandsfassade;
Quelle: Architekturbüro pk nord



Bild 3.2 — Bestandsfassade;
Quelle: Architekturbüro pk nord

Tipp:
Häufig wird Wärmedämmung mit der falschen Wärmeleitfähigkeit auf die Baustelle geliefert. Deshalb sollte dies vor Einbau immer geprüft werden.

Tipp:
Immer wieder gibt es Irritationen in Bezug auf die U-Werte von Fenstern. Deshalb sollte die Wärmeleitfähigkeit von Rahmen und Glas jeweils in der Ausschreibung genau definiert und vor Einbau der entsprechende Nachweis verlangt werden.

Gleich zu Beginn des Planungsprozesses werden mit dem Bauherrn die Sanierungsziele festgelegt. Es kann sehr unterschiedliche Motivationen für die Sanierung und sehr unterschiedliche Ausgangssituationen des Gebäudes betreffend geben. Die Gründe für eine energetische Sanierung reichen von hohen Energiekosten über Feuchteprobleme und Schimmelbildung bis zu Komforteinbußen durch zugige Wohnungen. Oft geht es auch darum, das Gebäude oder die Wohnungen nachhaltig zu verbessern und heutigen Ansprüchen anzupassen. Aufgabe des Planers ist es, ein funktionierendes Gesamtkonzept vorzuschlagen, das energetische, gestalterische und funktionale Gesichtspunkte zu einem optimalen Ergebnis führt. Für die energetische Sanierung müssen die Dämmmaßnahmen der Gebäudehülle und die Maßnahmen der Versorgungstechnik wie Wärmeversorgung und eventuell Lüftung gut aufeinander abgestimmt werden.

Welche Maßnahmen-Kombination ist für das Haus am sinnvollsten und effektivsten? Mit welchen Mitteln kann am meisten erreicht werden?

Zum Beispiel kann bei einem Gebäude, das bisher vielleicht banal und schlecht proportioniert war, die energetische Sanierung der Außenhülle dazu genutzt werden, die Gestaltung der Fassaden und der Fenster zu verbessern.

In einem anderen Fall sind die Fassaden aufwendig und gut gestaltet, so dass es sich verbietet, sie mit Wärmedämmung zu zerstören. In diesem Fall muss versucht werden, mit anderen Maßnahmen wie der Versorgungstechnik und Dämmung von Dach und Keller gute Effekte zu erzielen.

Damit die Sanierung eines Gebäudes eine Investition in die Zukunft ist, muss mit großer Sorgfalt geplant und gebaut werden. Wer viel Geld investiert, möchte sicher sein, dass die gewünschten Effekte wie geringerer Energieverbrauch und Steigerung des Komforts auch eintreten.

Hierzu muss bei der Planung besonders der bauphysikalisch kritischen Detailpunkte darauf geachtet werden, dass keine Wärmebrücken entstehen und dass die Anschlüsse luftdicht ausgeführt werden.

Im nächsten Schritt muss sichergestellt werden, dass diese Details auf der Baustelle auch so wie geplant ausgeführt werden.

Hier setzt das Verfahren der in diesem Arbeitsblatt beschriebenen Briefing ein.

In der Ausschreibung sollten die Handwerksfirmen auf die Qualitätssicherungsmaßnahmen hingewiesen und auf die Teilnahme an den Briefing verpflichtet werden.

Außerdem sollte darauf hingewiesen werden, welchen Dämmstandard die Bauteile erreichen sollen, besonders, wenn ein höherer Standard als bei der öffentlich-rechtlich geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV) angestrebt wird.

In der Ausschreibung müssen die Materialien und die Qualität der Dämm- und Dichtstoffe mit dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit genau beschrieben werden.

Stehen die Firmen fest, beginnt das Verfahren der act2-QS-Briefing.

Dieses Verfahren hat positive Auswirkungen, sowohl auf die Qualität der Bauausführung als auch für die Handwerksbetriebe, deren Mitarbeiter geschult werden. Aufgrund der Erklärung



und Durchführung der Qualitätskontrollen für Luftdichtheit (Blower-Door-Test), der Wärmebrückenfreiheit (Thermografie) und des Hydraulischen Abgleichs von heizungs- und Lüftungstechnischen Anlagen werden die Handwerker für die sorgfältige Durchführung ihrer Arbeit sensibilisiert und geschult.

Hierdurch wird Mängeln und Schäden vorgebeugt, was allen Beteiligten zu Gute kommt.

Folgende Gewerke sollten in die Schulung einbezogen werden:

- ▶ Fensterbauer
- ▶ Firmen, die Dämmarbeiten durchführen wie Maler, Trockenbauer, Dachdecker eventuell Tischler oder Zimmerleute
- ▶ Firmen, die Hauseingangstüren und Türen vom Treppenhaus einbauen wie Schlosser, Rohbauer oder Metallbauer
- ▶ Firmen, die bei den Balkonarbeiten beteiligt sind wie Schlosser, Klempner, Betonbauer
- ▶ Firmen für Sanitärtechnik
- ▶ Firmen für Heizungs- und Lüftungstechnik

Die Firmen müssen darauf hingewiesen werden, dass eventuelle Subunternehmen auch an den Briefing teilzunehmen haben, um die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen sicherzustellen.

Tipp:

Oft wird bei Vorwandinstallationen vergessen, nach Fliesenabbruch die Außenwand in diesem Bereich zu verputzen. Die dadurch entstehende Undichtigkeit erkennt man dann häufig erst beim Blower-Door-Test.



Bild 3.3 – Sanierung;
Quelle: Architekturbüro pk nord

Links / weitere Informationen:
www.kompetenzzentrum-iemb.de

4. Vorbereitung

Für die erfolgreiche Durchführung der act2-QS-Briefing sind einige vorbereitende Maßnahmen erforderlich. Diese unterscheiden sich darin, dass es sich bei dem ersten Schulungstermin um eine Theorie-Schulung handelt, während die darauf folgenden vor Ort stattfinden, also Praxisschulungen sind.

Vorbereitung 1. Schulung

Art: Theorie-Briefing

Wann: vor Beginn der Baumaßnahmen

Inhalt: allgemeine Einführung zur Qualitätssicherung

Zielsetzung: Die allgemeine Einführung zur Qualitätssicherung soll den Überblick über die gesamten geplanten Maßnahmen im Rahmen einer energetischen Gebäudesanierung geben (siehe auch Abschnitt „Durchführung“).

Zeitpunkt: Die erste Schulung sollte kurz nach Auftragserteilung durch den Bauherrn für die ausführenden Unternehmen stattfinden. Zu der ersten Schulung sollte seitens des Qualitätssicherers (Architekt, Ingenieur, Planer) eine schriftliche Einladung ausgesprochen werden. Hierzu kann das Einladungsschreiben auf der beigefügten CD genutzt werden (s. S. 11).

Schulungsort: Für das Theorie-Briefing bietet sich ein Besprechungs- oder Seminarraum an (soweit verfügbar); es könnte aber auch ein Baucontainer sein, der bereits vor Ort eingerichtet ist.

Ausstattung: Die Einrichtungen zur Durchführung der ersten Schulung hängen natürlich wesentlich von der Art und Weise der gewählten Methodik des Qualitätssicherers ab: Ein Flipchart sowie ein Overhead-Projektor oder ein PC mit Beameranschluss und Leinwand sind notwendige Mindestausstattungen. Weitere erforderliche Materialien ergeben sich aus dem Abschnitt „Durchführung“.

Dauer: Die Länge der ersten Schulung beträgt ca. 90–120 min. Hierauf sollte bereits in der Ausschreibung und im Einladungsschreiben hingewiesen werden.

Dokumentation, Nachbereitung: Eine Anwesenheitsliste ist zu führen. Ferner sollte ein kurzes Besprechungsprotokoll mit den wesentlichen Inhalten der Schulung erstellt und verteilt werden.



Bild 4.1 — Schulungsort 1;
Quelle: GMW — Ingenieurbüro GmbH

Vorbereitung 2. Schulung

Art: Praxis-Briefing

Wann: während der Bauphase

Inhalt: Vor-Ort-Schulung am Objekt zu Luftdichtheit, Wärmebrücken, Hydraulischem Abgleich

Zeitpunkt: Die zweite Schulung sollte im Rahmen der Umsetzung, d. h. während der Baumaßnahme erfolgen. Hierzu ist es erforderlich, dass erste Maßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt worden, aber noch korrigierbar sind (genannt: qualifizierter Ausbau). In Bezug auf den Hydraulischen Abgleich der Wärmeversorgung sollten bereits erste Regulierungseinrichtungen gesetzt sein, um am Objekt Einstellungen exemplarisch vorzunehmen zu können. Das Gleiche gilt auch für den Hydraulischen Abgleich einer Lüftungsanlage, soweit diese vorhanden ist.

Auch zu der zweiten Schulung sollte seitens des Qualitätssicherers eine schriftliche Einladung ausgesprochen werden.

Schulungsort: Für dieses Praxis-Briefing sollte eine Leerwohnung vor Ort gewählt werden; ist eine solche nicht vorhanden, dann muss eine bewohnte Wohnung herangezogen werden. Hierzu ist über den Bauherrn ein geeigneter Mieter auszuwählen. Der Bauherr und/oder der Mieter sind nach telefonischer Absprache darüber schriftlich in Kenntnis zu setzen.

Ausstattung: Zur Durchführung ist es erforderlich, alle entsprechend der vorgesehenen Qualitätssicherungsmaßnahmen verwendeten Messinstrumentarien vorzuhalten. Dies können sein:

- ▶ Luftdichtheits-Messgerät / Blower-Door einschließlich Hitzkugelanemometer
- ▶ Thermografiekamera
- ▶ die ggf. für eine Lüftungseinregulierung notwendigen Messinstrumente wie Volumenstrommesstrichter, Flügelradanemometer, Thermo-Hygrometer, Hitzkugelsonde, Schalldruckmessgerät

Ferner sollten die Berechnungsunterlagen zum Hydraulischen Abgleich für die Wärmeversorgung und für die Lüftungsanlage vorliegen.

Dauer: Die Länge der zweiten Schulung beträgt ebenfalls ca. 90–120 min; sie hängt wesentlich von den Fragen der Teilnehmer im Rahmen des „Learning-by-doing“-Prozesses ab.

Dokumentation, Nachbereitung: Eine Anwesenheitsliste ist wiederum zu führen. Gleiches gilt für ein Besprechungsprotokoll zur 2. Schulung.



Bild 4.2 – Vor-Ort-Schulung, hier: Blower-Door-Test; Quelle: GMW Ingenieurbüro GmbH

Vorbereitung 3. Schulung

Art: Praxis-Briefing

Wann: Erfolgskontrolle

Inhalt: Abschluss-Schulung mit Ergebnisermittlung

Zeitpunkt: Die dritte Schulung dient der Erfolgskontrolle nach Abschluss der Arbeiten im Rahmen der Abnahme durch den Qualitätssicherer.

Auch zu der dritten Schulung sollte seitens des Qualitätssicherers schriftlich eingeladen werden; hierzu kann wiederum das Einladungsschreiben auf der beigefügten CD genutzt werden (s. u.).

Schulungsort: Für das zweite Praxis-Briefing sollte wiederum eine Leerwohnung vor Ort gewählt werden. Ist eine solche nicht vorhanden, dann muss eine bewohnte Wohnung herangezogen werden. Hierüber sind der Bauherr und/oder der Mieter in Kenntnis zu setzen. Ferner sind die Mieter generell über die mit der Schulung verbundene Abnahme zu unterrichten.

Ausstattung: Zur Durchführung sind, genau wie bereits beim 2. Schulungstermin, alle entsprechend der vorgesehenen Qualitätssicherungsmaßnahmen verwendeten Messinstrumentarien vorzuhalten. Dies können wieder sein:

- ▶ Luftdichtheits-Messgerät / Blower-Door einschließlich Hitzkugelanemometer
- ▶ Thermografiekamera
- ▶ die ggf. für eine Lüftungseinregulierung notwendigen Messinstrumente wie Volumenstrommessstrichter, Flügelradanemometer, Thermo-Hygrometer, Hitzkugelsonde, Schalldruckmessgerät

Ferner sollten zur Kontrolle aller Einstellungen wiederum die Berechnungsunterlagen zum Hydraulischen Abgleich für die Wärmeversorgung und für die Lüftungsanlage vorliegen.

Dauer: Die Länge der dritten Schulung beträgt ebenfalls ca. 90–120 min; sie hängt wesentlich von der Anzahl der aufgedeckten Mängel ab.

Dokumentation, Nachbereitung: Eine Anwesenheitsliste ist wiederum zu führen. Gleiches gilt für ein Besprechungsprotokoll zur 3. Schulung.

Hilfsmittel für die Vorbereitung auf CD

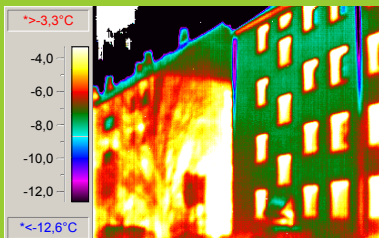
Auf der beigefügten CD finden Sie die folgenden Dateien, die Ihnen die Vorbereitung der Schulungen erleichtern sollen.

Bearbeitbare Vorlagen:

- ▶ Einladungsschreiben für alle drei Schulungen
- ▶ Anschreiben zur Information der Bauherren
- ▶ Anschreiben für Mieter, die ihre Wohnung für die Praxis-Briefing zur Verfügung stellen
- ▶ Teilnehmerliste

Muster-Vorlagen:

- ▶ Je 1 Muster-Protokoll für die drei Schulungstermine; die beispielhaft dargestellten Inhalte der Protokolle ergänzen zusätzlich den möglichen Ablauf der Schulungen.



Bilder 4.3 und 4.4 – Vor-Ort-Schulung, hier: Thermografie-Aufnahme nach der Sanierung;
Quelle: GMW – Ingenieurbüro GmbH

5. Durchführung



Nachdem die Vorbereitungen und Formalien der drei Schulungstermine im Rahmen der Qualitätssicherung dargestellt wurden, sollen nun die inhaltlichen Themenschwerpunkte erarbeitet und entsprechende Hinweise gegeben werden.

Durchführung 1. Schulung: Allgemeine Einführung zur Qualitätssicherung

Art: Theorie-Briefing

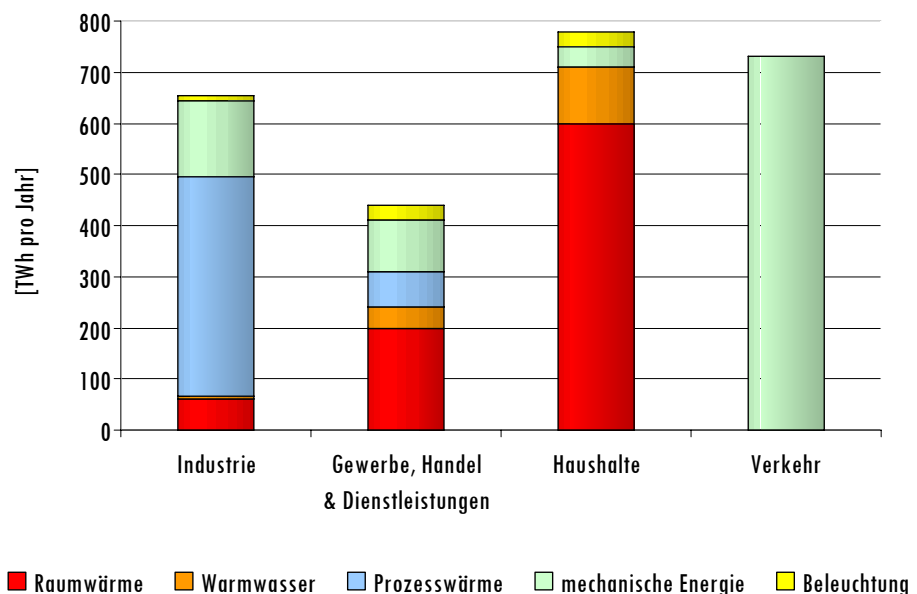
Wann: vor Beginn der Baumaßnahmen

Inhalt: allgemeine Einführung zur Qualitätssicherung

Hintergrund / Zielsetzungen

Energieeinsparung im Gebäudebereich

Auf den Gebäudesektor entfällt ca. 40 % des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland; dazu zählen die privaten Haushalte sowie Einrichtungen aus Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Von diesem Energieverbrauch entfällt auf die Bereitstellung von Raumwärme und Trinkwarmwasser wiederum ein entscheidender Anteil, der bei privaten Haushalten bis zu 90 % ausmacht. In diesem Umfeld bewegen sich Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung und damit zur Energieeinsparung, deren nachhaltiger Erfolg über Qualitätssicherungsmaßnahmen garantiert werden soll.



Grafik 5.1 — Schulungsinhalte, Verteilung des Energieverbrauchs in Deutschland; Quelle: GMW – Ingenieurbüro GmbH

Zielsetzungen der geplanten energetischen Gebäudesanierung

Ausgangszustand für die Bewertung des zu sanierenden Gebäudes ist die Energiebilanzierung nach der Energieeinsparverordnung (kurz: EnEV-Nachweis) bzw. nach dem PassivhausProjektierungsPaket (kurz: PHPP) für den derzeitigen Gebäudebestand. Hierbei ist sowohl die Güte der bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäudehüllflächen als auch der Anlagenbestand der Wärmeversorgung zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser berücksichtigt. Wesentliche Zielgrößen der Energiebilanzierung sind der zu erwartende Endenergieverbrauch, der Jahresheizwärmebedarf, der Jahresprimärenergiebedarf und natürlich die CO₂-Emissionen.

Basierend auf den formulierten Zielsetzungen, die bspw. durch Förderprogramme vorgegeben sein können, werden unterschiedliche Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs anhand der genannten Bilanzierungen in Bezug auf die Zielgrößen erarbeitet. Diese Maßnahmen betreffen zum einen den Bereich der Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften der Gebäudehülle und zum anderen die Art der zukünftigen Wärmeversorgung.

Um die gesteckten Ziele mit der geplanten energetischen Gebäudesanierung zu erreichen, hat sich eine Qualitätssicherung für die Bereiche Bauphysik und Anlagentechnik etabliert und als notwendig erwiesen. Wie bereits im Abschnitt „Übersicht“ beschrieben, gliedert sich die Qualitätssicherung in nachfolgende Einzelschritte:

- ▶ STEP A: Schulungen
- ▶ STEP B: Fortschreibung des Nachweises nach der Energieeinsparverordnung (kurz: EnEV-Nachweis)
- ▶ STEP C: Überprüfung von Konstruktionsdetails / Wärmebrücken
- ▶ STEP D: Hydraulischer Abgleich heizungs- und ggf. Lüftungstechnischer Anlagen
- ▶ STEP E: Blower-Door-Test
- ▶ STEP F: Gebäudethermografie

Die in diesem Arbeitsblatt beschriebenen Kurzschulungen (STEP A) sollen alle an der Ausführung Beteiligten in die Lage versetzen, die mit der Ausschreibung festgelegten Qualitäten zu erreichen und Fehler in der Umsetzung zu vermeiden. Die unterschiedlichen Schritte der Qualitätssicherung mit ihren jeweiligen Nachweis- und Messverfahren dienen letztlich dazu, die Mängelfreiheit der energetischen Sanierung zu garantieren.

Hierzu sei angemerkt, dass sich die STEPs B und C in ihrem Nachweis ausschließlich an die Planungsbeteiligten richten. Direkte Berührungspunkte ergeben sich aufgrund der eingesetzten Verfahren mit den ausführenden Unternehmen nicht. Nichtsdestoweniger wird nachfolgend ein Überblick über die in der Planung berücksichtigten Prinzipien zum luftdichten und wärmebrückenfreien Bauen gegeben, die in dieser Art bei den Baumaßnahmen umzusetzen sind.

Tipp:

An dieser Stelle ist es sinnvoll, die konkret für das Objekt vorgesehenen Maßnahmen und das damit verbundene Ziel zu benennen.

Tipp:

Einige Vortragsfolien sowie ein komplettes Beispiel für eine Qualitätssicherung befinden sich auf der beigefügten CD.

Schulungsinhalte

Übersicht

Schulungsthemen sind u. a.:

- ▶ Einführung Wärme und Energieeinsparung
- ▶ Erläuterung der Zielsetzungen und Zielzahlen für das konkrete Sanierungsobjekt und deren Auswirkungen auf und Anforderungen an die Bauausführung
- ▶ Darstellung der Arten von Wärmebrücken und deren Auftreten
- ▶ Prinzipien des luftdichten Bauens
- ▶ Informationen über die Messtechnik der QS: Blower-Door-Test sowie ggf. Thermografieaufnahmen
- ▶ Konstruktionsdetails und Verbesserungsvorschläge, Darstellung häufig auftretender Fehlstellen und Mängel
- ▶ Hydraulischer Abgleich
- ▶ Diskussion und Fragerunde

Luftdichtheit

In Abhängigkeit der Gebäudegeometrie, der Anströmrichtung und der Windgeschwindigkeit erzeugt der Wind auf der Gebäudeoberfläche Bereiche höheren und niedrigeren Drucks als im Gebäudeinneren. Dieser Winddruck verursacht ein Eindringen von Außenluft auf der windzugewandten Seite und ein Ausströmen auf der windabgewandten Seite des Gebäudes. Bei höheren Windgeschwindigkeiten ist der Winddruck die Hauptursache für die Luftwechselrate in Gebäuden und führt somit zu einem erhöhten Energiebedarf. Daneben kann feuchte, unkontrolliert ein- bzw. ausströmende Raumluft zu Bauschäden in der Konstruktion führen.

Zur Begrenzung der Lüftungswärmeverluste sind die Grenzwerte für die Luftdurchlässigkeit von Gebäuden in der DIN 4108-7 festgelegt. Eine Nichtbeachtung oder unzureichend ausgeführte Luftdichtheit ist ein verdeckter Mangel der Bauleistung.

Je nach Gebäudeausstattung werden unterschiedliche Anforderungen an die Luftdichtheit gestellt. So gilt für

- ▶ Gebäude mit Fensterlüftung: $n_{50} \leq 3,00 \text{ 1/h}$
- ▶ Gebäude mit raumluftechnischen Anlagen: $n_{50} \leq 1,50 \text{ 1/h}$
- ▶ Passivhäuser: $n_{50} \leq 0,60 \text{ 1/h}$

Eine weitere Forderung ist, dass es in der Gebäudehülle keine größeren Einzel-Leckstellen geben darf, durch die die Raumluft in die Konstruktion einströmen kann.

Weitere Gründe, die für eine gute Luftdichtheit sprechen sind:

- ▶ Sicherstellung der Behaglichkeit
- ▶ Vermeidung so genannter Kaltluftseen
- ▶ Sicherstellung schadstoffarmer Raumluft
- ▶ Funktionierende Lüftungsanlagen
- ▶ Vermeidung von Feuchteintrag
- ▶ Sicherstellung von Dämmeigenschaften
- ▶ Minimierung von Energieverlusten

Als Nachweisverfahren zur Luftdichtheit bedient man sich des Blower-Door-Tests (auch Luftdichtheitstest oder Druckdifferenztest; siehe auch Abschnitt Durchführung 2. Schulung).



Bild 5.1 — Einbausituation einer Blower-Door;
Quelle: BlowerDoor GmbH

Links / weitere Informationen:

www.blowerdoor.de

www.flib.de



Links / weitere Informationen:

www.buildingphysics.de (HEAT)

www.bauphysik-software.de

(Dämmwerk)

Wärmebrücken

Die Reduzierung von Wärmebrücken ist vornehmlich als Planungsaufgabe anzusehen. Für die Umsetzung sind den Ausführenden Konstruktionsdetails zu übergeben. Die Planung muss alle für die Umsetzung benötigten Angaben, wie z. B. zu Dämmstoffen, Dämmstärken, Einbindetiefen etc., beinhalten. Aus bauphysikalischer Sicht nimmt der Einfluss von Wärmebrücken mit zunehmendem Dämmstandard eines Gebäudes zu.

Neben der Verringerung der Transmissionswärmeverluste liegt der wichtigste Effekt aber in der Vermeidung von Feuchte- bzw. Schimmelpilzproblemen. Aufgrund des stärkeren Wärmeabflusses besteht die Gefahr, dass in Bereichen von Wärmebrücken ein Bauteil soweit abkühlt, dass es zu Kondensatbildung auf der Oberfläche kommt, womit die Grundlage für einen Schimmelpilzbefall gegeben ist. Für die Beurteilung einer Wärmebrücke stehen unterschiedliche Berechnungsprogramme (z. B. HEAT 2.0, Dämmwerk) zur Verfügung, die den Temperaturverlauf an dem Bauteil simulieren. Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Umgebungstemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit einerseits sowie der geplanten Maßnahme andererseits, lassen sich Bauteilkonstruktionen auf ihre Zulässigkeit und Brauchbarkeit prüfen und bewerten. Als Nachweisverfahren zur Umsetzung an Gebäuden wird die Thermografie eingesetzt.

Hydraulischer Abgleich

a) Heizungstechnische Anlagen

Aufgrund unterschiedlicher Entfernungen zwischen dem Wärmeerzeuger und den einzelnen Wärmeverbrauchern (Heizkörper, Fußbodenheizkreise, Luffterhitzer etc.) kommt es zu unterschiedlichen Druckverhältnissen im Anlagensystem einer heizungstechnischen Anlage. Verbraucher, die in der Nähe der Heizkreispumpe angeordnet sind, werden mit einem höheren Anlagendruck beaufschlagt, als entfernter liegende. Da sich in einer nicht einregulierten Anlage ein Großteil der Wärme bereits auf die näheren Verbraucher aufgeteilt hat, kann es zu einer Unterversorgung der weiter entfernten Verbraucher im Heizungsnetz kommen; oder im Umkehrschluss: Werden weit entfernte Verbraucher mit der ihr zugeordneten Wärmemenge versorgt, so erhalten näher liegende Verbraucher erhöhte Wärmemengen, die zu einem steigenden Energiebedarf führen.

Ein Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage sorgt dafür, dass jeder Verbraucher genau die richtige Wärmemenge über den Heizungswasserdurchfluss bekommt, die er für die erforderliche Wärmeabgabe benötigt. Eine derartige Einregulierung des Heizungssystems senkt den Energiebedarf, die damit verbundenen Kosten, erhöht die Wirtschaftlichkeit und führt zu einer verbesserten Umweltbilanz. Das erzielbare Einsparpotenzial in Bestandsanlagen kann bis zu 30 % bei gleichzeitigem Komfortgewinn betragen.

In der VOB Teil C wird der Hydraulische Abgleich gefordert. Die Bauteile von Heizungs- und Wassererwärmungsanlagen sind planerisch so aufeinander abzustimmen, dass die geforderte Anlagenleistung erbracht wird, die Betriebssicherheit gegeben sowie ein sparsamer und wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Rohrleitungen und Armaturen sind so zu wählen, dass auch bei wechselnden Betriebsbedingungen eine ausreichende Wärmeversorgung sichergestellt werden kann. Da unter Teillastbedingungen ein erhöhter Betriebsdruck zu erwarten ist, sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um dies zu unterbinden. Möglichkeiten hierzu bestehen im Einbau selbstregulierender Pumpen und in der Verwendung von Strangreguliertventilen bzw. Differenzdruckreglern.

Im Rahmen energetischer Gebäudesanierungen ist in der Regel ein vorhandenes Heizungsnetz in eine Gesamtmaßnahme zu integrieren; d. h. der Aufbau einer Zentralisierung geht beispielsweise einher mit dem Erhalt des Heizungsnetzes in Verbrauchseinheiten wie einer Wohnung. Neben dem Vorgenannten kann der Hydraulische Abgleich nur durch den Einbau

neuer, regulierbarer Thermostatventile und Rücklaufverschraubungen an Bestandsverbrauchern realisiert werden.

Grundlage der Qualitätssicherung und damit eines fachgerechten Hydraulischen Abgleichs ist die Berechnung des Heizungsrohrnetzes einschließlich der daraus resultierenden Vorgaben der Ventileinstellungen. Im Rahmen der Qualitätssicherung gilt es, diese vorgegebenen Voreinstellungen zu überprüfen, ggf. anzupassen und letztlich zu zertifizieren.

b) Lüftungstechnische Anlagen

Wie schon bei den heizungstechnischen Anlagen beschrieben, gelten für die unterschiedlichen Druckverhältnisse in einer Lüftungstechnischen Anlage die gleichen Randbedingungen. Sollten im Rahmen einer energetischen Gebäudesanierung Lüftungstechnische Anlagen eingeplant sein, so ist der drohende Energieverlust bei fehlender Einregulierung einer Lüftungsanlage ungleich höher. Ferner ist zu beachten, dass eine nicht einregulierte Lüftungsanlage neben einer reduzierten Wärmerückgewinnung (sofern damit ausgestattet) ihren Aufgaben eines hygienisch erforderlichen Luftwechsels, dem Feuchteabtransport etc. nicht ordnungsgemäß nachkommen kann. Hoher Energieverbrauch, schlechte Luftqualität, Feuchteschäden bis zur Schimmelpilzbildung und letztlich hohe Umweltbelastungen wären die Folgen.

Um diesen negativen Erscheinungen entgegenzuwirken, ist auch für Lüftungstechnische Anlagen ein Hydraulischer Abgleich erforderlich; dieser wird ebenso wie für die Wärmeversorgung in der VOB Teil C vom Anlagenerrichter eingefordert.

Es zeigt sich, dass im Rahmen der Qualitätssicherung für energetische Gebäudesanierungen die Einmessung und Einregulierung einer Lüftungstechnischen Anlage in Anlehnung an die Abnahmeregeln der VDI 2079 erfolgen sollte. Grundlage der Anlagenbemessung und damit auch der Einmessung und Einregulierung bildet die DIN 1946 T6, die planerisch zu erfassen ist.

Die Qualitätssicherung in Anlehnung an die VDI 2079 findet in nachfolgenden Schritten statt:

- ▶ Vollständigkeitsprüfung
- ▶ Funktionsprüfung
- ▶ Funktionsmessung

Hierbei wird mit der Vollständigkeitsprüfung der ausgeschriebene Lieferumfang überprüft. Die Funktionsprüfung umfasst den Nachweis der korrekten Installation der wesentlichen Bauteile; die Funktionsmessung beinhaltet die tatsächliche Überprüfung der vorgegebenen Sollwerte mit unterschiedlichen Messverfahren. Im Rahmen der Qualitätssicherung gilt es, die Vorgaben zu überprüfen, ggf. anzupassen und letztlich zu zertifizieren.

Diskussions- und Fragerunde

Im Zuge des 1. Schulungstermins zur Qualitätssicherung ergeben sich mit Darstellung der eingesetzten Verfahren in der Regel eine Fülle von Fragen, die letztlich erst nach einem einmaligen Durchlauf des gesamten Verfahrens geklärt werden können. Nichtsdestoweniger gilt es, nach den o. a. Schulungsinhalten eine Diskussions- und Fragerunde anzubieten. Je nach Kenntnisstand der Teilnehmer wird damit der ursprünglich geplante Schulungsrahmen erweitert.



Bild 5.2 – Durchführung eines 1. Briefing;
Quelle: GMW – Ingenieurbüro GmbH

Durchführung 2. Schulung: vor Ort am Objekt

Art: Praxis-Briefing

Wann: während der Bauphase

Inhalt: Vor-Ort-Schulung am Objekt zu Luftdichtheit, Wärmebrücken, Hydraulischem Abgleich

Ausgangslage

Wie in Abschnitt „Vorbereitung“ bereits beschrieben, findet der 2. Schulungstermin vor Ort am Objekt statt. Für die Thermografie sind Aufstellung und Durchführung im Außenbereich in der Regel ausreichend. Der Blower-Door-Test und die Maßnahmen zum Hydraulischen Abgleich sollten in einer Leerwohnung bzw. ausgewählten Einzelwohnung stattfinden.

Schulungsinhalte

Durchführung eines Blower-Door-Tests

Die Überprüfung der Luftdichtheit wird mit dem Differenzdruckverfahren, dem so genannten Blower-Door-Test durchgeführt. Für diesen Test wird mit einem Ventilator ein konstanter Unterdruck und Überdruck im Gebäude erzeugt.

Der Ventilator und die dazugehörige Messeinheit werden in einer Außentür oder in einem Fenster montiert und die Messeinheit justiert. Beginnend mit der Unterdruckmessung wird eine Druckdifferenz zwischen der Außenluft und dem Gebäudeinneren von etwa 50 Pascal erzeugt. Durch Leckstellen in der Gebäudehülle strömt nun Außenluft in das Gebäude und kann somit lokalisiert werden. Hierfür stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Auswahl:

- ▶ durch Fühlen mit der Hand
- ▶ durch Messung der Luftgeschwindigkeit mit einem Anemometer an der Ein- bzw. Austrittsöffnung der Leckstelle
- ▶ mit Hilfe eines Nebelgenerators; bei dieser Methode wird im Überdruckbereich künstlicher Nebel erzeugt, der durch die Leckstellen auf die Außenseite des Gebäudes strömt und dort austritt; mit dieser Methode können Leckagepfade durch Hohlräume und Schächte kenntlich gemacht werden.
- ▶ mittels zusätzlicher Thermografie der inneren Bauteiloberflächen; durch das Einströmen von Außenluft kühlt das Bauteil ab, so dass der Lufteintritt mit der Thermografiekamera sichtbar gemacht werden kann.

Aufnahmen mit der Thermografie-Kamera

Die Infrarotthermografie dient bei der energetischen Gebäudesanierung zur Dokumentation des Ausgangszustands des Gebäudes sowie zur Qualitätskontrolle der umgesetzten bauphysikalischen Maßnahmen. Aufgrund der „Sichtbarmachung“ des Wärmestroms lassen sich mit der Thermografie Schwachpunkte an dem Gebäude und an seinen Bauteilanschlüssen aufspüren. Diese Bereiche sollten dann im Laufe der weiteren Umsetzung berücksichtigt und dort Verbesserungen erarbeitet werden.



Bilder 5.3 und 5.4 – Durchführung eines 2. Briefing; Blower-Door eingebaut und Einsatz des Anemometers;
Quelle: GMW – Ingenieurbüro GmbH



Hydraulischer Abgleich

a) Heizungstechnische Anlagen

In einem ersten Schritt werden die zentralen Einbaukomponenten zum Hydraulischen Abgleich wie selbstregulierende Pumpen, Strangregulierventile oder auch Differenzdruckregler in Bezug auf Ihre Qualitäten entsprechend den Vorgaben einer Ausschreibung etc. in Augenschein genommen. Hierbei ist es erforderlich, die Auslegungsdaten (in der Regel in Form eines Strangschemas) allen Beteiligten nochmals deutlich zu machen. Auf dieser Grundlage erfolgen die ersten durchführbaren Einstellungen.

Abschließend werden die Voreinstellmöglichkeiten an den Thermostatventilen und an den Rücklaufverschraubungen in der Wohnung erläutert und von den Beteiligten selbst getestet. Auch hierfür sollte eine Einstellliste (ebenfalls wieder als Strangschema) zur Verfügung stehen.

b) Lüftungstechnische Anlagen

Anhand der in der ersten Schulung dargestellten Qualitätssicherung in Anlehnung an die VDI 2079 sollte die Schulung vor Ort durchgeführt werden. Es erweist sich als äußerst sinnvoll, die verwendeten Messgeräte zu erklären und alle Beteiligten wenigstens eine Messung durchführen zu lassen.

Durchführung 3. Schulung: Vor-Ort-Erfolgskontrolle

Ausgangslage

Der 3. Schulungstermin findet ebenfalls vor Ort am Objekt statt und ist in der Regel mit der Abnahme der Gesamtmaßnahme durch den Qualitätssicherer gekoppelt. Für die Thermografie sind Aufstellung und Durchführung wiederum im Außenbereich vorgesehen. Der Blower-Door-Test und die Maßnahmen zum Hydraulischen Abgleich sollten in einer Leerwohnung bzw. ausgewählten Einzelwohnung stattfinden.

Durchführung eines Blower-Door-Tests

Für die Erfolgskontrolle ist es sinnvoll, nach Möglichkeit die Einzelwohnung aus dem 2. Schulungstermin als Testobjekt zu wählen, um den Teilnehmern einen direkten Vergleich aufzuzeigen. Der Blower-Door-Test wird in der gleichen Weise wie zuvor beschrieben aufgebaut und durchgeführt. Die aktuellen Messdaten können nun mit den Daten aus dem ersten Test verglichen und die Ausführung der Arbeiten beurteilt werden.

Typische Schwachpunkte sind:

- ▶ Abdichtungen Rohrdurchführungen
- ▶ Anschlusssituationen Dachbereiche
- ▶ Türen- und Fensteranschlüsse
- ▶ Schalter und Steckdosen in Außenwänden
- ▶ im Bereich von Vorwandinstallationen
- ▶ Bodenluken zum unbeheizten Dachraum



Bilder 5.5 und 5.6 – Durchführung eines
3. Briefing; Thermografie-Aufnahmen;
Quelle: GMW – Ingenieurbüro GmbH

Aufnahmen mit der Thermografie-Kamera

Die abschließende Thermografie dokumentiert, dass die angestrebte Qualität der umgesetzten bauphysikalischen Maßnahmen sichergestellt ist. Auch hier besteht wie bei dem Blower-Door-Test die Möglichkeit des direkten Vergleichs zwischen dem Ausgangszustand vor der Sanierung und der Situation nach Umsetzung der Gesamtmaßnahme.

Typische Schwachpunkte sind:

- ▶ Gebäudeanschlüsse in den Bereichen Außenwand-Kellerdecke, Außenwand-Fenster, Außenwand-Dach
- ▶ auskragende Balkonplatten
- ▶ Vordächer

Hydraulischer Abgleich

a) Heizungstechnische Anlagen

In Zusammenarbeit mit den Beteiligten werden bezüglich der aufgestellten Berechnungen die Einstellungen an Strangreguliertventilen, Thermostatventilen, Rücklaufverschraubungen etc. stichprobenartig überprüft. Als Hilfsmittel ist wiederum ein Strangschema mit den gekennzeichneten Werten sinnvoll. Die Werte werden dokumentiert und ein Abschlusszertifikat bzw. eine Abschlussstellungnahme seitens des Qualitätssicherers abgegeben. Typische Schwachpunkte sind:

- ▶ Einbau neuer Ventile übersehen / vergessen
- ▶ Einstellungen nicht vorgenommen; Einbau wie Lieferung

b) Lüftungstechnische Anlagen

In Zusammenarbeit mit den Beteiligten werden die Einstellungen an einer Lüftungstechnischen Anlage in Anlehnung an die VDI 2079 stichprobenartig überprüft. Die Werte werden dokumentiert und ein Abschlussbericht seitens des Qualitätssicherers erstellt. Typische Schwachpunkte sind:

- ▶ Geräteanschluss nicht hergestellt
- ▶ Kondensatanschluss nicht vorhanden
- ▶ Außenluft-, Fortluftleitungen nicht gedämmt
- ▶ Zu- und Abluftseite vertauscht
- ▶ Zu- und Abluftleitungen nicht gegen Bauschmutz gesichert
- ▶ Aluflexrohr, soweit verwandt, eingedrückt
- ▶ Ventile nicht eingemessen, Einbau wie Lieferung
- ▶ Bedienungseinweisung an Nutzer nicht erfolgt
- ▶ Wartungshinweise nicht vorhanden

Hilfsmittel für die Durchführung auf CD

Auf der beigefügten CD finden Sie die folgenden Dateien, die Ihnen die Durchführung der Schulungen erleichtern sollen.

Muster-Vorlagen:

- ▶ Beispiel-Präsentationen für die Grundlagenvermittlung der 1. Schulung
- ▶ Beispiele für Protokolle und Abschlussberichte für den Hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage bzw. die Einregulierung der Lüftungsanlage



- ▶ Beispiel für ein Blower-Door-Prüfzertifikat
- ▶ Beispiel für die Auflistung von Heizkörper-Voreinstellungen im Rahmen des Hydraulischen Abgleichs

Zusätzlich:

Ein komplettes Beispiel für die Durchführung einer Qualitätssicherung einer energetischen Gebäudesanierung mit allen Stufen



6. Impressum

Erarbeitung

GMW – Ingenieurbüro GmbH
Dipl.-Ing. Jens Grundt
Dipl.-Ing. Architekt Michael von Lübken
Straße der Nationen 5
D-30539 Hannover
Tel.: 0511 / 58 59 48 - 0
Fax: 0511 / 58 59 48 - 48
E-Mail: mail@gmw-ingenieurbuero.de

Architekturbüro pk nord
Blencke Gefäller Knoll
Dipl.-Ing. Architektin Angelika Blencke
Kniggestraße 7
D-30167 Hannover
Tel.: 0511 / 700 09 09
Fax: 0511 / 71 39 34
E-Mail: info@pk-nord.de

target GmbH
Dipl.-Ing. Architektin Gabi Schlichtmann
Walderseestraße 7
D-30163 Hannover
Tel.: 0511 / 90 96 88-46
Fax: 0511 / 90 96 88-40
E-Mail: schlichtmann@targetgbh.de

Projektkoordination und fachliche Begleitung

Stadt Hannover
Fachbereich Umwelt und Stadtgrün
Leitstelle für Energie und Klimaschutz
Bereich Umweltschutz
Prinzenstraße 4
D-30159 Hannover
Tel.: 0511 / 168 40683
Fax: 0511 / 168 43689
E-Mail 67.11@hannover-stadt.de



Herausgeber und Bezugsadresse

target GmbH
Walderseestraße 7
D-30163 Hannover
Tel.: 0511 / 90 96 88-30
Fax: 0511 / 90 96 88-40
E-Mail: office@targetgbh.de

Redaktion

Gabi Schlichtmann
target GmbH, Hannover

Lektorat

Hermann Sievers
target GmbH, Hannover

Auflage

Druckauflage: 500; Juni 2007

Urheberrecht und Haftungsausschluss

Das vorliegende Arbeitsblatt und die auf der zugehörigen CD-ROM befindlichen Dateien sind urheberrechtlich geschützt und nur zum persönlichen Gebrauch bestimmt. Anderweitige Nutzung, Nachdruck (auch auszugsweise) des Textes und weitere Verwendung des Bildmaterials sind ebenso untersagt wie Vervielfältigungen. Die Inhalte dieser Unterlage und die auf CD-ROM befindlichen Daten wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Gewissen zusammengestellt. Für eventuelle inhaltliche Mängel oder Druckfehler kann jedoch keine Gewähr übernommen werden. Jegliche Haftung für die Richtigkeit der Inhalte und Daten ist deshalb ausgeschlossen.

Förderung

Die Erstellung dieses Arbeitsblatts wurde gefördert durch die Europäische Kommission.



