

EUROPÄISCHE KOMMISSION

GENERALDIREKTION GFS Institut für Umwelt und Nachhaltigkeit

Abteilung Erneuerbare Energiequellen

Ispra, 30. September 2005

DAS EUROPÄISCHE

GreenBuilding-Programm

RICHTLINIEN FÜR ENERGIEAUDITS

Version 1



GreenBuilding Energy Audit

1. EINLEITUNG	3
Hintergrund	3
Ziele.....	3
2. MÖGLICHKEITEN DES ENERGIEMANAGEMENTS (EMOs)	3
3. DURCHFÜHRUNG EINES ENERGIEAUDITS	4
Allgemeines	4
Den Umfang eines Energieaudits bestimmen	5
Ein Team für den Energieaudit zusammenstellen.....	5
Zeitraumen & Budget veranschlagen	5
Gebäudedaten erfassen	5
Standortbegehung und Vornehmen von Messungen	9
Strategische Messpunkte.....	9
Geräte und Instrumente	9
Die erfassten Daten analysieren.....	10
EMOs identifizieren	10
Kostenkalkulation	10
Datenanpassung	11
Den Wärme- und Lichtkomfort aufrechterhalten	11
Bereits geplante Wartungs- und Modernisierungsarbeiten.....	11
Jährliches und monatliches Energieverbrauchsprofil	11
Indikator für Energienutzung / Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden	11
4. DIFFERENZIERTHEIT EINES AUDITS	12
Audit mittels Übersichtsbegehung.....	12
Ausführlicher Audit.....	13
5. BERICHT ZUM ENERGIEAUDIT	13
Zusammenfassung	13
Format des Berichts	13
6. EMO-UMSETZUNG	16
Unterstützung durch das Management	16
Planung	16
Die Umsetzung überwachen	17
Energieeffizienz-Contracting	18
7. ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND SCHULUNG	18
8. ENERGIEMANAGEMENTPROGRAMM	19
9. Anhang A – Geräte bzw. Instrumente für den Energieaudit	20

1. EINLEITUNG

Hintergrund

Unter einem Energieaudit versteht man die Überprüfung eines Energie verbrauchenden Geräts/Systems mit dem Ziel, eine effiziente Nutzung der Energie sicherzustellen. In vielerlei Hinsicht ist dies mit der Finanzbuchhaltung vergleichbar: Der Gebäudemanager untersucht die Energiebilanz eines Energie verbrauchenden Geräts/Systems, prüft die Verwendung des Stroms in den verschiedenen Bauteilen, überprüft, ob es ineffiziente Bereiche gibt bzw. an welchen Stellen weniger Energie verbraucht werden kann, und bestimmt Verbesserungsmaßnahmen.

Ein Energieaudit wird von der Geschäftsführung beschlossen und auf den unteren Ebenen umgesetzt. Seine Wirksamkeit hängt vor allem von der Einstellung ab, die das Gebäudemanagement gegenüber dem Energieaudit hat:

- a) Engagement hinsichtlich Energieeinsparung und Umweltschutz,
- b) Abschätzung der erreichbaren Energieeinsparungen und
- c) Wunsch nach Verbesserung des Firmenimages durch Förderung der Energieeffizienz und Energieeinsparung.

Dabei soll das Gebäudemanagement von den Vorteilen eines Energieaudits überzeugt und für das Anliegen gewonnen werden.

Die vorliegenden Richtlinien sind für Geschäftsgebäude und insbesondere für Energie verbrauchende Geräte/Systeme bestimmt.

Ziele

Der Energieaudit ist ein effektives Instrument für das Energiemanagement. Durch das Identifizieren und Umsetzen der Mittel zum Erreichen von Energieeffizienz und -einsparungen kann nicht nur Energie eingespart werden, sondern auch die Lebensdauer der Geräte und Systeme verlängert sowie die Qualität des Gebäudeinneren verbessert werden. Das wiederum bedeutet, dass Geld gespart und möglicherweise auch die Produktivität verbessert werden kann. Ausgehend von dem Prinzip „je weniger Energie verbraucht wird, desto weniger fossile Brennstoffe werden verbrannt“ werden sowohl die Gebäude als auch die Energieunternehmen weniger Schadstoffe und Abfallprodukte erzeugen. Auf diese Weise tragen alle beteiligten Parteien zum Umweltschutz bei und fördern gleichzeitig eine nachhaltige Entwicklung.

2. MÖGLICHKEITEN DES ENERGIEMANAGEMENTS (EMOs)

Im Kontext eines Energieaudits werden die Mittel zum Erreichen von Energieeffizienz und -einsparungen fachsprachlich als Möglichkeiten des Energiemanagements (Energy Management Opportunity, EMO) bezeichnet. Dieser Begriff wird auch im Folgenden in den vorliegenden Richtlinien verwendet. EMOs werden je nach Kosten und Komplexität in folgende Kategorien unterteilt:

EMO-Kategorie	Investitionskosten
Kat I	Erfordert praktisch keine Investitionen, eine Unterbrechung des Gebäudebetriebs ist nicht nötig. Für gewöhnlich sind nur allgemeine Maßnahmen erforderlich, z.B. Ausschalten der Klimaanlage oder der Beleuchtung, wenn diese nicht benötigt werden, Überprüfen der eingestellten Temperatur der Klimaanlage usw.
Kat II	Erfordert geringe Investitionen mit einigen kurzen Unterbrechungen des Gebäudebetriebs, z.B. Installieren von Zeitschaltuhren zum Ausschalten von Geräten, Ersetzen der T8-Leuchtstoffröhren durch T5-Leuchtstoffröhren usw.
Kat III	Erfordert relativ hohe Investitionen mit längeren Unterbrechungen des Gebäudebetriebs, z.B. Anbringen von Regelantrieben, Installieren von Blindstromkompensationsanlagen, Austausch von Kälteanlagen usw.

3. DURCHFÜHRUNG EINES ENERGIEAUDITS

Allgemeines

Der Energieaudit ist von einer Fachkraft auszuführen, die über das entsprechende Fachwissen zu haustechnischen Anlagen verfügt, insbesondere zur Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, zur Beleuchtung und zu weiteren haustechnischen Installationen. Diese Fachkraft wird als „Auditor“ bezeichnet; eine Gruppe von Auditoren bildet das „Auditteam“. Die für einen Audit erforderliche Anzahl von Auditoren und die benötigte Zeit richten sich nach dem Umfang des Audits und dessen Zielen. Während der Überprüfung ist der Auditor auf die Hilfe und Zusammenarbeit der Personen angewiesen, die mit den Energieverbrauchenden Geräten arbeiten, wie z.B. Endnutzer, Wartungs- und Bedienungspersonal usw.

Um ein besseres Verständnis des Gebäudes und seiner Energieverbrauchenden Geräte/Systeme zu entwickeln, muss das Auditteam Daten zum Gebäudebetrieb und die technischen Kennzahlen der verschiedenen Energieverbrauchenden Geräte/Systeme erfassen. Die jeweilige Energieeffizienz wird bestimmt, indem die Aufzeichnungen des Wartungs- und Bedienungspersonals überprüft werden, Standortaufnahmen durchgeführt sowie die Messaufzeichnungen gelesen werden. Anschließend benennt das Auditteam die Bereiche, die verbessert werden können und verfasst einen Bericht zum Energieaudit und dessen Er-

gebnissen, damit der Audit protokolliert wird und als Grundlage für die anschließende EMO-Umsetzung und die Folgemaßnahmen dienen kann. Hierzu findet sich in Abbildung 1 das Ablaufschema für die Durchführung eines Energieaudits.

Den Umfang eines Energieaudits bestimmen

Der Umfang der Arbeiten und die zur Verfügung stehenden Ressourcen zur Durchführung des Energieaudits sind zu bestimmen. Zu den verfügbaren Ressourcen zählen Mitarbeiter, verfügbarer Zeitrahmen und Budget. Nach Feststellung des Umfangs der Unterstützung durch das Gebäudemanagement sollte das Auditteam den Umfang des Energieaudits wie z.B. die zu prüfenden Bereiche bestimmen, den Grad der Differenziertheit des Audits, die erwarteten Einsparungen, eventuell umzusetzende EMOs, das für die Verbesserung von Wartung und Bedienung als Referenz zu verwendende Ergebnis des Audits, eventuell im Anschluss erforderliche Schulungen bzw. Bekanntmachung der erreichbaren Ergebnisse usw. Anschließend ist entsprechend dem Plan zur Durchführung des Energieaudits fortzufahren.

Ein Team für den Energieaudit zusammenstellen

Ein Auditteam sollte wie folgt zusammengestellt werden:

- a) Die Mitglieder des Auditteams und ihre Aufgaben festlegen.
- b) Das Wartungs- und Bedienungspersonal für Anregungen und Hinweise einbeziehen.
- c) Treffen organisieren, damit Informationen ausgetauscht werden und die verschiedenen Parteien sich kennen lernen können.

Sollten das firmeninterne Fachwissen bzw. die firmeninternen Ressourcen als nicht ausreichend eingestuft werden, sind Auditberater heranzuziehen. So verfügen viele der Gebäudetechnik-Experten vor Ort und auch Hochschulen über das erforderliche Fachwissen für einen Energieaudit.

Zeitrahmen & Budget veranschlagen

Auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Ressourcen können der Zeitrahmen und das Budget festgesetzt werden. Das Budget setzt sich dabei hauptsächlich aus den Arbeitsstunden der Auditoren zusammen, angefangen beim Zusammentragen der Informationen bis hin zum Abschluss des Auditberichts. Das Auditteam sollte überprüfen, ob es über die entsprechenden Prüfinstrumente verfügt. Zusätzlich sind ggf. die Kosten für die Hinzuziehung von Gebäudetechnik-Experten und/oder Spezialisten von Hochschulen zu berücksichtigen.

Gebäudedaten erfassen

Nun sollte das Auditteam mit dem Erfassen der Gebäudedaten beginnen. Diese Daten sollten Folgendes beinhalten:

- a) allgemeine Gebäudemerkmale wie die Grundflächen, die Anzahl der Endnutzer, Konstruktionsdetails, Gebäudeausrichtung, Gebäudefassade usw.;

GreenBuilding Energy Audit

- b) technische Kennzahlen der Energie verbrauchenden Geräte/Systeme, Auslegungsbedingungen und -Parameter;
- c) Bericht zur Auslegung der Gebäudetechnik mit schematischen Darstellungen der Systeme, sowie Bauzeichnungen, welche die Systemmerkmale darstellen;
- d) Betriebsaufzeichnungen der Geräte/Systeme, einschließlich Datenprotokolle der gemessenen Parameter hinsichtlich Temperatur, Druck, Strom, Betriebsstunden usw.;
- e) Aufzeichnungen über bereits umgesetzte oder noch umzusetzende EMOs;
- f) Aufzeichnung der maximalen Verbrauchswerte;
- g) Wartungs- und Bedienungshandbücher sowie Berichte zu Prüfungen und Inbetriebnahme und
- h) Stromrechnungen der vergangenen drei Jahre.

Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass der Gebäudemanager über Informationen zu den allgemeinen Gebäudemerkmale verfügt und das Wartungs- und Bedienungspersonal die technischen Berichte und Betriebsaufzeichnungen zu den Geräten/Systemen verwahrt. Das Auditteam hat folgende Punkte zu klären: wer für die jeweiligen benötigten Informationen anzusprechen ist, in welchem Umfang mit den jeweiligen Parteien Besprechungen abzuhalten sind, um sich so mit dem Gebäude sowie den zu untersuchenden Geräte/Systeme vertraut zu machen, wie die Angaben zu verifizieren sind und in welchem Umfang ausgewählte Endnutzer zu befragen sind. Weiterhin sollte das Auditteam die Ausgabe von Fragebögen an die Endnutzer in Betracht ziehen, um so Angaben zum Wärme- und Lichtkomfort sowie den Betriebsstunden der einzelnen Stockwerke/Geschäftsräume, der elektronischen Geräte und Vorrichtungen usw. zu erhalten.

Abbildung 1: Ablaufschema für die Durchführung eines Energieaudits



Wenn das Auditteam alle bzw. einen Großteil der oben aufgeführten Angaben zusammengetragen hat, wird das Team über einen guten Überblick über das Gebäude und die vorhandenen Energie verbrauchenden Geräte/Systeme verfügen. Mit diesen Informationen kann das Auditteam anschließende Überprüfungen besser planen und möglicherweise fehlende Angaben identifizieren und deren Beschaffung organisieren.

In dieser Phase des Audits sollte der Auditor die Merkmale und Kennzahlen der Energie verbrauchenden Geräte/Systeme kennen, zum Beispiel:

a) Art der Kälteanlagen, deren Leistung und Betriebskenndaten (Kühldruck/-temperatur, Wasserdurchflussrate/-temperatur/-druck usw.);

GreenBuilding Energy Audit

- b) Art der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, deren Komponenten (Lüfter, Pumpen, Rohre, Kanäle usw.) sowie Betriebskenndaten (Durchflussrate, Temperatur, Druck usw.);
- c) Nutzungs- und Verwendungsarten der verschiedenen Geräte/Systeme;
- d) Steuermechanismen für die verschiedenen Geräte/Systeme (Regler, Steller, Sensor, Verknüpfungssteuerung usw.);
- e) Art der Leuchtkörper, deren Kenndaten und Steuermechanismen;
- f) Kenndaten des Stromverteilungssystems;
- g) Betriebskenndaten von Aufzügen und Rolltreppen (Aufteilung, Art des Motorantriebs, Steuermechanismen usw.);
- h) Betriebskenndaten weiterer Energie verbrauchender Geräte/Systeme sowie
- i) Gebäudemerkmale.

Das Auditteam soll die Betriebskenndaten mit den Konstruktionsdaten oder der entsprechenden allgemeinen Baupraxis vergleichen. Ein solcher Vergleich kann zeigen, ob die Energie verbrauchenden Geräte/Systeme den Konstruktionsvorgaben bzw. der allgemeinen Baupraxis entsprechen und auf diese Weise ineffiziente Bereiche aufzeigen. Die Vergleichsparameter umfassen folgende Angaben:

- a) Wirkungsgrad der Kälteanlagen (Leistungszahl)
- b) Motorwirkungsgrad (%)
- c) Lüfteranlagenleistung (kW pro L/s der Zuluftmenge)
- d) Lüfterwirkungsgrad (%)
- e) Reibungsverlust Rohrsystem (Pa/m)
- f) Pumpenwirkungsgrad (%)
- g) Leistungsdichte der Beleuchtung (W/m²)
- h) Lichtausbeute der Lampen (lm/W)
- j) Verlustleistung Vorschaltgerät der Lampen (W)
- j) Wirkungsgrad verschiedener Geräte, z.B. Heizkessel, Wärmepumpe usw. (%)

Das *individuelle Geräte-/Systemmodul* liefert gute Referenzdaten für Vergleichszwecke. Bei der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik können ineffiziente Bereiche mit Hilfe von Datenprotokollen zu den Durchflussraten und den jeweiligen Temperatur- und Druckveränderungen erkannt werden. Bei den elektrischen Anlagen können die Datenprotokolle zu Spannung und Strom bei der Identifizierung ineffizienter Bereiche helfen. Sind keine entsprechenden Datenprotokolle vorhanden, sind Messungen vorzunehmen, um so Angaben zu möglichen ineffizienten Geräten/Systemen zu erhalten. Die Zahl der Messpunkte hängt dabei von den zur Verfügung stehenden Ressourcen ab.

Standortbegehung und Vornehmen von Messungen

Zu den weiteren Aktivitäten sollten folgende Punkte gehören:

- a) Standortbegehung für die zu untersuchenden Bereiche und Geräte/Systeme planen.
- b) Die Arbeitsaufgaben unter den Mitgliedern des Auditteams verteilen.
- c) Bewerten, ob für die jeweiligen Bereiche und Geräte/Systeme einzelne Gruppen erforderlich sind: beispielsweise die erste Gruppe für die unteren Stockwerke, die zweite Gruppe für die mittleren Stockwerke, die dritte Gruppe für die oberen Stockwerke usw. Die Aufteilung in Gruppen sollte sich dabei auch nach der Anzahl der verfügbaren Messinstrumente richten.
- d) Energieauditformulare zur Protokollierung der Ergebnisse vorbereiten.
- e) Die Messungen am Standort, mit denen die erfassten Daten ergänzt bzw. verifiziert werden sollen, im Voraus planen. Die Messungen sollten sich auf Geräte und Systeme konzentrieren, für die keine ausreichenden Angaben zur Bestimmung ihres Wirkungsgrads vorliegen, sowie auf Geräte und Systeme, die weniger effizient zu arbeiten scheinen. Dabei müssen einige Daten unter Umständen über einen längeren Zeitraum aufgezeichnet werden.

Strategische Messpunkte

Für die Messung sind die Sensoren an den Stellen anzubringen, welche die Anforderungen an oder die Funktion der geprüften Parameter am besten wiedergeben. Zum Beispiel sollten in den Geschäftsräumen ein Beleuchtungsmesser etwa 0,8 m über dem Fußboden (oder auf Höhe der Arbeitsebene) und ein Thermometer etwa 1,1 m (Wärmekomfort im Sitzen) über dem Fußboden angebracht werden sowie Druck- und Durchflusssensoren in den Kanälen entsprechend der allgemeinen Baupraxis positioniert werden.

Bei direkt in Durchflussströmen erforderlichen Messungen kann eventuell auf bereits bestehende Öffnungen/Stecker oder Absperrhähne zurückgegriffen werden.

Allerdings werden etliche Systeme vermutlich nicht über solche Vorrichtungen verfügen, weshalb es für das Auditteam erforderlich sein wird, Prüföffnungen/Stecker zu installieren bzw. Ultraschallzähler zu verwenden. In den meisten Fällen ist es unpraktisch, einen zusätzlichen Durchflussmesser oder neue Absperrhähne an den Wasserleitungen anzubringen. In solchen Situationen wird das Auditteam auf die bestehenden verfügbaren Vorrichtungen zurückgreifen müssen, z.B. Absperrhähne vor und nach der Pumpe, Spule usw., um den Fließdruck zu messen und um die Durchflussrate mit Hilfe der Druck-/Durchflusskurven von Pumpe, Ventil, Rohrdurchmesser usw. zu berechnen. Sind die originalen Wartungs- und Bedienungshandbücher mit den Druck- und Durchflusskurven nicht verfügbar, sind Handbücher für ähnliche Auslegungen zu verwenden.

Geräte und Instrumente

Auch wenn viele der Daten und Kennzahlen zu den Geräten/Systemen vom Wartungs- und Bedienungspersonal genannt werden können, werden die Angaben unter Umständen kein vollständiges Bild des Be-

etriebs liefern. Um die genauen Betriebsbedingungen und das jeweilige Betriebsverhalten der Geräte/Systeme zu bestimmen, hat der Auditor über die notwendigen Messinstrumente zu verfügen, um damit die entsprechenden Parameter zu messen, z.B. Temperatur, Druck, Durchfluss, Beleuchtungsstärke, Betriebsstrom usw. Eine Übersicht über die typischerweise verwendeten Instrumente findet sich in **Anhang A**.

Die erfassten Daten analysieren

In dieser Auditphase hat das Auditteam eine ganze Reihe von Daten zu den folgenden Punkten zusammengetragen:

- a) Kennzahlen der Geräte/Systeme aus der Standortbegehung;
- b) Leistungsdaten der Geräte/Systeme aus den Wartungs- und Bedienungsdatenblättern;
- c) Leistungsdaten der Geräte/Systeme aus den Messungen am Standort und
- d) die Betriebsbedingungen der Geräte/Systeme auf der Grundlage der Konstruktionsdaten und/oder der allgemeinen Baupraxis.

Ausgehend von den oben genannten Daten soll das Auditteam die Parameter erkennen und überprüfen, deren Werte von den jeweils erwarteten bzw. erforderlichen Werten abweichen. Dies sind dann die potenziellen EMOs. Dabei sollten jedoch Unregelmäßigkeiten, die auf eine veränderte Nutzungsart oder andere Aktivitäten zurückzuführen sind, berücksichtigt werden.

EMOs identifizieren

Um Verbesserungsmaßnahmen für die potenziellen EMOs zu bestimmen, sind Berechnungen zur Begründung der Verbesserungsmaßnahmen vorzunehmen und dabei die Energieeinsparungen in Zahlen auszudrücken. Einige der typischen Ergebnisse eines Audits, die entsprechenden EMOs und die Energieeinsparungen wurden in den **technischen Modulen von GreenBuilding** gezeigt.

Kostenkalkulation

Bei der Bestimmung der Kosteneffizienz einer EMO muss der Auditor die Amortisationszeit, den Nettogegenwartswert oder die Rendite berechnen. Bei den meisten Berechnungen kann einfach der Amortisationsansatz verwendet werden, indem die Investitionskosten für eine EMO durch die Kosten für die erwartete jährliche Energieeinsparung geteilt werden und damit die Amortisationszeit in Jahren ausgerechnet wird.

Gibt es aber merkliche Abweichungen zwischen der Entwicklung der Energiekosten und dem Zinssatz oder müssen die Investitionskosten der EMOs in unterschiedlichen Phasen zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit unterschiedlichen erreichbaren Energieeinsparungen aufgebracht werden, so muss das Auditteam unter Umständen eine Bewertung der Lebenszykluskosten vornehmen, welche die Kosteneffizienz der EMOs besser wiedergibt. Einige übliche Berechnungen werden im Finanzmodul gezeigt.

Datenanpassung

Es ist möglich, dass die in den Stromrechnungen vermerkten Messtermine nicht immer auf den gleichen Tag in jedem Monat fallen. Für einen genaueren Vergleich, insbesondere wenn es um unterschiedliche Brennstoffarten geht, die an verschiedenen Tagen gemessen wurden, sollten diese Daten angepasst und die Werte für übereinstimmende Tage bestimmt werden.

Den Wärme- und Lichtkomfort aufrechterhalten

Mit Energieaudits soll die Effizienz verbessert werden, nicht aber Energie durch bloßes Reduzieren des Servicestandards eingespart werden. Eine EMO sollte normalerweise nicht dazu führen, dass die Servicequalität unter das Niveau der üblichen Standards sinkt. Beispiele für ein unterdurchschnittliches Komfortniveau sind eine Kühltemperatur im Raum und eine Luftzirkulation, die über bzw. unter den empfohlenen Werten liegen, übermäßiger, als störend empfundener Lärm von Geräten/Systemen usw. In der Vergangenheit konnte Energie oft durch eine Begrenzung der Frischluftzufuhr in klimatisierte Räume eingespart werden. Heutzutage jedoch, da besonderer Wert auf eine gute Luftqualität in Innenräumen gelegt wird, sollte der Wunsch nach einer „angemessenen Frischluftzufuhr“ bei Überlegungen zur Verringerung der Frischluftzufuhr entsprechend berücksichtigt werden.

Bereits geplante Wartungs- und Modernisierungsarbeiten

Bei der Bestimmung von EMOs müssen bereits geplante Wartungs- und Modernisierungsarbeiten in größerem Umfang berücksichtigt werden. Wenn daher ein Programm zur Umsetzung der EMOs geplant wird, kann die Integration einiger der EMOs in die bereits geplanten Wartungs- und Modernisierungsarbeiten überlegt werden.

Jährliches und monatliches Energieverbrauchsprofil

Anhand der Stromrechnungen der letzten Jahre (möglichst 3 oder mehr) schätzt der Auditor den jährlichen Energieverbrauch des Gebäudes. Nach der Aufzeichnung der Energieverbrauchskurven der verschiedenen Monate eines Jahres kann daraus ein Muster bzw. eine allgemeine Entwicklung über mehrere Jahre abgelesen werden.

Zudem können diese Kurven die üblichen saisonalen Schwankungen beim Energieverbrauch aufzeigen. Noch wichtiger ist allerdings, dass sämtliche Abweichungen von der allgemeinen Entwicklung ein Hinweis darauf sind, dass einige Geräte/Systeme nicht so effizient wie sonst gearbeitet haben und somit genauere Untersuchungen dahingehend rechtfertigen, ob weitere EMOs bestehen.

Indikator für Energienutzung / Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Der Indikator für die Energienutzung (Energy Utilisation Index, EUI), den man durch Teilung des jährlichen Energieverbrauchs durch die Brutto-Gesamtfläche (BGF) errechnet, berücksichtigt den unterschiedlichen Energieverbrauch aufgrund der unterschiedlichen Gebäudeflächen und wird für einen Vergleich des Energieverbrauchs ähnlicher Gebäude verwendet. Ein normales Bürogebäude hat typischerweise

einen jährlichen EUI von 700 zu 1, 100 MJ/m² (200 bis 300 kWh/m²). Zudem sollte der EUI auch als die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes (Building Energy Performance, BEP) betrachtet werden. Da der in Geschäftsgebäuden verwendete Strom aus verschiedenen Quellen stammt, z.B. Fernwärme, Erdgas, Flüssiggas, Diesel usw., muss die für die jeweiligen Gebäude berechnete BEP auch alle diese Stromquellen berücksichtigen. Sind EUI oder BEP nicht als Angabe für einen bestimmten Monat gekennzeichnet, sind sie als Angabe für das gesamte Jahr zu verstehen.

4. DIFFERENZIERTHEIT EINES AUDITS

Die Differenziertheit eines Audits bezieht sich auf den Umfang, in dem die Untersuchungen erfolgen und die Ergebnisse analysiert werden sollen. Ausgehend von den zur Verfügung stehenden Ressourcen, der Größe und Art des Gebäudes und dem Ziel des Energieaudits soll der Auditor den jeweiligen Grad der Differenziertheit des Audits festlegen.

In diesem Zusammenhang gibt es zwei Arten von Audits:

a) Audit mittels Übersichtsbegehung

b) Ausführlicher Audit

Kurz gesagt, werden bei einer Übersichtsbegehung einige der größeren Geräte/Systeme untersucht, während bei einem ausführlichen Audit sämtliche Geräte/Systeme genau analysiert werden.

Audit mittels Übersichtsbegehung

Es ist möglich, bei einem Audit nur minimale Ressourcen einzusetzen, um lediglich schnell zu identifizierende EMOs zu bestimmen und diese zum Erzielen unmittelbarer Einsparungen umzusetzen. In einem solchen Fall sollte das Auditteam einen Audit mittels Übersichtsbegehung durchführen. Dabei handelt es sich um die einfachste und grundlegendste Form eines Energieaudits. Hierbei werden bei einem Gang durch das Gebäude die größeren Energie verbrauchenden Geräte/Systeme betrachtet, wie zum Beispiel Kälteanlagen oder große Lüftungsanlagen, oder typische Elemente, für die üblicherweise leicht EMOs zu bestimmen sind, wie zu stark klimatisierte Räume und vorhandene T8-Leuchtstoffröhren. Eine Bezugnahme auf die Bemessungsdaten der Geräte, technische Kataloge sowie leicht verfügbare Wartungs- und Bedienungshandbücher, wird bei der schnellen Bestimmung der Bereiche helfen, in denen Geräte/Systeme effizient arbeiten. Für gewöhnlich einfache Berechnungen sollten durchgeführt werden, um die Energieeinsparung mengenmäßig zu bestimmen, die mit der Umsetzung der identifizierten EMOs erreicht werden kann.

Je nach Größe und Komplexität des Gebäudes und dem Umfang des Audits sollte der Audit entweder von einem Auditor oder einem Auditteam innerhalb eines Tages durchgeführt werden. Wenn das Auditteam weitere Bereiche überprüfen will, sind weitere Arbeitsstunden der Auditoren erforderlich. Üblicherweise sind einfache Geräte wie Thermometer, Multimeter und Beleuchtungsmesser für die Überprüfung ausreichend. Ein Audit mittels Übersichtsbegehung sollte neben dem Erfüllen der ursprünglichen Ziele auch einen Überblick über weitere Bereiche mit potenziellen EMOs geben.

Ausführlicher Audit

Wenn das Gebäudemanagement sich dem Ziel der Energieeinsparung sehr stark verpflichtet fühlt und für eine ausreichende personelle und finanzielle Ausstattung gesorgt hat, ist ein ausführlicher Audit vorzunehmen. Dabei soll das Auditteam praktisch die Mehrzahl bzw. alle Geräte/Systeme überprüfen, so viele EMOs wie möglich bestimmen, diese den verschiedenen EMO-Kategorien zuordnen, weiterhin untersuchen, ob weitere komplexe Geräte zu berücksichtigen sind, einen Umsetzungsplan ausarbeiten und diesen schließlich dem Gebäudemanagement vorlegen. Dieser Audit ist weit umfassender als ein Audit durch Übersichtsbegehung: So muss der Auditor weitaus genauer planen, und die Arbeitsstunden der Auditoren können je nach Komplexität der Geräte/Systeme und der Größe des Gebäudes fünf- bis zehnmal so hoch sein.

5. BERICHT ZUM ENERGIEAUDIT

Der Bericht soll die Ziele und den Umfang des Audits darlegen, die Merkmale und Betriebsbedingungen der überprüften Geräte/Systeme beschreiben, die Ergebnisse des Audits sowie die identifizierten EMOs auflisten, die entsprechenden Einsparungen und Umsetzungskosten angeben, Empfehlungen zur Umsetzung der EMOs aussprechen sowie weitere mögliche Folgemaßnahmen benennen.

In dem vorliegenden Abschnitt wird das empfohlene Format für den Bericht zu einem ausführlichen Audit dargestellt. Da der Bericht den Bedürfnissen des Auditors entsprechen soll, kann der Auditor das vorgeschlagene Format entweder ganz oder teilweise übernehmen oder aber auch ein ganzliches anderes Format wählen. Bei einem Audit mittels Übersichtsbegehung kann der Auditor den Bericht durch Weglassen nicht relevanter Punkte entsprechend anpassen.

Zusammenfassung

Der Bericht zum Energieaudit gibt dem Gebäudemanagement einen schnellen Überblick über den Umfang des Audits, die identifizierten EMOs, die empfohlenen Maßnahmen, die durch die erreichbaren Einsparungen begründet sind und eine Einweisung in den Umsetzungsplan. Gibt es EMOs mit ähnlichem Charakter (z.B. elektronische Vorschaltgeräte für die Beleuchtung in verschiedenen Stockwerken), sollten diese in einem Abschnitt zusammengefasst und die Einsparung insgesamt dargestellt werden. Um den Gebäudebesitzer auf die Wichtigkeit der Umsetzung der EMOs hinzuweisen, sind die geschätzten Energieeinsparungen klar anzugeben.

Format des Berichts

Einleitung

In diesem Teil werden die folgenden Punkte beschrieben:

a) das überprüfte Gebäude – Anzahl der Stockwerke, Grundflächen, Verwendung, Belegung, Betriebsstunden, Baujahr usw.; Grundrisse und schematische Zeichnungen sind als Anhang beizufügen;

GreenBuilding Energy Audit

- b) die Ziele, z.B. Analyse des Energieverbrauchs des Gebäudes mit dem Zweck der Identifizierung umzusetzender EMOs, Setzen von Einsparzielen, Erstellen eines langfristigen Energiemanagementprogramms usw.;
- c) der Umfang des Audits einschließlich der zu überprüfenden Anlagen wie Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, elektrische Anlagen, Aufzüge & Rolltreppen, Rohrleitungen & Entwässerungsanlagen oder andere spezielle Geräte/Systeme, die Detailliertheit der Untersuchung, die beteiligten Parteien (Endnutzer, Gebäudemanagement, Wartungs- und Bedienungspersonal usw.); sowie
- d) die Mitglieder des Auditteams und ggf. herangezogene Berater.

Beschreibung der überprüften Geräte/Systeme

In diesem Teil werden die folgenden Punkte behandelt:

- a) Beschreibung der überprüften Geräte/Systeme, ihrer jeweiligen Leistungen und Bemessungsdaten, Auslegungsbedingungen usw.; Gerätepläne, schematische Zeichnungen und Baupläne sind als Anhang beizufügen.
- b) Verwenden der Informationen, die durch das Gebäudemanagement, das Wartungs- und Bedienungspersonal und die Endnutzer bereitgestellt sowie durch Standortbegehungen gewonnen wurden.
- c) Angabe der Auslegungsbedingungen, sofern bekannt; sind sie nicht bekannt, dann Angabe der Bedingungen, die als Referenz und für die Berechnungen während des Audits verwendet wurden.

Folgende Angaben sollten dabei gemacht werden:

- a) Aufteilung der Systeme nach Höhe oder Nutzung des Gebäudes;
- b) Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik für die verschiedenen Bereiche – Art des Systems, z.B. VAV, CAV, FCU usw.; Steuerungsarten; Art und Anzahl der Kälteanlagen und Pumpen und deren Lage, Verfahren zur Wärmeabgabe usw.; Art der Heizsysteme und Heizkessel;
- c) Beleuchtung – Art der Beleuchtung für die verschiedenen Bereiche und Art der Steuerung und Aufteilung;
- d) elektrische Installationen – Anzahl der Transformatoren und Niederspannungsschaltanlagen sowie deren Lage und Größe bzw. Bemessungsdaten der Hauptverteilerkabel/Verteilerschienen;
- e) Aufzüge und Rolltreppen – Kapazität, Aufteilung, Anzahl, abgedeckte Stockwerke/Bereiche und Steuerungsarten, Antriebsarten usw.;
- f) Rohrleitungen und Entwässerungsanlagen;
- g) Warmwasserbereitungsanlagen – Art der Anlage sowie
- h) andere wichtige Energie verbrauchende Geräte/Systeme.

Ergebnisse

In diesem Teil sollen die Ergebnisse der Standortbegehungen beschrieben und dabei folgende Punkte berücksichtigt werden:

- a) Ergebnisse in systematischer Darstellung, z.B. in der Reihenfolge der Anlagen (z.B. zuerst die Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, dann die Beleuchtung usw.), geordnet nach Stockwerken (z.B. vom untersten zum obersten Stockwerk) oder geordnet nach Verwendung (z.B. allgemeine Geschäftsräume, private Büroräume, Flure, Empfangsbereich usw.);
- b) Beschreibungen der Stockwerke/Bereiche mit speziellen Anforderungen (z.B. 24-Stunden-Betrieb, niedrige Raumtemperatur für PC-Raum usw.);
- c) Berechnungen zur Kühllast, Heizlast, Beleuchtungslast, elektrischen Last und dem Jahresenergieverbrauch (detaillierte Berechnungen sollten als Anhang beigefügt werden);
- d) Ergebnisse zu Wartungs- und Bedienungsverfahren und -methoden sowie
- e) vorläufige Bestimmung möglicher EMOs auf der Grundlage der jeweiligen Ergebnisse.

Die Beschreibungen sollen sich auf die Punkte konzentrieren, die im Zusammenhang mit möglichen EMOs stehen und systematisch nummeriert sein, damit einfache Querverweise möglich sind.

Möglichkeiten des Energiemanagements identifizieren und analysieren

In diesem Teil sollen die detaillierte Analyse und Bestimmung von EMOs im Mittelpunkt stehen und folgende Punkte berücksichtigt werden:

- a) Vergleich der tatsächlichen Leistung der Geräte/Systeme mit der ursprünglichen Auslegung (bei Vorhandensein entsprechender Angaben) und/oder tatsächlichen Messungen am Standort, um mögliche Abweichungen zu erkennen und die Gründe hierfür zu bestimmen;
- b) mögliche EMOs und entsprechende Begründung (Berechnungen zur erreichbaren Energieeinsparung und detaillierte Beschreibungen als Anhang);
- c) Kosten für die Umsetzung der EMOs (Verweis auf entsprechende Referenznummer der Ergebnisse; detaillierte Berechnungen, schematische Darstellungen und Zeichnungen als Anhang);
- d) Vergleich von ggf. unterschiedlichen Lösungen für die jeweilige EMO;
- e) Einordnung der EMOs in Kategorien (Kat. I, Kat. II oder Kat. III);
- f) Aufführung der EMOs in systematischer Weise, z.B. in der Reihenfolge der Anlagen (z.B. zuerst die Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik, dann die Beleuchtung usw.), geordnet nach Stockwerken (z.B. vom untersten zum obersten Stockwerk) oder geordnet nach Verwendung (z.B. allgemeine Geschäftsräume, private Büroräume, Flur, Empfangsbereich usw.);
- g) Programm für die Umsetzung der EMOs;
- h) ggf. Bestimmung von Bereichen, die weiter untersucht werden sollten;

GreenBuilding Energy Audit

- i) Angabe der an der Umsetzung der EMOs beteiligten Parteien, möglicherweise auftretende Schwierigkeiten und allgemeine Verfahren zur Bewältigung dieser Schwierigkeiten sowie
- j) Erstinvestition und Amortisation jeder EMO in der Zusammenfassung.

Empfehlungen

Dieser Teil behandelt vor allem folgende Punkte:

- a) Erstinvestition und Amortisationszeit jeder EMO;
- b) systematische Zusammenfassung der Empfehlungen;
- c) Einteilung von Punkten nach gleicher Art/Lage/Nutzung oder Einteilung in die Kategorien (Kat. I, Kat. II und Kat. III).

6. EMO-UMSETZUNG

Unterstützung durch das Management

Der Auditor/das Auditteam setzt die identifizierten EMOs zum Erreichen der Energieeinsparziele um. Auch wenn der Auditor/das Auditteam unter Umständen berechtigt ist, einige der EMOs umzusetzen, besonders die in Kat. I fallenden EMOs, sollten die Empfehlungen des Berichts zum Energieaudit, die sich auf EMOs der Kategorien II und III beziehen, durch das Gebäudemanagement unterstützt werden, um so eine größere Kooperation der an der Umsetzung dieser EMOs beteiligten Endnutzer zu erreichen.

Planung

Nach Erhalt entsprechender Unterstützung durch das Gebäudemanagement soll das Auditteam ausgehend von dem Bericht zum Energieaudit mit der Planung der Umsetzung der EMOs beginnen. Dabei soll das Auditteam:

- a) prüfen, ob die Lösungsvorschläge für die EMOs detailliert genug sind und, falls dies nicht der Fall ist, den entsprechenden Entwurf vervollständigen;
- b) prüfen, ob ausreichend Mitarbeiter zur Verfügung stehen und, falls dies nicht der Fall ist, einen Berater heranziehen, der den genauen Entwurf und die Spezifikation für die erforderlichen Arbeiten ausarbeitet;
- c) die Rollen und Verantwortlichkeiten des Wartungs- und Bedienungspersonals, des Gebäudemanagements, der Endnutzer und der relevanten betroffenen Parteien identifizieren;
- d) mit allen beteiligten Parteien sprechen und sie über Ziele und Umfang des Audits informieren und den Parteien dabei ggf. Kopien der relevanten Abschnitte des Auditberichts zur Verfügung stellen;
- e) Treffen für die Überwachung der EMO-Umsetzung organisieren (Gründen eines Ad-hoc-Ausschusses für die Gesamtkoordination und ein besseres Verständnis);
- f) die Anregungen und Anmerkungen der beteiligten Parteien zu den vorgeschlagenen EMOs berücksichtigen, da es unter Umständen Bereiche gibt, die das Auditteam während des Audits nicht angemessen

GreenBuilding Energy Audit

berücksichtigt hat, bzw. einige Bereiche, EMOs oder Einschränkungen vom Auditteam beim Audit übersehen wurden;

g) berücksichtigen, dass ein Großteil der Arbeit unter Umständen außerhalb der Bürozeiten ausgeführt werden muss, um den normalen Gebäudebetrieb möglichst wenig zu stören sowie

h) berücksichtigen, dass unter Umständen zur Gewinnung der Unterstützung und Mitarbeit der Endnutzer viel Überzeugungsarbeit notwendig ist.

Anschließend geht das Auditteam daran:

a) alle diese nach dem Audit zusammengetragenen Ergebnisse zu ordnen, die vorgeschlagenen EMOs einer erneuten Prüfung zu unterziehen, Anpassungen vorzunehmen oder ggf. EMOs zu streichen und die erforderlichen Investitionskosten anzupassen;

b) eine überarbeitete EMO-Liste zu erstellen, die Energieeinsparungen, Investitionskosten und Anmerkungen der beteiligten Parteien sowie spezielle Hinweise zur Umsetzung enthält;

c) ein überarbeitetes Programm zur EMO-Umsetzung zu erstellen, in dem die für die Erbringung der Leistungen/Bereitstellung der Produkte erforderliche Zeit sowie noch nicht geklärte Punkte, wie die Zustimmung der Endnutzer zur Ausführung der Arbeiten in ihrem Arbeitsbereich, aufgeführt werden;

d) einen groben Zeitplan zu erstellen, innerhalb dessen die ungeklärten Fragen gelöst werden sollen;

e) die EMOs, bei denen es ungeklärte Fragen aus dem verwaltungstechnischen Bereich gibt, zur Besprechung und Entscheidungsfindung an das Gebäudemanagement zu übergeben;

f) ggf. die endgültige Zustimmung des Gebäudemanagements zum vorgeschlagenen Programm einzuholen sowie

g) die Zustimmung des Gebäudemanagements zum überarbeiteten Programm einzuholen.

Erfahrungsgemäß ist für eine erfolgreiche Umsetzung der EMOs die Kommunikation mit den betroffenen Endnutzern, dem Bedienungs- und Wartungspersonal sowie mit dem Gebäudebesitzer sehr wichtig. Es kann sein, dass das Auditteam viel Überzeugungsarbeit leisten muss, um den beteiligten Parteien die Energieeinsparungen durch das vorgeschlagene Programm zu verdeutlichen, die zu geringeren Ausgaben für das Gebäude führen werden. Das Bemühen um ein harmonisches Verhältnis zu den Parteien bedeutet jedoch, dass das Auditteam seine Arbeit effizienter durchführen kann. Ein partnerschaftliches, alle betroffenen Parteien einbeziehendes Managementkonzept wird dabei zu einem reibungslosen Umsetzungsprozess beitragen.

Die Umsetzung überwachen

Um eine ordnungsgemäße Umsetzung der EMOs sicherzustellen, hat das Auditteam die Arbeiten und die Beteiligung der betroffenen Parteien zu überwachen.

Dabei muss das Auditteam die Vorgehensweisen kontrollieren und von Zeit zu Zeit anpassen, zum Beispiel weitere Verhandlungen mit den Endnutzern hinsichtlich erlaubter Arbeitszeiten führen, Konflikte mit dem Wartungs- und Bedienungspersonal beilegen, Zahlungen an Subunternehmer veranlassen usw.

Energieeffizienz-Contracting

Als Alternative zur Umsetzung der EMOs kann das Gebäudemanagement auch einen Dienstleister für Energieeffizienz-Contracting mit der Erledigung der Arbeit beauftragen. Das Konzept des Energieeffizienz-Contracting sieht vor, dass der Dienstleister die EMOs entwirft und umsetzt und dafür einen bestimmten Prozentsatz der sich aus der Umsetzung dieser EMOs ergebenden Gesamteinsparung beansprucht. Dieser Ansatz sollte die gesamte Durchführung des Energieaudits umfassen.

7. ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND SCHULUNG

Neben den EMOs kann das Auditteam unter Umständen auch auf problematische Punkte stoßen, die angegangen werden müssen, um kontinuierliche Energieeinsparungen und eine nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten. So ist eine ständige Verbesserung bei Wartung & Bedienung wichtig, da die Geräte/Systeme bei guten Betriebsbedingungen für gewöhnlich weniger Strom verbrauchen. Eine Erweiterung der Fachkenntnisse und ein Schärfen des Bewusstseins des Wartungs- und Bedienungspersonals für die Wichtigkeit der sachgemäßen Bedienung und vorbeugenden Wartung tragen zu Energieeinsparungen bei. In diesem Zusammenhang sind entsprechende Schulungen erforderlich.

Das Gebäudemanagement ist sich möglicherweise dessen bewusst, dass ein Großteil der Endnutzer keine Kenntnis über die Energieeinsparungen hat. Daher sollte das Bewusstsein der Endnutzer durch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit geschärft werden, beispielsweise durch Diskussionen oder Kampagnen zur Energieeffizienz und Energieeinsparung. Allein durch bewusstes Verhalten kann bereits viel Energie gespart werden, beispielsweise durch das Ausschalten nicht genutzter Geräte/Systeme.

Ein Energieaudit und die anschließende Umsetzung der EMOs sollten zu einer gewissen Energieeinsparung führen. Damit diese Einsparungen jedoch von längerer Dauer sind, benötigt das Gebäudemanagement ein langfristiges Energiemanagementprogramm (EMP). Zunächst erarbeitet das Gebäudemanagement eine Energierichtlinie und verpflichtet sich als Unternehmen zu Energieeffizienz und Energieeinsparung. Anschließend ernannt es einen Mitarbeiter der Führungsebene zum Energiemanager, der für die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes verantwortlich ist und eine Strategie zur Energieeffizienz entwickelt. Zur Erfüllung der Richtlinie bestimmt das Gebäudemanagement Zielsetzungen und Energieeffizienzziele in Bezug auf Energieeinsparungen, legt einen Zeitrahmen für die Erfüllung fest und stellt angemessene personelle und finanzielle Mittel zur Verfügung. Dabei sollte das Gebäudemanagement firmeneigene Energieexperten ausbilden und Energiemanager/Energieberater mit der Nachverfolgung von Energiethemen beauftragen. Diese Experten und Energiemanager/Energieberater sollten dann weitere bzw. regelmäßige Energieaudits planen, einen Maßnahmenplan für die Umsetzung der EMOs ausarbeiten und den jeweils erforderlichen Schulungsbedarf der Mitarbeiter hinsichtlich eines stärkeren Bewusstseins für Energieeffizienz berücksichtigen. Für das EMP soll ein Budget festgelegt werden, das sich an den oben genannten Aktivitäten orientiert.

8. ENERGIEMANAGEMENTPROGRAMM

Diese Aktivitäten sollten regelmäßig überprüft und die Richtlinie je nach Bedarf erneut geprüft und neu definiert werden. Unter Umständen kann eine nicht ausreichend kostengünstige EMO dann umgesetzt werden, wenn diese EMO mit größeren Nachrüstungen verbunden ist. Ein Beispiel hierfür ist die Verfügbarkeit von Frischwasser für das Verfahren zur Wärmeabgabe. Diese Art einer „langfristigen“ EMO kann als Aktivität im Rahmen des EMP umgesetzt werden.

Im Zuge des Energieaudits hat das Gebäudemanagement eventuell einige Messgeräte zur Überwachung des Energieverbrauchs von bestimmten Geräten/Systemen installiert. Während einige dieser Messgeräte nach dem Audit wieder entfernt werden, könnten andere als Bestandteil der Geräte/Systeme weiterhin im Einsatz bleiben. Zudem kann es auch Bereiche geben, in denen aufgrund von bautechnischen oder betriebsbedingten Einschränkungen keine Messgeräte installiert werden konnten. Als Aktivität im Rahmen des EMP sollte das Gebäudemanagement dort (dauerhafte) Messgeräte installieren oder Vorkehrungen treffen, so dass Messgeräte für jedes System, die jeweiligen Teilsysteme und die damit verbundenen Komponenten angeschlossen werden können. Mit Hilfe dieser Messeinrichtungen wird das Gebäudemanagement den Energieverbrauch langfristig besser beurteilen können.

Zur Überprüfung der durch die EMOs erzielten Energieeinsparungen, insbesondere den EMOs der Kategorien II und III, sind Messung und Überwachung von grundlegender Bedeutung. Erfolgen Nachrüstungen im Zusammenhang mit diesen EMOs, sollte das Gebäudemanagement die erforderlichen Betriebsdaten für eine Beurteilung der Energieeinsparung aufzeichnen. So sollte das Gebäudemanagement in Bezug auf die Instandhaltung des Gebäudes die Wirksamkeit der für einen bestimmten Ort festgelegten Instandhaltungsverfahren sowohl vor als auch nach der Nachrüstung protokollieren. Es werden Stichprobenkontrollen in regelmäßigen Abständen erwartet.

9. Anhang A – Geräte bzw. Instrumente für den Energieaudit

Geräte	Gemessener Parameter/Anmerkungen
Elektrizität	
Spannungsmesser	Spannung
Strommesser	Strom
Widerstandsmesser	Widerstand
Multimeter	Spannung, Strom, Widerstand
Leistungsmessgerät	Wirkleistung (kW)
Leistungsfaktor-Messgerät	Berechnung des Leistungsfaktors/der Scheinleistung (kVA)
Beleuchtungsmesser (Luxmeter)	Stärke der Beleuchtung in Lux (Lichtintensität/Beleuchtungsstärke)
Stromqualitätsmesser	Oberwellengehalt/weitere elektrische Parameter
Thermographischer Scanner/thermographische Kamera	Leitertemperatur in °C/Temperaturbilder überhitzter Leiter (insbesondere bei Verbindungspunkten)

GreenBuilding Energy Audit

Temperatur	
Thermometer	Trockenkugeltemperatur in °C
Schleudersychrometer (Thermometer)	Sowohl Trocken- als auch Feuchtkugeltemperatur in °C
Tragbares elektronisches Thermometer	
Infrarot-Ferntemperaturfühler	Nützlich zum Erfassen von Energieverlusten aufgrund unsachgemäßer Isolierung oder Lecks
Digitales Thermometer mit Temperatursonde	Temperatur innerhalb eines Stroms von normal heißer Luft/Dampf (Platinumsonde für Temperaturen von 0 bis 100 °C und Thermoelementsonde für hohe Temperaturen bis 1200 °C)

Druck und Geschwindigkeit	
Staudruckanemometer	Druck und Geschwindigkeit des Luftstroms
Digitales Anemometer mit Sonde	Geschwindigkeit und Druck des Luftstroms
Flügelradanemometer	Luftgeschwindigkeit durch Spule, Lufteinlass oder -auslass, für Ströme, die nicht dynamisch instabil sind, typische Durchflussgeschwindigkeit 0,25 m/s bis 15 m/s
Abdeckanemometer	Durchflussgeschwindigkeit am Lüftungsgitter
Druckmesser	Flüssigkeitsdruck
Ultraschall-Durchflussmesser mit Rohrschellen	Flüssigkeitsströmung/-geschwindigkeit

Verschiedenes	
Abgastester mit Sonde	Kesselabgastemperatur, O ₂ -, CO-, CO ₂ -, und NO _x -Gehalt
Kühlgas-Isolationsprüfer	Erkennung von Kühlgaslecks
Ultraschall-Lecksucher	Erkennung von Druckluftlecks
Dampf-Lecksucher	Erkennung von Dampflecks, gewöhnlich für Kondensatabscheider
Tachometer	Umdrehungsgeschwindigkeit
Aufnahmegerät mit Schaubild	Aufzeichnen des über einen Zeitraum überwachten Parameters auf einem Schaubild/Kurvenbild (auf Papier)
Gerät zur Erfassung von Messdaten	In Kombination mit Messgeräten zur Messung über einen Zeitraum (elektronischer Speicher). Einige der oben genannten Messgeräte verfügen bereits über eingebaute Funktionen zur Erfassung von Messdaten.

GreenBuilding Energy Audit

Luftfeuchtigkeit	
Haarhygrometer	Luftfeuchtigkeit/Feuchtkugeltemperatur
Digitales Thermometer	Luftfeuchtigkeit/Feuchtkugeltemperatur

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt beim Herausgeber.
Die Inhalte geben nicht die Position der Europäischen Gemeinschaft wieder. Die Europäische Kommission trägt keine Verantwortung für jegliche Nutzung der in dieser Publikation dargestellten Inhalte.