



gelbe Karte

Verteilung von Wärme und Kälte
 Temperaturregelung ohne Rückmeldung an
 für Vorlauf und Rücklauf lediglich abhängig
 von Raumtemperatur

des Luftvolumens gemäß fester Zeitsteuerung
 Luftstrom-Erwärmung und/oder -Kühlung

Beleuchtung & Verschattung
 automatische Abschaltung bei der Beleuchtung
 ohne Berücksichtigung von Helligkeit/
 Temperatur

Optimierung & Energiemanagement
 automatische Optimierung der Betriebspara-
 metrische Gebäudeausrüstung (TGA)
 automatische Auswertungen vom Energie

potenziale
 Gebäude-Energieeffizienzbewertung/
 elektrische Energie: ca. 14 % - 50 %
 mechanische Energie: ca. 4 % - 14 %

Rote Karte



Erzeugung und Verteilung von Wärme und Kälte

- Keine raumindividuelle Temperaturregelung
- Feste Temperaturen für Vorlauf und Rücklauf
- Umwälzpumpen im Dauerbetrieb oder gemäß Zeitprogramm
- Keine Verriegelung zwischen Wärme- und Kälte



Lüftung

- Keine oder manuelle Regelung des Luftstrom-Erwärmung und/oder -Kühlung



Beleuchtung & Verschattung

- Ausschließlich manuelle Bedienung
- Ausschließlich manuelle Bedienung



Automation & Energiemanagement

- Keine Erfassung von Energie
- Keine automatische Optimierung

Die EnEV 2014 und deren Bedeutung für die Gebäudeautomation

Michael Krödel

INHALT

1 Überblick

2 Energieeinsparung durch bedarfsgeführten Betrieb

2.1 Gebäude ganzheitlich optimieren

2.2 Amortisation

2.3 Technologien und Systeme

3 Grundsätzliches zur EnEV 2014

3.1 Energetische Grundbegriffe

3.1.1 Endenergiebedarf

3.1.2 Primärenergiebedarf

3.1.3 Primärenergiefaktor

3.1.4 Energieverbrauch und Energiebedarf

3.2 EN 15232

3.2.1 Checkliste zur Ermittlung der GA-Effizienzklasse

3.2.2 Ermittlung der Effizienzfaktoren

3.2.3 Einsparpotenziale durch Gebäudeautomation

3.2.4 Die EN 15232 auf dem Prüfstand

3.2.5 Schnellbewertung von Gebäuden

3.2.6 Überschlägige betragsmäßige Abschätzung

3.2.7 Online-Schnellbewertung

3.2.8 Normgerechte Bewertung von Gebäuden

3.2.9 Zertifizierungsprogramm der eu.bac

3.3 DIN V 18599

3.4 DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

3.4.1 Berechnung des Wärmebedarfs

3.4.2 Berechnung des Primärenergiebedarfs

3.4.3 Anwendung und Konsequenzen

3.5 Die zwei Stufen der EnEV 2014

4 Relevante Gewerke für die Automation

5 Details zu den Automationsanforderungen

5.1 DIN V 18599-11

5.1.1 Heizung

5.1.2 Kühlung

[5.1.3 Wohnungslüftung](#)

[5.1.4 Raumlufttechnik/Klimatisierung](#)

[5.1.5 Trinkwassererwärmung](#)

[5.1.6 Beleuchtung](#)

[5.1.7 Technisches Gebäudemanagement](#)

[5.2 EnEV Hauptdokument](#)

[6 Weitere Änderungen aufgrund der EnEV 2014](#)

[6.1 Verbindliche Verwendung des Energieausweises](#)

[6.2 Kennwerte bei Verkauf und Vermietung](#)

[6.3 Austausch alter Heizkessel](#)

[6.4 Registriernummern](#)

[6.5 Vollzug sowie Bußgelder](#)

[6.6 Wärmedurchgangsverluste](#)

[6.7 Primärenergiefaktor für Strom](#)

[6.8 Förderung von Vor-Ort-Beratung](#)

[7 Historische Vorläufer zur EnEV 2014](#)

[7.1 Wärmeschutzverordnung](#)

[7.2 Heizanlagenverordnung](#)

[7.3 Erste Energieeinsparverordnungen](#)

[8 Hinweise zum Planungsprozess](#)

[9 Schlüsselfaktor Berechnungsprogramme \(Software\)](#)

[10 Fazit](#)

[Ursprung der Fragen der DIN V 18599, Teil 11](#)

[Quellenverzeichnis](#)

Vorwort

Dieses Buch versteht sich als pragmatisches Hilfsmittel zum Umgang mit der EnEV 2014 und den Anforderungen an die Gebäudeautomation.

Neben vielen Informationen enthält es Übersichtstabellen sowie Verweise auf Tools, um viele Entscheidungen auch ohne unnötige Details treffen zu können. Das Buch beinhaltet zusätzlich entsprechende Vertiefungen und auch dort wurde mithilfe von Beispielen, Tipps und Hinweisen hoher Wert auf einen Praxisbezug gelegt.

Deshalb ist dieses Buch dem interessierten Leser gewidmet, der Gebäude ganzheitlich bewerten bzw. optimieren möchte und sich nicht nur einseitig auf Dämmung oder Anlagentechnik fokussiert. Sollte das Buch die erwähnten Ansprüche aus Ihrer Sicht nicht erfüllen, bin ich für Rückmeldungen dankbar, um das in einer späteren Auflage berücksichtigen zu können.

Dabei wäre das Buch nicht ohne aktive Unterstützung einiger Personen entstanden. Ganz besonders bedanken muss ich mich bei Herrn Martin Hardenfels für einerseits wertvolle Hinweise zum fachlichen Inhalt als auch andererseits entscheidende Tipps und Anregungen zur Veröffentlichung. Ausgesprochen dankbar bin ich auch für die professionelle Unterstützung von Frau Sonja Schreiber, die mit viel Kreativität und Fleiß die grafische Gestaltung, sowie das Layout und den Satz übernommen hat.

Prof. Dr. Michael Krödel

Ottobrunn im Juli 2015

1 Überblick

Moderne Gebäude sind inzwischen gut gedämmt und nutzen üblicherweise eine effiziente Anlagentechnik.

Was nutzt aber ein gut wärmegeämmtes Haus, wenn es beheizt wird, während gleichzeitig über die Fenster gelüftet wird? Was nutzt eine hocheffiziente Lüftungsanlage, die lüftet, obwohl ein Teil des Gebäudes nicht benutzt wird? Was nutzt eine energieeffiziente LED-Beleuchtung, die den ganzen Tag im Büro eingeschaltet bleibt (z. B. weil es dem Mitarbeiter in der Früh zu dunkel war und er deshalb die Beleuchtung eingeschaltet, danach aber einfach keinen Anlass mehr gefunden hat, diese später wieder auszuschalten)? Dabei sind das noch relativ harmlose Beispiele. Wenn man sich die Betriebsarten der Anlagentechnik genauer ansieht, erkennt man in vielen Fällen schnell gravierendere Beispiele für Energieverschwendung.

Dabei könnte in größeren Gebäuden ein Hausmeister den optimalen Betrieb der Anlagentechnik gewährleisten. Könnte er. Macht er aber nicht! Ein Hausmeister wird die Anlagentechnik immer so betreiben, dass die Nutzer zufrieden sind und er möglichst seine Ruhe hat. Und da er nicht jede Viertelstunde durch das Gebäude laufen und überall nach dem Rechten schauen kann, wird er die Heizungs- oder Lüftungsanlage lieber so einstellen, dass diese eher mehr heizt und lüftet als nötig. Ein Controller kann das besser. Der kann sogar im Minutentakt Soll- und Ist-Zustände vergleichen und den Anlagenbetrieb optimal steuern. Wenn Sie Ihr Auto für eine Viertelstunde nicht benutzen, stellen Sie doch auch den Motor ab! Hier machen

Sie es richtig und betreiben die Anlage, bzw. die Anlagentechnik nur genau dann, wenn sie auch tatsächlich benötigt wird.

Das hat auch der Gesetzgeber erkannt und seit dem 01. Mai 2014 in Form der EnEV 2014 vorgegeben, dass die Art des Anlagenbetriebs verstärkt berücksichtigt werden muss. Neu ist, dass mit der EnEV 2014 erstmals auch Fragen zum Automationsgrad des Gebäudes gestellt werden und somit Einfluss auf die Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfs, wie er über den Energieausweis ausgewiesen wird, haben. Letzterer darf bei Neubaumaßnahmen vorgegebene Obergrenzen nicht überschreiten. Mit der EnEV 2014 gilt damit erstmals: Kein Energieausweis ohne Berücksichtigung der Gebäudeautomation!

Der von der EnEV 2014 erwartete Automationsgrad, konkret die Ausstattung des sogenannten Referenzgebäudes, ist dabei relativ gering und wird von heutigen Neubauten bereits erfüllt. Das verhilft dem Gewerk der Gebäudeautomation zu einem sehr sympathischen Einstieg. Die Gefahr, durch die Berücksichtigung der Gebäudeautomation einen Malus bei der Gebäudebewertung zu erhalten, ist sehr gering. Dafür belohnt die EnEV 2014 diejenigen, die mehr automatisieren als für das Referenzgebäude vorgegeben ist.

Mit der Verschärfung der EnEV 2014 zum 01. Januar 2016 reduziert sich der erlaubte Jahres-Primärenergiebedarf um weitere 25%. Nun ist es so, dass der bis dahin erlaubte Höchstwert bereits hohe Anforderungen an die Wärmedämmung und die Anlagentechnik stellt. Diesen um weitere 25% zu reduzieren ist eine beachtliche Reduktion. Im Übertragenden ist das so, als wollte man aus einer

bereits ausgedrückten Orange nochmals einen ganzen Schwall an Saft produzieren. Bei der Orange hilft eine bessere Presse und beim Gebäude die Gebäudeautomation. Da die EnEV nur eine geringe Erwartungshaltung an den Automationsgrad hat, haben viele Funktionen der Gebäudeautomation eine positive Auswirkung. Beim Neubau hilft das, die erlaubte Obergrenze trotz Verschärfung zu erfüllen und beim Bestandsgebäude verbessern sich die ausgewiesenen Werte des Energieausweises und damit der Wert der Immobilie.

Vor diesem Hintergrund wird die Gebäudeautomation (GA) zum Freund und Helfer. Wer sich nicht frühzeitig mit dem Querbezug zwischen Automation und EnEV befasst, verpasst wertvolle Chancen. Besonders wichtig ist es auch, dass die Baubranche, d. h. insbesondere Bauingenieure, Architekten und Immobilienverwaltungen, die Scheu vor dem Gewerk der Automation verliert und für den entsprechenden Dialog mit der Elektrobranche aufgeschlossen ist. Für die Elektrobranche bedeutet das, sich frühzeitig mit dem Umfeld der EnEV sowie deren Begrifflichkeiten und Berechnungsmethoden zu befassen. Durch die EnEV ergibt sich lediglich, dass man sich mit dem Gewerk der Automation auseinandersetzen muss – nicht aber wie es letztlich ausgeführt wird. Damit dieses Gewerk technisch sinnvoll und insbesondere nutzergerecht umgesetzt wird, ist Beratungskompetenz erforderlich. Oder umgekehrt: Nur wer sich frühzeitig diesem Thema stellt und eine Beratungskompetenz aufbaut, kann davon profitieren!

[Kapitel 2](#) widmet sich einer allgemeinen Einführung in die Gebäudeautomation und deren Chancen und Risiken. Auch wird dort bereits eine allgemeine Aussage zur Amortisation getroffen und es werden einige unterschiedliche Technologien erwähnt und in Bezug auf Funktionalität

unterschieden. Nach diesem Kapitel hat man bereits einen groben Überblick zu sinnvollen Einsatzmöglichkeiten der Gebäudeautomation sowie zu verfügbaren Technologien.

[Kapitel 3](#) geht auf die EnEV 2014 und den dort enthaltenen Anforderungen an die Gebäudeautomation ein. Ein besonderer Fokus liegt auf den Gebäudeautomations-Normen EN 15232 sowie DIN V 18599-11, auf die in der EnEV 2014 verwiesen wird. Das Kapitel zeigt pragmatische Verfahren, Gebäude hinsichtlich der Automation zu bewerten und das mögliche Einsparpotenzial überschlägig zu ermitteln. Nach diesem Kapitel ist man in der Lage für ein konkretes Gebäude zu entscheiden, welche Gewerke man in Bezug auf die Automation stärker betrachten sollte und welche nicht.

Den Querbezug zwischen den zu automatisierenden Gewerken und den Anforderungen der EnEV stellt [Kapitel 4](#) her. Immerhin ist es noch nicht so, dass alles das, was automatisiert werden sollte auch von der EnEV gefordert wird und umgekehrt. Wer im Bereich Gebäudeautomation kompetent beraten oder entscheiden will, sollte beide Sichtweisen kennen. Die Übersicht dazu wird in [Kapitel 4](#) behandelt und die vertiefenden Details sind in [Kapitel 5](#) aufgeführt.

Um die EnEV 2014 in Summe zu verstehen, sollten auch die weiteren Neuerungen im Vergleich zur Vorgängerversion bekannt sein. Diese werden in [Kapitel 6](#) behandelt. [Kapitel 7](#) beschäftigt sich dann kurz mit den Vorläufer-Versionen der EnEV 2014.

[Kapitel 8](#) und [9](#) schließen das Buch mit Hinweisen zum Planungsprozess sowie Kommentaren zu Energieausweis-Berechnungsprogrammen.

Hinweis: Die erstmals zum 01. Mai 2014 in Kraft getretene Energieeinsparverordnung wird im Folgenden wie auch in der breiten Öffentlichkeit als EnEV 2014 bezeichnet. Streng genommen müsste diese als EnEV 2013 bezeichnet werden, da sie bereits am 16. Oktober 2013 vom Bundesrat beschlossen wurde.

2 Energieeinsparung durch bedarfsgeführten Betrieb

Warum überhaupt Gebäudeautomation? Was ist der Sinn und der Nutzen dieser zusätzlichen Technologie?

Stellen Sie sich folgendes vor: In einem modernen Bürogebäude, gerade einmal 5 Jahre alt, ist eine Lüftungsanlage installiert. Das Gebäude ist gut gedämmt und das Datenblatt der Lüftungsanlage bescheinigt gute Effizienzwerte. In Konsequenz wird dem Gebäude bei der Berechnung des Energieausweises ein sehr geringer Energiebedarf attestiert. Stolz hängt der Immobilienbesitzer seinen Energieausweis in das Foyer des Gebäudes. Alles ist in Ordnung, oder?

Picken wir uns mal nur die Lüftungsanlage heraus. Kann es sein, dass die echten Leistungsdaten der Anlage (d. h. das Luftvolumen und der dazu nötige elektrische Energiebedarf) im wahren Leben anders sind, als die vom Datenblatt? Immerhin muss ein womöglich komplexes Luftkanalsystem gespeist werden. Dieses war dem Hersteller bei der Ermittlung der Leistungsdaten für das Datenblatt sicher nicht bekannt sondern nur vermutet. Auch ist die Anlage in unserem Beispiel 5 Jahre alt und ob bzw. wie gut die Wartung von Lüftungsanlage, Filtern etc. durchgeführt wurde, hat natürlich auch einen Einfluss auf den tatsächlichen Energiebedarf. Wäre es also nicht sehr aufschlussreich, die echten Leistungsdaten einmal nachzumessen, bevor man sich in Sicherheit wiegt?

Beim Dimensionieren der Lüftungsanlage für das Bürogebäude lag die Anforderung zugrunde, dass die

Lüftungsanlage genügend Luftzufuhr für ein voll besetztes Bürogebäude gewährleisten muss. Ist das aber immer so, d.h. ist das Bürogebäude immer voll besetzt? Und das auch durchgehend von morgens bis abends, d. h. auch über die Mittagspause? Ist es nicht realistisch, dass die Anzahl der Menschen im Gebäude je nach Tag und je nach Uhrzeit stark schwankt? Ist es in Konsequenz nicht sinnvoll, die Luftzufuhr auch anzupassen bzw. auch zwischendurch mal auszuschalten? Ist das nicht logisch, dass man damit den Energiebedarf der Lüftungsanlage reduzieren kann?

Für unseren Immobilienbesitzer bedeutet das, dass er sich nicht auf den scheinbar gut aussehenden Energieausweis verlassen darf. Was nützt eine eigentlich gute Lüftungsanlage, wenn diese schlecht gewartet ist, ihre Leistung nicht entfalten kann und das niemand bemerkt? Was nützt diese, wenn sie läuft obwohl es nicht nötig ist?

Fazit: Ohne die regelmäßige Überwachung des Energiebedarfs (Energiemonitoring) und des bedarfsgeführten Betriebes der Anlagentechnik kann und darf man nicht von einem energieeffizienten Gebäude sprechen. Oder umgekehrt: Wer von seinem Gebäude behaupten will, dass es energieeffizient ist, muss zumindest an den wesentlichen Stellen regelmäßig nachmessen und sicherstellen, dass die technische Gebäudeausrüstung (Heizung, Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung etc.) bedarfsgeführt betrieben wird. Herr Professor Dr. Martin Becker von der Hochschule Biberach bringt das immer wieder mit folgender Aussage auf den Punkt: „Energie managen ohne zu messen, kannst Du vergessen“! [Abbildung 1](#) fasst diese wesentliche Erkenntnis zusammen.



Abb. 1 Gebäude ganzheitlich optimieren!

Wer stellt nun aber die Lüftungsanlage in unserem Beispiel je nach Bedarf auf die gerade benötigte Leistungsstufe, bzw. schaltet zwischendurch immer wieder mal aus? Theoretisch könnte das durch einen fleißigen Hausmeister ausgeführt werden. Dieser müsste z. B. alle 15 Minuten durch alle Räume gehen und jedes Mal die Luftqualität messen. Basierend darauf geht der Hausmeister zur Lüftungsanlage und schaltet diese je nach Bedarf mal wieder ein oder aus. So funktioniert das in der Theorie, aber nicht in der Praxis. Ein solches Szenario wäre störend und nur bedingt zuverlässig (bei allem Respekt allen Hausmeistern gegenüber) und zudem sehr teuer. Also werden an wenigen wesentlichen Stellen

Luftqualitätssensoren platziert und mit einem Controller verbunden, der wiederum die Lüftungsanlage ansteuern kann. Das nennt man Gebäudeautomation und ist kein Hexenwerk, sondern eine zeitgemäße und gängige Methode, die technischen Anlagen bedarfsgeführt zu betreiben.

2.1 Gebäude ganzheitlich optimieren

Zurück zur Frage: Wozu überhaupt Gebäudeautomation? Die Frage ist fundierter zu beantworten, wenn man näher betrachtet, welche Aspekte zur Reduktion des Energiebedarfs im Gebäude beitragen.

Zunächst ist die Bauphysik zu nennen. Darunter fallen Aspekte wie der Dämmzustand von Wänden, Dachgeschoss sowie thermische Isolierung von Bodenplatte bzw. Kellergeschoss. Dazu zählt aber auch der Zustand von Fenstern und Türen sowie die sogenannten Wärmebrücken. Bei letzteren handelt es sich um Stellen in der Gebäudehülle, die die Wärme (leider) besonders gut nach außen leiten und damit die eigentliche Dämmung umgehen. In der Praxis sind das z. B. die Randbereiche an Fenstern oder Balkonen. Aufgrund aktiver Werbung der Baubranche ist das Bewusstsein in der Bevölkerung sehr ausgeprägt, dass ein energieeffizientes Haus eine vernünftige Dämmung und anständige Fenster braucht. Ebenso verbreitet ist auch das Bewusstsein, dass ein energieeffizientes Haus auch eine zeitgemäße Anlagentechnik benötigt. Neben effizienten Brennern (z. B. Brennwertkesseln) oder effizienten Wärmepumpen ist auch der Einsatz von z. B. Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen ein wesentlicher Schritt, den zuzuführenden Energiebedarf weitgehend zu reduzieren. Diese Aspekte sind in [Abbildung_1](#) unter dem Punkt „Bauphysik & Anlagentechnik“ zusammengefasst und

werden in der Bevölkerung auch von bautechnischen Laien weitgehend verstanden und akzeptiert.

Nun ist es aber so, dass der Energiebedarf aufgrund von Kennwerten (oft als Teil von Datenblättern) berechnet wird. Diese Kennwerte werden meist im Labor unter Rahmenbedingungen ermittelt, wie man diese beim späteren Einsatzfall in der Praxis vermutet. Auch geht die Berechnung davon aus, dass der Bau des Gebäudes fachgerecht ausgeführt wird und sich die Anlagentechnik in einem ordnungsgemäßen und regelmäßig gewarteten Zustand befindet. Das alles kann stimmen - muss es aber nicht. Das echte Leben verhält sich oft anders als es Vorschriften, Wartungsanforderungen oder Berechnungsverfahren vorgeben. Auf jeden Fall ist es für einen konkreten Einzelfall sehr wahrscheinlich, dass die echten Energiebedarfswerte für ein Gebäude oder dessen Anlagentechnik anders ausfallen, als es über die Verwendung von Kennwerten berechnet wurde. Deshalb ist es wichtig, den Energiebedarf über Energiemonitoring zu überwachen. Im Detail bedeutet das, dass man die wesentlichen Energiekennwerte wie z. B. elektrischer Energiebedarf bzw. Verbrauchsmenge an Brennstoffen überwacht und mit den Erwartungswerten vergleicht. Die regelmäßige Abfrage der Verbrauchsmengen sowie der Vergleich zu den Erwartungswerten kann automatisch durchgeführt werden und der Nutzer wird nur im Falle von zu großen Abweichungen informiert. Besondere Bedeutung erhalten die Auswertungen dann, wenn auch Einflussgrößen wie Präsenz, Zustand von Fenstern und Türen, Helligkeit etc. erfasst werden. Damit kann man ermitteln, ob die Anlagentechnik überhaupt sinnvoll betrieben wurde: Wird z. B. in Zeiten, in denen niemand im Gebäude war, unnötig geheizt? Wird zu Zeiten, in denen genug Tageslicht in das Gebäude kommt, unnötig beleuchtet? Beim

Energiemonitoring ist es dabei wesentlich, dass man sich vor der Einführung Gedanken darüber macht, was man messen möchte und was die Erwartungswerte sind. Nur so ermittelt man die richtige (geringe) Anzahl und Art an Sensoren, Zählern oder anderen Messeinrichtungen und hält die Komplexität des Energiemonitorings in Grenzen. Richtig eingesetzt ermöglicht Energiemonitoring wesentliche Erkenntnisse über den Zustand von Gebäude und Anlagentechnik sowie das Nutzerverhalten. Mit diesen Erkenntnissen können Optimierungen am Gebäude bzw. der Anlagentechnik durchgeführt und Nutzer informiert werden. Entsprechende Reduktionen des Energiebedarfs bewegen sich damit schnell im zweistelligen Prozentbereich. Deshalb zeigt [Abbildung 1](#) das Energiemonitoring als einen weiteren wesentlichen Aspekt für energieeffiziente Gebäude.

Ein Beispiel für eine einfache Visualisierung von Messungen zeigt [Abbildung 2](#). Die Art der Darstellung wird als „Carpet Plot“ bezeichnet. Von unten nach oben ist die Uhrzeit dargestellt. Von links nach rechts werden die unterschiedlichen Tage aufgeführt. Das abgebildete Carpet-Plot verwendet zwei unterschiedliche Farben: Weiße Farbe symbolisiert ein „Aus“ und die dunkelgraue Farbe den Zustand „Ein“. Würden die Messwerte eines doppelt so langen Zeitraums eingetragen, wäre der Plot in Längsrichtung auch doppelt so lange, während sich die Höhe nicht verändert. Der Ausdruck würde wie ein langer Teppich aussehen – daher auch der Name.