

Optimisation énergétique de l'exploitation

Ottimizzazione energetica dell'esercizio

Energetische Betriebsoptimierung

592048

Referenznummer
SNR 592048:2015 de

Gültig ab: 2015-07-01

Herausgeber
Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein
Postfach, CH-8027 Zürich

SIA-Merkblätter

Zur Erläuterung und ergänzenden Regelung von speziellen Themen gibt der SIA Merkblätter heraus.

Die Merkblätter sind Bestandteil des SIA-Normenwerks.

Merkblätter sind nach ihrer Veröffentlichung drei Jahre gültig. Die Gültigkeit kann wiederholt um jeweils drei Jahre verlängert werden.

Allfällige Korrekturen und Kommentare zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

2015-07 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	Anhang	
0 Geltungsbereich	5	A (informativ) Checklisten	21
0.1 Abgrenzung	5	B (informativ) Wichtige Punkte nach Anlagentyp	23
0.2 Normative Verweisungen	6	C (informativ) Energetische Betriebsoptimierung unmittelbar nach Übergabe (eBO*)	29
0.3 Hinweise zur Anwendung	7	D (informativ): Energetische Betriebsoptimierung als Daueraufgabe (eBO**)	30
1 Verständigung	9	E (informativ) Berichterstattung	31
1.1 Begriffe und Definitionen	9	F (informativ) Publikationen	32
1.2 Abkürzungen	11		
2 Nutzen und Ziele	12		
2.1 Nutzen	12		
2.2 Ziele	12		
3 Voraussetzungen, Herausforderungen und Grundsätze	13		
3.1 Voraussetzungen	13		
3.2 Herausforderungen	14		
3.3 Grundsätze der energetischen Betriebsoptimierung	14		
4 Vorgehen	16		
4.1 Auftragsdefinition	17		
4.2 Datenerhebung	17		
4.3 Begehung, Messung	17		
4.4 Auswertung und Analyse	18		
4.5 Massnahmenidentifikation	18		
4.6 Entscheidungsfindung	18		
4.7 Massnahmenumsetzung	18		
4.8 Erfolgskontrolle	19		
4.9 Massnahmensicherung	19		

VORWORT

Das SIA Energieleitbild Bau [1] fordert, alle Gebäude in der Schweiz sowohl konsequent energieeffizient wie nachhaltig zu betreiben. Dabei ist es wichtig, mit der wertvollen Ressource Energie intelligent umzugehen. Langfristig wird eine durchschnittliche Leistung des Primärenergiebedarfs von 2000 Watt pro Person und die Emission von maximal einer Tonne CO₂-Äquivalente pro Person und Jahr angestrebt. Allein durch das richtige Betreiben gebäudetechnischer Anlagen und Geräte in bestehenden Gebäuden sind wesentliche Steigerungen der Energieeffizienz¹ möglich [2]. Um diese Effizienzsteigerungen systematisch realisieren zu können, dient die in diesem Merkblatt beschriebene Methodik.

Im Jahre 1997 veröffentlichte das Bundesamt für Energie BFE einen Massnahmenkatalog für die Betriebsoptimierung komplexer Anlagen (BOK) [3, 4]; diese Publikation dient als wichtiges Grundlagenpapier für dieses Merkblatt. Auf Grund der damit gemachten Erfahrungen werden Begriffe und Vorgehensweisen präzisiert. In der Energiestrategie 2050 des Bundes [5] spielt die energetische Betriebsoptimierung (eBO) im Gebäudebereich eine wichtige Rolle; alle politischen Akteure haben mittlerweile den Nutzen und die Effektivität dieser Massnahme erkannt. Das vorliegende Merkblatt klärt, wie bei energetischen Betriebsoptimierungen vorgegangen wird, welche Voraussetzungen dabei erfüllt sein sollen und welche Ansätze Erfolg versprechend sind.

Dieses Merkblatt richtet sich an alle Personen, die mit energierelevanten und steuer- oder regelbaren Anlagen, Ausstattungen sowie Geräten eines Gebäudes zu tun haben. Dieser Personenkreis umfasst Eigentümer, Investoren, Planer, Hersteller, Betreiber, Verwalter, Gebäudetechnik-Fachleute, externe Dienstleister, aber auch Nutzer. Es liefert Auftraggebern für eBO-Aufträge Hinweise über die zu berücksichtigenden Arbeitsschritte und Fachpersonen Hinweise, wo anzusetzen ist, und Checklisten bzw. Hilfsmittel für die Arbeit.

Im vorliegenden Dokument gelten die männlichen Personen- und Funktionsbezeichnungen sinngemäss auch für weibliche Personen.

Kommission SIA 2048

¹ siehe Definition Ziffer 1.1.4.4

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

0.1.1 Allgemein

0.1.1.1 Dieses Merkblatt gilt für die energetische Betriebsoptimierung (eBO) von gebäudetechnischen Anlagen. Die gleichen Ansätze können auch auf spezifische Industrieprozesse und Betriebseinrichtungen (z.B. Produktionsanlagen, Medizintechnik, Waschanlagen, Küchengeräte, Badtechnik in Hallenbädern und Eishallen) angewendet werden, soweit diese durch die Betriebsoptimierungs-Fachleute beeinflussbar sind.

0.1.1.2 Die eBO (siehe Definition in 1.1.4.2) fokussiert sich auf betrieblich-technische Massnahmen. Die organisatorischen Aspekte des Energiemanagements sind in SN EN ISO 50001 geregelt.

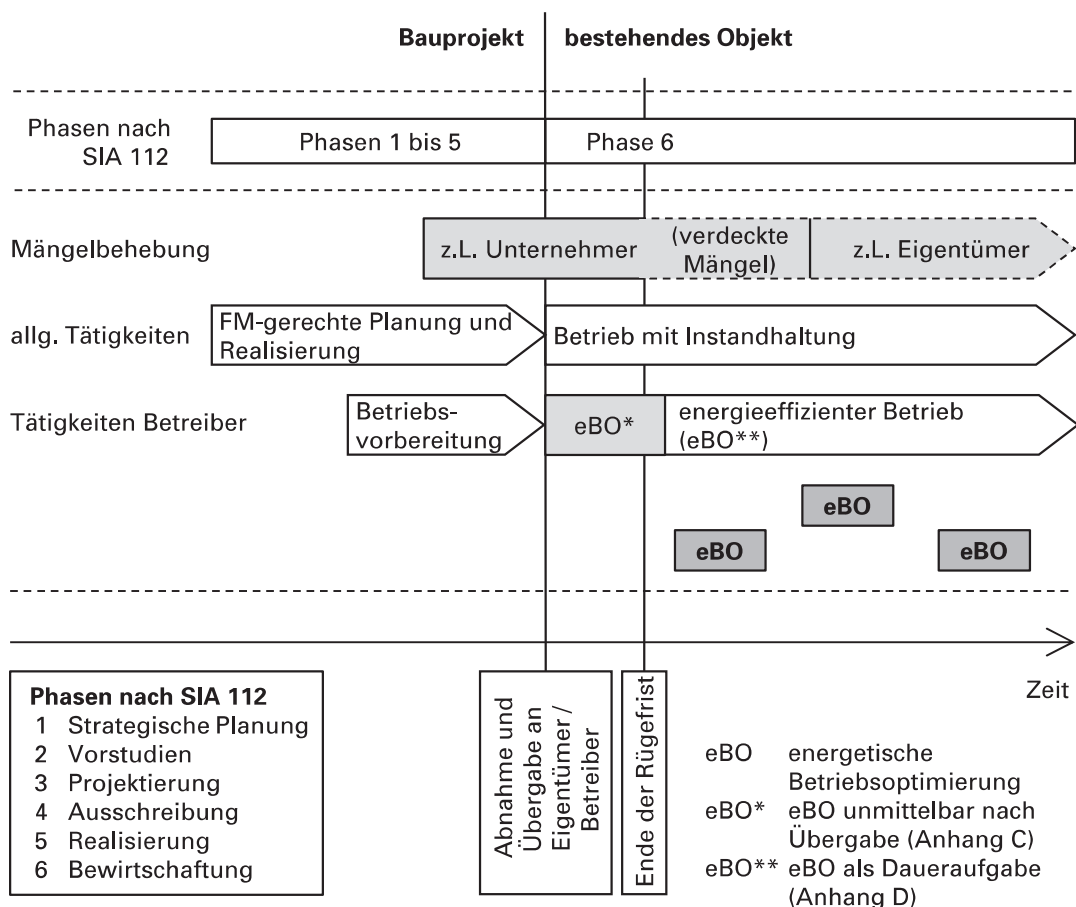
0.1.1.3 Der Grundstein für einen energetisch optimalen Betrieb wird bei langlebigen Betriebseinrichtungen schon bei der Evaluation und/oder Auswahl gelegt.

0.1.2 Zeitliche Abgrenzung

0.1.2.1 Die eBO liegt vollständig in Phase 6 nach SIA 112, also nach der Beendigung der Erstellung eines Bauwerks und nach der Übergabe an den Eigentümer. In den vorangehenden Phasen wurden optimalerweise (vgl. 3.1) bereits Vorkehrungen getroffen, um eine eBO zu vereinfachen.

0.1.2.2 Sinnvollerweise liegen bereits Betriebsdaten mindestens eines ganzen Jahres vor.

Figur 1 Zeitliche Abgrenzung (Phasen nach SIA 112; Begriffe nach SIA 118)



0.1.3 **Inhaltliche Abgrenzung**

- 0.1.3.1 Dieses Merkblatt behandelt die energetische Betriebsoptimierung als Projekt, das folgende Projektschritte enthält:
- Auftragsdefinition (4.1),
 - Datenerhebung (4.2),
 - Begehung der Anlagen (4.3),
 - Auswertung und Analyse der Betriebs- und der Energiedaten (4.4),
 - Identifikation von Hemmnissen, Risiken und Chancen (4.4.4),
 - Entwicklung, Identifikation und Verifizierung von Optimierungsmassnahmen (4.5),
 - Priorisierung und Umsetzung wirtschaftlicher Massnahmen (4.6 und 4.7),
 - Schulung des Betriebspersonals (4.7.4),
 - Erfolgskontrolle (4.8),
 - Massnahmensicherung (4.9).
- 0.1.3.2 Dieses Merkblatt beleuchtet die notwendigen Voraussetzungen (Kapitel 3) sowie die über die Projektdauer hinaus andauernden Massnahmen, soweit diese die nachhaltige Wirkung eines eBO-Projektes sicherstellen (4.9).
- 0.1.3.3 Energieoptimale Inbetriebsetzungen wenden dieselben Regeln wie eBO an (siehe auch Anhang C).
- 0.1.3.4 Der Betreiber stellt durch Anwendung der in diesem Merkblatt beschriebenen Prinzipien den energieoptimalen Betrieb der gebäudetechnischen Anlagen sicher: eBO als Prozess (siehe eBO** in Figur 1, Ziffer 4.9.4 und Anhang D).
- 0.1.3.5 In vielen eBO-Projekten findet man Anlagen mit Mängeln. Die Mängelbehebung ist jedoch kein Teil eines Betriebsoptimierungs-Projektes, sondern muss durch den Anlagen-Ersteller separat, vorzugsweise vorgängig, erfolgen. Mängel lassen sich in vielen Fällen aber nicht ignorieren, weil sie die Resultate von Massnahmen signifikant beeinflussen können (z.B. nicht funktionierende bedarfsorientierte Steuerung von Verteilung und Erzeugung). Mängel müssen daher nach dem Entdecken sofort dem Eigentümer gemeldet werden, damit dieser die geeigneten Massnahmen zu deren Behebung einleiten kann.
- 0.1.3.6 Nicht unter eBO fallen folgende Aktivitäten:
- Alle Aktivitäten vor der Abnahme und Übergabe eines Gebäudes, Bauteils oder einer Anlage an den Eigentümer (wie bauliche Massnahmen, Installationsarbeiten und Montagen, Inbetriebnahme und integrale Tests) und die Abnahme als solches.
 - Planung von Anlagenersatz.
 - (Teil-)Ersatz von Anlagen.
 - Evaluation und Ausschreibung neuer Geräte.
 - Übliche Aktivitäten für die Instandhaltung.
 - Alters- oder funktionsbedingte Instandsetzungen.
 - Kontrolle der Einhaltung gesetzlicher Regelungen.
- 0.1.3.7 Es gibt Massnahmen an der Gebäudehülle, die durchaus in den Bereich der eBO gehören (z.B. Regelung der Beschattung im Sommer oder Verhinderung der Nachtauskühlung im Winter).

0.2 **Normative Verweisungen**

Im Text dieses Merkblatts wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten. Bei undatierten Verweisungen gilt jeweils die letzte Ausgabe (einschliesslich aller Änderungen), bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

0.2.1 **Publikationen des SIA**

Norm SIA 112	Modell Bauplanung
Empfehlung SIA 113	FM-gerechte Bauplanung und Realisierung
Norm SIA 118:2013	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
Norm SIA 118/380:2007	Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik
Norm SIA 380/1	Thermische Energie im Hochbau
Norm SIA 380/4	Elektrische Energie im Hochbau
Norm SIA 382/1:2014	Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen
Merkblatt SIA 2024	Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik
Dokumentation D 0174	Modelle der Zusammenarbeit: Erstellung und Bewirtschaftung eines Bauwerkes

0.2.2 **Europäische Normen**

SN EN 1434	Wärmezähler (mehrere Teile)
SN EN 12599	Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen
SN EN 15232	Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement
SN EN 15239	Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen
SN EN 15240	Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlage
SN EN 16484-2	Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 2: Hardware (EN ISO 16484-2:2004)
SN EN ISO 50001	Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung
SN EN 60751	Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Sensoren, 2008

0.2.3 **weitere Publikationen**

SN 506511	Baukostenplan Hochbau (eBKP-H), 2012
VDMA 24197	Energetische Inspektion von Komponenten gebäudetechnischer Anlagen (Technische Regel), 2012
ProLeMo	Prozess-/Leistungsmodell im Facility Management, crb/IFMA, 2009

0.3 **Hinweise zur Anwendung**

0.3.1 Für Eigentümer sind insbesondere die folgenden Teile dieses Merkblatts von Bedeutung:

- Nutzen und Ziele nach Ziffer 2
- Voraussetzungen und Herausforderungen nach Ziffern 3.1 / 3.2
- Auftragsdefinition nach Ziffer 4.1
- Entscheidungsfindung nach Ziffer 4.6
- Massnahmensicherung nach Ziffer 4.9

0.3.2 Für Betreiber sind insbesondere die folgenden Teile dieses Merkblatts von Bedeutung:

- Nutzen und Ziele nach Ziffer 2
- Voraussetzungen und Herausforderungen nach Ziffern 3.1 / 3.2
- Datenerhebung / Begehung nach Ziffern 4.2 / 4.3
- Massnahmenumsetzung / Erfolgskontrolle / Massnahmensicherung nach Ziffern 4.7 / 4.8 / 4.9
- energetische Betriebsoptimierung unmittelbar nach Übergabe nach Anhang C
- energetische Betriebsoptimierung als Daueraufgabe nach Anhang D

- 0.3.3 Für Gebäudetechnik-Fachleute sind insbesondere die folgenden Teile dieses Merkblatts von Bedeutung:
- Nutzen und Ziele nach Ziffer 2
 - Voraussetzungen und Herausforderungen nach Ziffern 3.1 / 3.2
 - Vorgehen nach Ziffer 4 (und Checklisten in Anhang A und B)
 - energetische Betriebsoptimierung unmittelbar nach Übergabe nach Anhang C
 - energetische Betriebsoptimierung als Daueraufgabe nach Anhang D
- 0.3.4 Für Nutzer sind insbesondere die folgenden Teile dieses Merkblatts von Bedeutung:
- Nutzen und Ziele nach Ziffer 2
 - Massnahmensicherung nach Ziffer 4.9.3
 - energetische Betriebsoptimierung als Daueraufgabe nach Anhang D
- 0.3.5 Für Endnutzer ist insbesondere der folgende Teil dieses Merkblatts von Bedeutung:
- Massnahmensicherung nach Ziffer 4.9.4

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Begriffe und Definitionen

1.1.1 Rollen

- 1.1.1.1 Eigentümer
Propriétaire
- In Abweichung zur Definition in der SIA-Dokumentation D 0174 wird in diesem Merkblatt als Eigentümer bezeichnet, wer die entsprechenden Gebäudetechnikanlagen besitzt. Dabei ist es unerheblich, ob dies der Gebäudeeigentümer oder Mieter des Gebäudes bzw. Gebäudeteils ist.
- 1.1.1.2 Betreiber
Exploitant
- Die mit der Bewirtschaftung der entsprechenden Gebäudetechnikanlagen betrauten Stellen. Das betrifft die kaufmännische Bewirtschaftung (Liegenschaftsverwaltung) ebenso wie die technische und infrastrukturelle Bewirtschaftung (z.B. technischer Dienst, Hausdienst).
- Der Betreiber stellt unter anderem den energieoptimalen Betrieb der Anlagen (siehe auch Anhang D) und die geforderte Verfügbarkeit sicher.
- 1.1.1.3 Nutzer
Utilisateur
- Der Nutzer (bei Geschäftsliegenschaften in der Regel eine juristische Person) nutzt das betreffende Gebäude bzw. die entsprechenden Gebäudeteile. Als Mieter leistet der Nutzer dem Vermieter dafür einen Mietzins. Bei Eigengebrauch besteht in der Regel kein Mietverhältnis. Die Raumkosten können dem Nutzer trotzdem nach firmen- oder verwaltungsinternen Modalitäten verrechnet werden.
- 1.1.1.4 Endnutzer
Utilisateur final
- Diejenigen natürlichen Personen, die das Gebäude nutzen (im Gebäude Arbeitende, Bewohner, Besucher, Kunden, Patienten usw.).
- 1.1.1.5 Planer
Planificateur
- Dem Planer obliegt es, die für eine energie-optimale Inbetriebsetzung (siehe Anhang C) erforderlichen Schritte vorzusehen und deren Ausführung entsprechend zu überwachen.
- 1.1.1.6 Verteilnetzbetreiber
Gestionnaire de réseau
- Juristische Person (Organisation), die für den Betrieb der Infrastrukturnetze verantwortlich ist (z.B. Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke). Kann Daten der Verrechnungszähler zur Verfügung stellen (siehe Ziffer 4.2.2).

1.1.2 Übergang von Verantwortung und Betrieb

- 1.1.2.1 Inbetriebsetzung
Mise en service
- Einregelung und Kontrolle der definierten Funktionen einer Anlage, inklusive Installation der Steuerungs-, Regelungs-, Bedien- und Managementfunktionen, zur Erreichung und Optimierung der definierten Betriebszustände (SIA 118/380).
- 1.1.2.2 Inbetriebnahme
Mise en exploitation
- Aufnahme des Betriebs einer Anlage zur Nutzung (SIA 118/380).

1.1.3 **Anlagen**

- 1.1.3.1 **Gebäudetechnische Anlagen**
Installations du bâtiment Gesamtheit der Anlagen, die ortsfest in Gebäuden verbunden sind (Elektroanlagen, Kommunikationsanlagen, Heizungsanlagen, Lüftungs- und Klimaanlage, Kälteanlagen, Sanitäranlagen, Transportanlagen usw.).
- 1.1.3.2 **Gebäudeautomationssystem (GA-System)**
Système de gestion technique du bâtiment (SGTB) System, bestehend aus allen Produkten und Dienstleistungen für automatische Steuerung und Regelung (einschliesslich Logikfunktionen), Überwachung, Optimierung, Betrieb sowie für manuelle Eingriffe und Management zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und sicheren Gebäudebetrieb.

1.1.4 **Begriffe in Bezug auf die energetische Betriebsoptimierung**

- 1.1.4.1 **Analyse**
Analyse Umfasst das Beschaffen und das systematische Auswerten von Informationen (z.B. Energie- und Betriebsdaten von Anlagen) sowie deren Interpretation.
- 1.1.4.2 **Energetische Betriebsoptimierung (eBO)**
Optimisation énergétique de l'exploitation Die energetische Betriebsoptimierung (eBO) zeigt Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auf, die für Gebäudenutzer keine merklichen Komforteinbussen bewirken, eine kurze Pay-back-Dauer (in der Regel kürzer als 2 Jahre) aufweisen, kostengünstig sind und in der Regel ohne ordentlichen Planungsprozess umgesetzt werden können. Die eBO stellt ein schrittweises Vorgehen mit strukturierter Planung und Umsetzung einzelner Massnahmen dar. Das Resultat ist die Summe der erfolgreich und dauerhaft umgesetzten Massnahmen.
- 1.1.4.3 **Energiecontrolling**
Suivi énergétique Anwendung der Methoden des Controllings auf die Betriebsphase des Prozesses der Energiebereitstellung, -verteilung und -anwendung im Gebäude [6].

Umfasst das Energiemonitoring, das Plausibilisieren, das Normalisieren, das Bewerten (u.a. mit Hilfe von Benchmarking) des Energieeinsatzes sowie das Melden an die zuständigen Stellen (Entscheidungsträger, Betreiber, Nutzer usw.), damit diese entscheiden, ob und welche Massnahmen sinnvoll sind.
- 1.1.4.4 **Energieeffizienz**
Efficacité énergétique Mass für den Energieaufwand für den festgelegten Nutzen. Ein Vorgang ist dann energieeffizient, wenn ein bestimmter Nutzen mit minimalem Energieaufwand erreicht wird.
- 1.1.4.5 **Energiemonitoring**
Monitorage énergétique Kontinuierliches Erfassen von Daten, Informationen und Betriebszuständen durch Beobachten und/oder Überwachen eines Vorgangs oder Prozesses. Die erfassten Daten werden langfristig auf einem geeigneten Datenträger gespeichert und archiviert [6].
- 1.1.4.6 **Energiesignatur**
Signature énergétique Grafische Darstellung der periodisch erfassten Energieverbrauchswerte in Funktion einer Bezugsgrösse über einen fixen Zeitraum (z.B. Wochenenergieverbrauch in Funktion der mittleren Wochenaussentemperatur über ein Jahr).
- 1.1.4.7 **Energie-Referenzwert**
Valeur de référence énergétique Energieverbrauch, der als Basis zur Berechnung der Verbrauchsreduktionen herangezogen wird.
- 1.1.4.8 **Free cooling (freie Kühlung)**
Refroidissement naturel Kühlung mittels Umweltmedien. Beispiele: Kühlturbetrieb unter Umgehung der Kältemaschine, (Nacht-)Auskühlung von Gebäuden mit Aussenluft, Kühlung mittels Grund- oder Flusswasser.

1.2 **Abkürzungen**

eBO	Energetische Betriebsoptimierung
FM	Facility Management
GA	Gebäudeautomation
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
WRG	Wärmerückgewinnung

2 NUTZEN UND ZIELE

2.1 Nutzen

- 2.1.1 Folgende Punkte führen zu messbaren Nutzen einer energetischen Betriebsoptimierung:
- Der (direkte und indirekte) Ausstoss von Schadstoffen und Treibhausgasen (wie CO₂) wird reduziert und es kann gegebenenfalls eine Rückerstattung der CO₂-Abgabe erwirkt werden.
 - Die eBO deckt die wirtschaftlichsten Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auf und setzt diese auch dauerhaft um.
 - Durch den energetisch optimierten Betrieb können Kosten für Instandhaltung und Betrieb gesenkt werden.
 - Bereits vorgesehene Investitionen für Kapazitäts- oder Leistungserhöhungen können vermieden oder auf später verschoben werden.
 - Durch den energetisch optimierten Betrieb kann die Lebensdauer der Anlagen verlängert, können Störungen reduziert und die Betriebssicherheit erhöht werden. Somit trägt eine eBO wesentlich zum Werterhalt und zur Wertsteigerung einer Immobilie bei.
 - Durch den energetisch optimierten Betrieb kann der Komfort für die Gebäudenutzer erhöht werden.
 - Mängel an den Anlagen werden erkannt und können durch die verantwortliche Stelle behoben werden.
 - Kommunikations- und Marketing-Vorteile: Die Politik, die Gesellschaft und die Konsumenten fordern Taten im Bereich der Nachhaltigkeit von Unternehmern.
 - Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben: Grossverbraucher im Sinne der kantonalen Energiegesetze können entweder eine Zielvereinbarung abschliessen oder sie werden zu einer Energieanalyse aufgefordert [7]. In beiden Fällen ist die eBO eine wichtige Massnahme.

2.2 Ziele

- 2.2.1 Die Hauptziele einer eBO sind, den Betrieb der Anlagen der effektiven Nutzung bzw. dem effektiven Bedarf anzugleichen und darauf abzustimmen sowie die energetisch optimale Betriebsweise zu ermitteln, festzulegen, einzuführen und kontinuierlich beizubehalten.
- 2.2.2 Unterziele der eBO sind:
- Vorgaben der Nutzer überprüfen.
 - Nichteinhalten der Vorgaben erkennen, Toleranzen aufzeigen.
 - Nicht optimale Betriebszustände erkennen.
 - Fehlfunktionen von Anlagen und Systemen erkennen und beheben (z.B. Wärmerückgewinnungsanlagen, defekte Schaltuhren oder Handschaltungen, blockierte Ventile).
 - Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz erkennen, aktivieren, ausschöpfen und halten.
 - Betriebliche Massnahmen (organisatorische und technische) zur Steigerung der Energieeffizienz in den Betriebsprozess integrieren und das Betriebspersonal und den Nutzer bzw. die Endnutzer diesbezüglich schulen.
 - Die Erfolgskontrolle der umgesetzten Massnahmen durchführen und dokumentieren.
 - Grundlagen für das Energiecontrolling bereitstellen.
 - Risiken für Betriebsunterbrüche verhindern oder reduzieren.

3 VORAUSSETZUNGEN, HERAUSFORDERUNGEN UND GRUNDSÄTZE

3.1 Voraussetzungen

- 3.1.1 Folgende technische Voraussetzungen sind seitens des Eigentümers zu gewährleisten, damit eine eBO sinnvoll durchgeführt werden kann:
- Die Anlagen, Systeme und deren Dokumentation sind aus Sicht der Unternehmer mängelfrei und dem Eigentümer nach vorheriger Prüfung übergeben worden.
 - Die Anlagen- sowie Steuer- und Regel-Konzepte sind übersichtlich dargestellt (Schemata, Grundlagen, Funktions- und Regelbeschreibung).
 - Die Dokumentationen (auch Revisionsunterlagen) liegen vollständig vor, inkl. der Sollwert-Liste und Parameter-Einstellungen.
 - Die Instandhaltung (z.B. Technik, Software, Wartungsintervalle) ist geregelt und wird korrekt ausgeführt und dokumentiert.
 - Ein nach wesentlichen Verbrauchergruppen differenziertes Messkonzept ist erstellt, umgesetzt und in Betrieb. Die Messwerte werden regelmässig ausgewertet. Entweder sind Handablesungen bzw. -aufzeichnungen (wöchentlich, monatlich) oder automatische Datenaufzeichnungen (mit kurzen, z.B. viertelstündlichen Abtastraten) der Betriebs- und Energiedaten sowie deren Auswertungen vorhanden. Die Anforderungen an die Messeinrichtungen richten sich nach Ziffer F.4 der Norm SIA 382/1:2014, für flüssigkeitsbasierte Systeme (Wärmepumpen, Heiz- und Kühlkreisläufe usw.) nach SN EN 1434 und SN EN 60751.
 - Die Inbetriebsetzung (insbesondere hydraulische Abgleiche und Luftabgleiche) ist vollständig erfolgt und dokumentiert (auch sämtliche Schaltuhr- und Kalenderprogramme).
 - Die Anforderungen (und Toleranzen) und Betriebszeiten der unterschiedlichen Nutzungszonen sind definiert und dokumentiert.
 - Die Anlagen lassen im Idealfall eine bedarfs- und/oder abwesenheitsabhängige Betriebsweise zu. Im Minimum sind Schaltuhren und eine automatische Ein-/Ausschaltung vorhanden.
 - Im Idealfall ist ein GA-System mit benutzerfreundlicher Bedieneroberfläche (für Visualisierungen, einfaches Setzen von Sollwerten und Zeitprogrammen) sowie Aufzeichnungen von Trend- und Archivdaten vorhanden.
 - Im Idealfall ist der Fernzugriff auf das GA-System und die Automationsebene mit Leserechten möglich.
- 3.1.2 Folgende organisatorische Voraussetzungen sind seitens des Eigentümers zu gewährleisten, damit eine eBO sinnvoll durchgeführt werden kann:
- Die jeweiligen Verantwortungen der Betreiber bzw. Eigentümer sind klar geregelt.
 - Die kurz-, mittel- und langfristige Immobilienstrategie ist bekannt.
 - Eine Fachperson mit umfassenden Kenntnissen aller gebäudetechnischen Anlagen ist für die Begehung vor Ort verfügbar.
 - Das erforderliche Personal seitens des Betreibers ist für die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen vor Ort verfügbar oder es kann diese gegebenenfalls per Fernzugriff erledigen.
 - Support bzw. Einbindung durch bestehende Betriebsorganisation vor Ort.
 - Unterstützung durch die Geschäftsleitung des Eigentümers und/oder Betreibers: Es liegen Budget- und/oder Energieziele vor.
 - Ein Energie-Verantwortlicher des Nutzers ist bestimmt (analog SN EN ISO 50001).
 - Eine (interne) Ansprechperson für Endnutzer ist bestimmt.
 - Die Anlagen werden ordnungsgemäss gewartet.
 - Es liegen gültige Betriebskonzepte vor.
 - Meldungen der Endnutzer werden gesammelt, dokumentiert und weiter bearbeitet.
 - Es liegt ein gültiges Instandhaltungskonzept vor.

3.2 Herausforderungen

Für eine erfolgreiche Betriebsoptimierung sind u.a. folgende Herausforderungen zu überwinden:

- Die Kostenverrechnung des eBO-Projektes (Kontenplan Betriebs-/Finanzbuchhaltung, Weiterverrechnung an Mietparteien) klären.
- Den verantwortlichen Betreiber ausfindig machen bzw. den Eigentümer bei der Klärung der Betreiberverantwortung unterstützen.
- Die Verantwortungsabgrenzung zwischen Betreiber, Eigentümer und Nutzer klären.
- Der Betreiber stellt keine personellen Ressourcen zur Verfügung.
- Fachkompetenzen fehlen vor Ort.
- Anlagendokumentationen sind unvollständig, nicht aktuell, fehlen ganz oder der Zugriff ist nicht möglich.
- Änderungen von Einstellparametern sind nicht dokumentiert (Anlagenjournal fehlt oder ist nicht nachgeführt).
- Nutzungsanforderungen sind nicht (oder nur ungenau) definiert.
- Garantiezeiten einzelner Anlagenkomponenten sind nicht bekannt.
- Betriebsrisiken sind unklar, eine Risikoanalyse fehlt.
- Ein Messkonzept fehlt und/oder die Messdatenaufzeichnung und -auswertung ist ungenügend.
- Anlagen sind mit Mängeln behaftet.

3.3 Grundsätze der energetischen Betriebsoptimierung

3.3.1 Bedarf hinterfragen

Überprüfen, ob die Betriebszeiten, Sollwerte, Toleranzen und Vorgaben anwesenheits- und bedarfsgerecht gewählt sind.

3.3.2 Systeme zeitlich und mengenmässig anwesenheits- und bedarfsgerecht betreiben

3.3.2.1 Ausschalten, wenn ein Betrieb ohne Nutzen erkannt wird. Für einzelne Geräte und Anlagen ist jedoch ein gewisser Energiebezug auch ausserhalb der Nutzungszeiten notwendig (z.B. Sicherheit, Lebensmittelkühlung, rasche Betriebsbereitschaft, Automatisierungsfunktionen).

3.3.2.2 Energierrelevante Betriebsparameter nach dem Grundsatz «so wenig wie möglich – nur so viel wie nötig» reduzieren, wenn weniger Bedarf erforderlich ist.

3.3.2.3 Alle Sollwerte auf energieoptimale Werte (minimal notwendige oder maximal erlaubte) anpassen.

3.3.3 Anlagen und Systeme im energetisch optimalen Betriebspunkt betreiben

3.3.3.1 Anlagen möglichst automatisch und bedarfsabhängig (Automatik muss Bedarf und/oder Anwesenheiten erkennen) betreiben und manuelle Betriebsarten reduzieren.

3.3.3.2 Regelmässige Zustands- und Funktionskontrollen aller energierelevanten Anlagen (z.B. WRG, Abwärmennutzung) gemäss Instandhaltungsplan durchführen.

3.3.3.3 Soweit möglich sicherstellen, dass alle Anlagen im energetisch besten Betriebspunkt betrieben werden (insbesondere Wärmepumpen, Kältemaschinen, Pumpen, Ventilatoren).

3.3.4 Zusammenwirken der verschiedenen Anlagen aufeinander abstimmen

3.3.4.1 Die isolierte Optimierung einzelner Anlagen allein erbringt meist nicht das gewünschte Ergebnis.

3.3.4.2 Vorhandene Intelligenz übergeordneter System nutzen, beispielsweise:

- Verhindern, dass in derselben Zone ein System heizt und gleichzeitig ein anderes System kühlt;
- Verhindern, dass mehrere Zeitprogramme überschneidend wirken (z.B. auf einen bedarfsgesteuerten Erzeuger);
- Sonnenschutz- und Lichtregelung aufeinander abstimmen;
- Berücksichtigen der Sonneneinstrahlung bei Sonnenschutz-, Licht- und Heizungsregelung;
- Verringern von Leistungsspitzen durch gestaffelten Betrieb, verzögerte Einschaltung oder optimiertes Hochfahren der Anlagen (z.B. bei tiefen Aussentemperaturen).

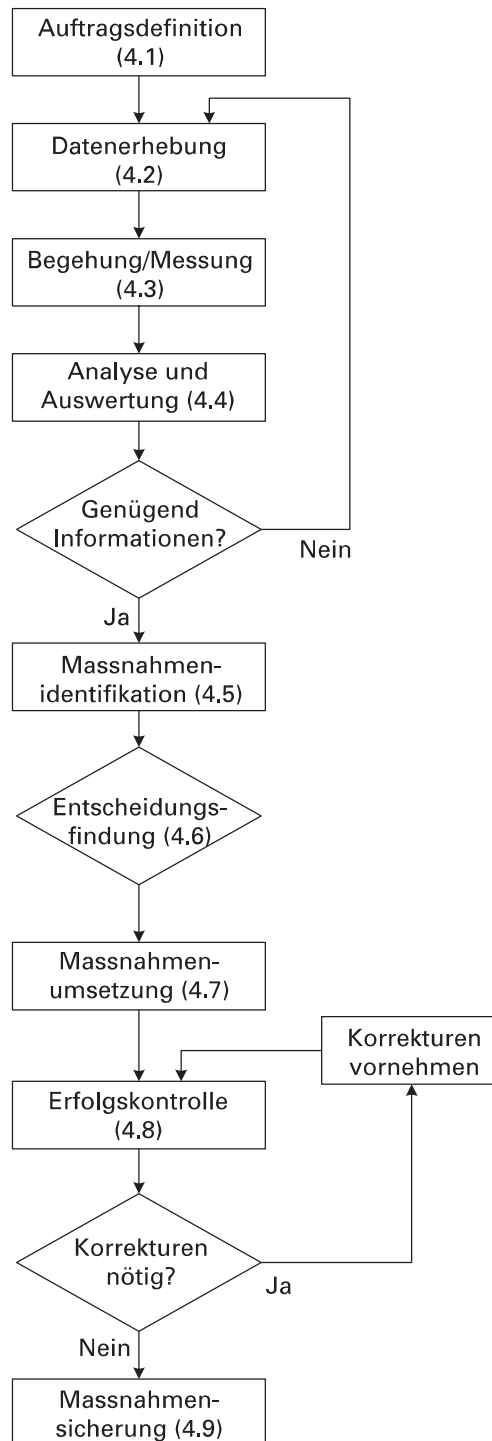
3.3.4.3 Abwärme eines Systems oder Gewerkes auf ein anderes Gewerk übertragen.

3.3.4.4 Negative Auswirkungen der Betriebsoptimierung auf andere Bereiche verhindern.

4 VORGEHEN

Figur 2 zeigt eine schematische Übersicht über den Ablauf eines eBO-Projektes. In Klammern stehen die Verweise auf die entsprechenden Ziffern.

Figur 2 Vorgehen bei einer energetischen Betriebsoptimierung



4.1 **Auftragsdefinition**

- 4.1.1 Vorgehensvorschlag, Organisation, Ansprechpersonen, Verantwortlichkeiten, Termine, Zielsetzungen, Zugang zu Technikbereichen und Gebäudeautomations-Systemen.
- 4.1.2 Überprüfung der Voraussetzungen (Ziffern 3.1 und 3.2).
- 4.1.3 Einrichten einer systematischen Energieverbrauchserfassung (¼-stündlich / stündlich / täglich / wöchentlich / monatlich / jährlich), wenn dies als Basis für die Potenzialabschätzung und zur Bestimmung der Schwerpunkte zweckmässig ist, sofern noch nicht vorhanden (vgl. auch 3.1.1).
- 4.1.4 Nutzerinformation, Festlegen der internen Kommunikation und Umgang mit entdeckten Anlagemängeln.
- 4.1.5 Systematik von Erfolgsnachweis und Wirtschaftlichkeitsberechnung.
- 4.1.6 Projektdokumentation.
- 4.1.7 Festlegen des Leistungsumfanges und des Honorars der Betriebsoptimierungs-Fachperson (sowie anderer Beteiligter bei eBO*, Anhang C).
- 4.1.8 Identifikation von Betriebsrisiken.

4.2 **Datenerhebung** (vergleiche auch Anhang A.1)

- 4.2.1 Zusammentragen von Grundlagen und Anlagendokumentationen (Prinzipschemata, Regel- und Funktionsbeschreibungen, Pläne, Anlagelisten, Betriebsdaten usw.).
- 4.2.2 Dokumentation der Energienutzung (Energiebuchhaltung), Auswertung der Abrechnungen des Verteilnetzbetreibers, Erfassung und Auswertung der elektrischen und thermischen Leistungs- und Energiemessungen mit Ermittlung des Referenzwertes.
- 4.2.3 Sammlung der Nutzeranforderungen (pro Raum / Bereich / Zone).
- 4.2.4 Abbildung bzw. Dokumentation des Ist-Zustandes (z.B. mittels eines Energieflussdiagrammes).
- 4.2.5 Sammlung der vorhandenen Nutzermeldungen.
- 4.2.6 Kontrolle der ordnungsgemässen Funktion der Energiemesseinrichtungen.

4.3 **Begehung, Messung** (vergleiche auch Anhang A.2)

- 4.3.1 Aufnahme der energierelevanten Anlagen und Systeme durch Begehungen. Erfassen der effektiven Betriebsdaten (Temperaturen, Laufzeiten, Volumenströme Luft und Wasser, Schaltuhrprogramme, eingestellte Sollwerte, Heizkurven und Heizzeiten, Heizgrenzen usw.).
- 4.3.2 Bei der ersten Begehung können offensichtliche Fehler sofort behoben werden. Die Ausgangslage ist jedoch vorgängig festzuhalten und die getroffenen Massnahmen sind zu dokumentieren.
- 4.3.3 Durchführung allfälliger temporärer Messungen.

4.4 Auswertung und Analyse (Hinweise zu einzelnen Anlagentypen siehe Anhang B)

4.4.1 Beurteilung der Nutzeranforderungen.

4.4.2 Systematische Auswertung der Nutzermeldungen.

4.4.3 Vergleich der Nutzeranforderungen mit der aktuellen Betriebsweise der Anlagen mittels

- aufgezeichneten Messwerten,
- Sollwerten,
- Zeitprogrammen bzw. Schaltuhren (Tag/Nacht/Weekende, Feiertage, Ferien, allgemeine Abwesenheiten),
- manuellen Einstellungen (sofern vorhanden).

4.4.4 Identifikation

- möglicher Schwächen der technischen Anlagen (konzeptionelle, hydraulische),
- möglicher Fehlfunktionen,
- möglicher Stolpersteine, Erfolgsfaktoren, Risiken und Chancen,
- des betrieblichen Umfeldes, Nutzerverhaltens, der Kommunikationswege und -formen, der Motivationsfaktoren,
- möglicher Komfortprobleme.

4.5 Massnahmenidentifikation

4.5.1 Dokumentation des Soll-Zustandes.

4.5.2 Erstellen einer Massnahmenliste mit Abschätzung der Auswirkungen (Nutzen, Chancen, Risiken, Kosten) unter Berücksichtigung aktueller und zukünftiger Energiepreise und Tarife. Die Massnahmenliste kann technische, organisatorische, personelle und schulische Massnahmen umfassen. Sie berücksichtigt Lieferantenspezifikationen und Gewährleistungsansprüche/-bedingungen.

4.5.3 Berechnen der Energie- und Kosteneinsparung (Vergleich Ist/Soll) und der Wirtschaftlichkeit der Massnahmen.

4.5.4 Bewerten der Massnahmen und Vorschlag zu deren Priorisierung.

4.5.5 Erstellen eines Backups (Roll-back) des aktuellen Standes der Systeme und Einstellungen.

4.6 Entscheidungsfindung

4.6.1 Erläutern der Massnahmen und deren Bewertung beim Entscheidungsträger (in der Regel Eigentümer).

4.6.2 Priorisierung durch Entscheidungsträger.

4.6.3 Risikoabschätzung.

4.6.4 Entscheid über durchzuführende Massnahmen und Umsetzungsplanung und -organisation.

4.7 Massnahmenumsetzung

4.7.1 Leitung der Umsetzung (Projektmanagement), Qualitätssicherung.

4.7.2 Dokumentation der Massnahmen durch Nachführen des Anlagenjournals und der Sollwertlisten, Aktualisieren der Anlagendokumentation und der Massnahmenlisten.

4.7.3 Statusreport für die Auftraggeber, Abgabe BO-Dokumentation.

4.7.4 Instruktion des Betriebspersonals bzw. des Nutzers.

4.8 Erfolgskontrolle

- 4.8.1 Vergleich des Energiebezugs mit dem Referenzwert und mit prognostizierten Werten (unter Berücksichtigung allfälliger Klimakorrekturen oder Produktionszahlen). Dies kann z.B. mit der Energiesignatur erfolgen.
- 4.8.2 Benutzerzufriedenheit, Komfortbedingungen (Reklamationen, Störmeldungen).
- 4.8.3 Veränderungen und Anpassungen der Sollwerte gegenüber erster Massnahmenumsetzung.
- 4.8.4 Einbezug des IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) [8] oder eines gleichwertigen Protokolls.

4.9 Massnahmensicherung

4.9.1 Aufgaben und Verantwortung der Eigentümer

- 4.9.1.1 Auch wenn die Anlagen nicht vom Eigentümer betrieben werden, verbleiben sie doch in der Verantwortung der Eigentümer.
- 4.9.1.2 Es ist daher die Aufgabe der Eigentümer, dafür zu sorgen, dass die Betreiber über die nötigen Ressourcen (Personal, Fachkenntnisse, technologische und finanzielle Mittel) verfügen, um ihre Aufgaben wahrzunehmen.
- 4.9.1.3 Der Eigentümer muss sicherstellen, dass die Erkenntnisse der Betriebsoptimierungen in Instandsetzungs- und Erneuerungsprojekte sowie in Reparaturarbeiten wie auch in Erweiterungs- und/oder Veränderungsprojekte einfließen.

4.9.2 Aufgaben und Verantwortung des Betreibers

- 4.9.2.1 Eine Aufgabe der Anlagenbetreiber besteht darin, die entsprechenden Anlagen fortwährend energieeffizient zu betreiben und deren Betrieb kontinuierlich zu verbessern.
- 4.9.2.2 Treten Änderungen beim Bedarf (Nutzung, Flächen, Anforderungen) auf, ist der Betrieb der entsprechenden Anlagen den geänderten Anforderungen anzupassen.
- 4.9.2.3 Um Änderungen schnell zu erkennen, ist es vorteilhaft, die relevanten Energieströme ununterbrochen zu überwachen und zu beurteilen (Energie-Controlling). Dies setzt voraus, dass Folgendes klar geregelt ist:
 - Mess- und Auswertekonzept,
 - Anzeige- und Auswertungsmechanismen,
 - Definition der Soll-Verläufe,
 - Alarmkonzept bei Abweichungen,
 - Definition der Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten und Verbesserungsprozesse.
- 4.9.2.4 Die Endnutzer haben mit ihrem Verhalten einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf den Energiebedarf eines Gebäudes. Es ist deshalb für die Betreiber zwingend (zusammen mit dem Nutzer), den Prozess der (End-)Nutzermeldungen (Reklamationen) zu definieren, die entsprechenden Meldungen entgegenzunehmen, systematisch auszuwerten, zu dokumentieren und geeignete Massnahmen einzuleiten.
- 4.9.2.5 Der Betreiber stellt den Nutzern die notwendigen Informationen über die Anlagen und das Gebäude, über ein energieoptimales Verhalten und über die Möglichkeiten zur Verfügung, den notwendigen Komfort zu erreichen (Benutzungsanleitung für das Gebäude, Regeln für Lüftung und Beschattung, Möglichkeiten der Nutzereingriffe, Kommunikationskanäle für Meldungen, ggf. Verhaltensregeln und Tipps und Tricks).

4.9.3 **Aufgaben und Verantwortung der Nutzer**

- 4.9.3.1 In Zusammenarbeit mit dem Betreiber soll der Nutzer:
- den Prozess der (End-)Nutzermeldungen definieren,
 - Verhaltensregeln im Umgang mit energierelevanten Anlagen aufstellen, bekannt machen und durchsetzen,
 - die Endnutzer regelmässig über energieoptimales Verhalten informieren. Dies kann erfolgen über
 - regelmässige (saisonal abgestimmte) Information aller Endnutzer auch via elektronische Medien (auch zonenbezogen),
 - Motivations- oder Energiesparwochen,
 - Wettbewerbe,
 - Informationsanlässe oder Schulungen.
- 4.9.3.2 Zudem können energiespezifische Zielvorgaben mit positiven Anreizen oder Sanktionsmöglichkeiten an Abteilungsverantwortliche gemacht werden (SMART-Regel beachten: spezifisch, messbar, akzeptierbar, realistisch, terminiert).

4.9.4 **Aufgaben und Verantwortung der Endnutzer**

- 4.9.4.1 Die Endnutzer haben mit ihrem Verhalten einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf den Energiebedarf eines Gebäudes.
- 4.9.4.2 Es ist daher vorteilhaft, wenn die einzelnen Endnutzer
- beobachtete Fehlfunktionen gemäss dem in 4.9.3.1 definierten Prozess melden,
 - sich bemühen, die Verhaltensregeln einzuhalten.

Anhang A (informativ) Checklisten

Siehe auch die Checklisten für energetische Inspektionen, z.B. VDMA 24197 (Heizung, Lüftung/Klima, Kälte) oder SN EN 15239 bzw. 15240 (Lüftung/Klima).

A.1 Grundlagen erfassen

- Baujahr der Anlagen** (und allfälliger Sanierungen)
- Zählerdaten der Netzbetreiber/Versorgungsunternehmen** (Elektro [wenn möglich für Wärmepumpen separat], Gas, Öl, Fernwärme, Wasser): idealerweise die letzten drei Jahre als Wochenwerte (mindestens als Monats- oder Jahreswerte). Bei Grossbezüglern liefert der Netzbetreiber (Gas-/Elektrizitätswerk) ¼-Stunden-Werte elektronisch in Tabellenform.
- Private (Unter-)Zählerdaten** (Elektro, Wärme, Kälte, Wasser, Warmwasser, Betriebsstunden usw.): idealerweise die letzten drei Jahre als Monats- oder Jahreswerte, noch besser als Wochen-, Tages- oder Stundenwerte.
 - Messkonzept
 - Was genau wird gemessen?
 - Ablesefaktoren, Einbaudatum (-jahr)
- Aktuelle Zählerstände** (Zählernummer, Datum, Zeit, Einheit, Ablesefaktor, angeschlossene Verbraucher)
 - Elektro, Gas, Öl, Fernwärme, Wasser, Warmwasser usw.
- Betriebsdaten** (z.B. Betriebsstunden pro Brennstufe, der Lüftungsanlagen, der Wärmepumpe usw.)
- Wasserverbrauch** (die letzten drei Jahre als Jahres- oder Monatswerte, noch besser als Wochenwerte)
 - Kaltwasser
 - Trinkwarmwasser (Nachspeisung Wassererwärmer/Warmwasserspeicher)
 - Grauwasser (wozu gebraucht?)
 - Regenwasser (wozu gebraucht?)
 - aufbereitetes Wasser (z.B. enthärtetes Wasser und Osmose-Wasser für Nachspeisung Dampfanlagen und Kühltürme)
- Aktuelle Energietarife**
 - Elektro (Hoch-/Niedertarif, Sommer/Winter, Spitzenleistung, Blindleistung/-energie, Netznutzung, Abgaben)
 - Wärmeträger (Öl, Gas [Erdgas, Propan, Biogas, Butan], Fernwärme, Biomasse usw.)
 - Wasser, Abwasser
 - gegebenenfalls rückspeisende Energieformen berücksichtigen
- Energiekosten, Rechnungen** (idealerweise der letzten drei Jahre)
Vergleich Rechnungen mit Zählerdaten
 - Elektro (Netznutzung, Energielieferung)
 - Wärme (Gas [welches Gas?], Öl, Fernwärme)
 - Treibstoffe (Art des Treibstoffs)
 - Wasser, Abwasser
- Prinzipschemata Gebäudetechnik** (Elektro/Kommunikation, Heizung, Kälte, Lüftung/Klima, Sanitär usw.)
- Prinzipschema Gebäudeautomation** (Topologie)
- Strangschemata Heizung, Sanitär; Abwasserschema**
- Inbetriebsetzungs- und Abnahmeprotokolle**
- Revisionsunterlagen (-pläne), Betriebsanleitung Gebäudetechnik** (Elektro/Kommunikation, Heizung, Kälte, Lüftung/Klima, Sanitär usw.)

- Anstehende (und Dokumentation durchgeführter) Projekte, Erneuerungen, Änderungen, Instandsetzungen, Nutzungsänderungen**
- Funktions- und Regelbeschriebe** (ursprünglich geplante und aktuell eingestellte)
 - Heizkurven
 - Sollwerte (z.B. für Temperaturen, Raumluftqualität)
 - Schaltuhrprogramme
 - Mess-/Trenddaten aus GA-System
- Anlagenliste**
 - Elektroanlagen (Transformatoren, Notlicht, USV, Netzersatzanlagen usw.)
 - Kommunikationsanlagen (Teilnehmervermittlungsanlagen, Switches, Router, Server usw.)
 - Kenndaten Beleuchtungsanlagen
 - Gebäudeautomation
 - Wärmeerzeuger (Leistung kW, Jahrgang, Energieträger)
 - Trinkwasser-Erwärmer, Warmwasserspeicher (Inhalt Liter, Baujahr, mit/ohne Warmwasser-Zirkulation, ggf. elektrische Warmhaltebänder)
 - Wassernachbehandlung (Enthärtung, Osmose usw.)
 - Kälteanlagen (gewerbliche Kälte, Klimakälte): Kältemittel, Leistung (thermisch und elektrisch), Betriebsstunden/Jahr, Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen
 - Lüftungsanlagen (Luftmengen, mit/ohne WRG, Zuluftkonditionierung, Baujahr, Filterklassen)
- Grundrisspläne und evtl. Schnitte und Fassaden aller Gebäude**
 - Masstab 1:100 (wenn möglich digital, Ausdrücke auch Format A3)
- Nutzungszonen** (im Idealfall liegt ein Raumbuch mit allen Angaben vor)
 - Nutzflächen, Sitz- bzw. Arbeitsplätze
 - Anforderungen an die Räume (Temperaturen, Feuchtigkeit, Luftqualität usw.)
 - Spezialnutzungen (z.B. gewerbliche Küchen, Serverräume, Produktion, Callcenter mit 24-h-Betrieb)
- Reinigung**
 - Reinigungsarten
 - Reinigungszeitpunkt (Uhrzeit, Wochentage)
 - Warmwassernutzung zur Reinigung
- Bekannte Probleme im Bereich des Komforts** (Gebäudetechnik, Gebäudehülle)
 - zu warm, zu kalt, Schimmelpilz, Lärm, Zugerscheinungen usw.
- Gebäudeautomation**
 - Art des Fernzugangs (z.B. via Fernwartungssoftware)
- Instandhaltungskonzept**
 - auch Entwässerungssystem Meteorwasser, Blitzableiter, Dachflächen, insbesondere Flachdächer
- Funktionskontrolle von Schutzmassnahmen**
 - auch Windwächter, Wassermelder, Brand- und Rauchmeldeanlagen, weitere Alarmierungssysteme

A.2 Begehungen

- A.2.1 Vorschriften bezüglich Sicherheit, Hygiene und Betrieb sind in jedem Falle einzuhalten.
- A.2.2 Die Begehungen dienen dazu,
- einen optischen Eindruck der Gebäudetechnikanlagen zu gewinnen,
 - einen Überblick über die installierten Anlagen zu gewinnen und diejenigen Grundlagendaten (siehe A.1) zu erheben, die vom Auftraggeber nicht geliefert wurden, sowie die Aktualität der gelieferten Unterlagen und Daten zu überprüfen.
- A.2.3 Die nachstehenden Werkzeuge und Hilfsmittel haben sich als nützlich erwiesen:
- Notizmaterial,
 - Fotoapparat,
 - Handmessgeräte (Thermometer [z.B. Infrarot], Luxmeter, Hygrometer, Doppelmeter),
 - Taschenlampe, Lupe,
 - Strömungsprüfer (z.B. Rauchstäbchen),
 - Pläne, Prinzipschemata,
 - Checklisten.

Anhang B (informativ) **Wichtige Punkte nach Anlagentyp**

Die nachstehenden Listen sind nicht abschliessend.

Nicht alle nachfolgenden Punkte können im Rahmen einer eBO umgesetzt werden, sie geben aber auch Hinweise, worauf bei einem (Teil-)Ersatz zu achten sein wird.

B.1 Elektroanlagen (eBKP-H D 1)

B.1.1 Elektro-Erzeugungsanlagen (eBKP-H D 1.1)

- Einspeisepunkt
- Produzierte Energie (im Jahresverlauf), Leistungsdaten
- Eigenverbrauch, Gleichzeitigkeit, Speicherung
- Umgebungstemperatur bei Batterieanlagen

B.1.2 Apparate und Motoren (eBKP-H D 1.1)

- Motoreffizienz (IEC-Kategorien)
- Betriebszeiten
- Steuerung der Antriebe (z.B. Frequenzumrichter [FU], Sollwertquellen für FU [Fühlerstandort])
- Stand-by-Verbrauch, Stand-by-Schaltungen
- Auslastung grosser Motoren (Wirkungsgrad-Diagramm von Motorhersteller)

B.1.3 Starkstrominstallationen (eBKP-H D 1.2)

- Transformatoren (Dimensionierung, Betrieb, Verluste, Typen); Spannungsstabilisatoren
- USV-Anlagen (Technologien, Verluste bzw. Wirkungsgrad, Betriebspunkt, Raumtemperaturen, Autonomiezeiten, Belastung usw.)
- Notstromanlagen (Technologien, Stand-by-Verluste, Zylinderwasservorwärmung usw.)
- Blindstromkompensationen (Berechnung des maximalen «freien» Blindstrombezuges)
- Starkstrominstallationen (Betriebsstunden, wirtschaftlicher Querschnitt)
- Lastabwurfschaltungen, Spitzenlastoptimierung

B.1.4 Beleuchtung (eBKP-H D 1.3 und eBKP-H E 3.3)

- Beleuchtungsstärke und Leuchtmittel (Leuchtmittelleffizienz, Steuerungsmöglichkeiten, Leuchtenwirkungsgrad, Tageslichtnutzung usw.)
- Notlichtanlagen
- Betriebszeiten, Sollwerte (Bewegungsmelder, Schaltuhrenprogramme, Sollwerte Beleuchtungsstärke)
- Nachlaufzeiten bei Minuterie-Schaltern und Bewegungsmeldern
- Ausschalten am Abend (evtl. am Mittag)
- Konstantlichtregelungen, Tageslichtabschaltungen
- Zusammenwirken von Sonnenschutz und Licht
- Standort Bewegungsmelder bzw. Lichtsensoren

B.1.5 Rampenheizung, Dachrinnenheizung (eBKP-H D 1.4)

- Fühlerstandorte und -funktion
- Ein-/Ausschaltkriterien (Temperatur und Feuchte)

B.1.6 Kommunikations-Anlagen (eBKP-H D 1.6)

B.1.6.1 Kommunikations-Anlagen haben grosse Auswirkungen auf die Auslegung und den Betrieb weiterer Anlagen (USV, Kälte, lufttechnische Anlagen usw.). Die Hinweise für diese Anlagentypen finden sich in den entsprechenden Abschnitten.

B.1.6.2 Wichtige weitere Punkte:

- Betriebszeiten
- Raumluft- und Zuluft-Temperaturen, Luftführung, Fühlerstandorte
- Ausrichtung der Racks
- Auslastung USV, Wirkungsgrad USV, Redundanzkonzepte, Verbraucherstruktur
- Brandvermeidungsanlagen (Raumabdichtungen, Betriebsart)
- Power over LAN (Energieversorgung über Datenleitung zieht hohe Switchleistung nach sich)
- Stand-by-Schaltungen

B.2 Gebäudeautomationsssysteme (eBKP-H D 2)

B.2.1 Gebäudeautomationsssysteme, bei denen (in der Regel) die Steuerung und Regelung der verschiedenen Gewerke zusammenlaufen, spielen bei der eBO aus zwei Gründen eine grosse Rolle:

- Durch eine korrekt funktionierende Gebäudeautomation kann sichergestellt werden, dass die verschiedenen Systeme abgestimmt zusammenwirken (siehe 3.3.4).
- Gebäudeautomationsssysteme können die Erfolgskontrolle innerhalb eines eBO-Projektes (Ziffer 4.8) und das kontinuierliche Energie-Controlling (Ziffer 4.9.2.3) wesentlich erleichtern (Messwert-erfassung, -speicherung und -darstellung).

B.2.2 Wichtige Punkte zum abgestimmten Zusammenwirken der Gewerke (Auswahl):

- Ferien / Feiertage als Sonderprogramme
- Schaltuhren dem Bedarf angepasst
- Heiz-/Kühlsequenzen; Sequenzen bei Be- und Entfeuchterbetrieb
- Gewerksübergreifende Freigaben bzw. Sperren (z.B. Luftkühler bei Nachtauskühlung sperren, Heizventile bei Kühlbetrieb sperren)

B.2.3 Wichtige Punkte zur Unterstützung der Erfolgskontrolle innerhalb eines eBO-Projektes und des kontinuierlichen Energie-Controllings (Auswahl):

- Trendaufzeichnungen programmiert, Trends archiviert
- Überwachung der Funktion von WRG- und Abwärmenutzungsanlagen
- Betriebszustände massgeblicher Anlagen aufgezeichnet und archiviert
- Messkonzept abgestimmt auf Erfolgskontrolle und Energie-Controlling
- Redundanz bei Energie- und Energiestrom-Messungen, um grosse Messfehler zu erkennen
- Schwellwerte für die Alarmierung

B.3 Heizungsanlagen (eBKP-H D 5) – siehe auch [9]

B.3.1 Wärmeerzeugung (eBKP-H D 5.2) [10]

B.3.1.1 Die unter Ziffer B.3.1.2 stehenden Hinweise gelten für alle Wärmeerzeuger, unabhängig von der Art des Wärmeträgers (Warmwasser, Heisswasser, Dampf, Thermo-Öl usw.).

B.3.1.2 Wichtige Punkte

- Primärtemperatur
- Vor- und Rücklauftemperaturen
- Speichertemperaturen
- Wärmeträgermengen und -durchflüsse
- Gleichzeitigkeit der Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung, Wärmespeicherung

- Kessel- und Abgasverluste, Abgaskondensation (Betriebsweise Abgasrekuperatoren)
- Betriebszeiten
- Absenkbetrieb (Nacht, Wochenende, Feiertage, Ferien) in Abhängigkeit des Gebäudes, vorausschauende Regelung
- Bedarfsmeldungen der Zonen korrekt?
- Anzahl Einschaltzyklen
- Dämmstandards
- Sequenzregelung bei mehreren Wärmeerzeugern

B.3.1.3 Bei Dampferzeugern kommen noch dazu:

- Druckniveaus
- Kondensatabscheidung und -rückführung
- Speisewasseraufbereitung
- Abwärmenutzung des Schwadenkamins des Kondensatsammelbehälters

B.3.1.4 Bei Wassererwärmern (Trinkwarmwasser) kommen noch hinzu:

- Schwerkraftzirkulationen verhindern
- Effizienz des Wärmeübertragers, Verkalkung
- Legionellenschaltung
- Temperaturniveaus Trinkwarmwasser
- Dämmstandard dauernd warmer Anschlüsse (Flansche, Verschraubungen)

B.3.1.5 Bei Wärmepumpen kommen noch hinzu:

- Verdichter mit Frequenzumformer
- Softstarter
- Eingesetztes Kältemittel

B.3.2 Wärmeverteilung und -abgabe (eBKP-H D 5.3 und D 5.4)

- Heizkurven (Unterschiede Heizkörper-/Flächenheizungen beachten), Heizgrenzen (Verfahren zur Korrektur der Heizkurven in [9], [10], [11] und [12])
- Heizzeiten, Absenkbetrieb (Tag, Nacht, Wochenende, Feiertage, Ferien, allgemeine Abwesenheiten)
- Vorlauf-/Rücklauftemperaturen (Temperaturdifferenzen bei Voll- und Teillast)
- Wärmeverluste der Leitungen, Dämmdicken, Wärmebrücken
- Betriebszeiten des Netzes
- Hydraulischer Abgleich der Verteilnetze
- Druckverluste minimieren («überflüssige Ventile», regelmässige Anlagenwartung [Reinigung der Rohrleitungen])
- Bypässe eliminieren
- Standorte der Aussen- und Raumfühler
- Thermostatventile (Funktion, Begrenzung, Fühlerstandort, Verstellbarkeit)
- Umwälzpumpen (Regelung, Effizienzklasse, Betriebszeiten, Sollwerte Druck und Volumenstrom, Stufe)
- Bedarfssignale der (Raumtemperatur-)Regelung
- Wärmespeicher
- Auslegung Druckausgleichsgerät (Verhinderung unkontrollierter O₂-Einschnüffelung und überhöhter Korrosion im Heizungskreislauf)

B.4 Kälteanlagen (eBKP-H D 6)

B.4.1 Kälteerzeugung (eBKP-H D 6.2)

- Eingesetztes Kältemittel
- Geforderte Kühlmedium- bzw. Kaltwasser-Temperaturen, Bedarfsanpassung dieser Temperaturen
- Speichertemperaturen
- Gleichzeitigkeit der Kälteerzeugung, Kälteverteilung, Kältespeicherung (Anlaufzeiten berücksichtigen)
- Konzentration des Frostschutzmittels in Rückkühlleitungen
- Verdichter mit Frequenzumformer
- Softstarter
- Rückkühlsysteme, Abwärmenutzung
- Kondensations- und Verdampfungstemperaturen
- Betriebszeiten (pro Verdichterstufe)
- Betriebsreduktion oder Anlagenstillstand (Nacht, Wochenende, Feiertage, Ferien), vorausschauende Regelung
- Betriebspunkt, Wirkungsgrad Teillast und Vollast
- Free cooling (Umgehung Kältemaschine), Mischbetrieb
- Sequenzregelung bei mehreren Kälteerzeugungsanlagen
- Sauberkeit der Komponenten

B.4.2 Kälteverteilung und -abgabe (eBKP-H D 6.3/4)

- Vorlauf-/Rücklauftemperatur (Temperaturdifferenzen bei Voll- und Teillast)
- Kühlkurven, zum Beispiel bei thermoaktiven Bauteilsystemen (Verfahren zur Korrektur der Kühlkurven in [12])
- Temperaturverluste der Leitungen, Dämmdicken, Wärmebrücken, Kondensatbildung
- Hydraulik (Bypass-Schaltungen eliminieren)
- Druckverluste minimieren
- Betriebszeiten, Bedarf
- Betriebsreduktion oder Anlagenstillstand (Nacht, Wochenende, Feiertage, Ferien)
- Umwälzpumpen (Regelung, Effizienzklasse, Betriebszeiten)
- Bedarfssignale der (Raumtemperatur-)Regelung
- Kältespeicher

B.5 Lüftungs- und Klimaanlage (eBKP-H D 7)

B.5.1 Luftaufbereitung (eBKP-H D 7.2 und D 7.5)

- Raumluft-, Zuluft-, Ablufttemperaturen
- Raumluftfeuchte (minimal im Winter, maximal im Sommer), Raumluftqualität
- Betriebszeiten
- Betriebsreduktion oder Anlagenstillstand (Nacht, Wochenende, Feiertage, Ferien): FU oder Stufenschaltung
- Wasserverbrauch und -qualität der Befeuchtungsanlagen
- Druckverhältnisse
- Klappenstellungen (WRG-Bypässe, Umluft, Aussenluft usw.), Brandschutzklappen
- Nutzungs-/Lüftungs-Zonen
- Filterklassen, Bauweise
- Sequenzen, Regelung (WRG, Luftherhitzer, Luftkühler usw.)
- Nachtauskühlung

- Kaskaden von zentralen Luftaufbereitungen
- Standorte, Funktion, Sollwerte der Fühler (z.B. Druckfühler als Führungsgrösse bei FU-gesteuerten Ventilatoren)
- Lage der Aussenluftansaugung
- Kaskadenregelungen
- Reinigungsrhythmus und -kontrolle
- Rückwärmzahlen, Rückfeuchtezahlen
- Gesamtenergiebedarf Lüftung

B.5.2 Luftverteilung und -abgabe (eBKP-H D 7.3 und D 7.4)

- Zusammenspiel mit Wärme- und/oder Kälteverteilung
- Luftwechsel, Aussenluftanteil (z.B. auf CO₂-Gehalt regeln, auf Belegung anpassen)
- Volumenstromregler
- Lüftungseffizienz
- Luftverluste im Verteilnetz
- Druckverluste im Verteilnetz
- Wärmedämmung der Lüftungskanäle
- Hinweis auf Verschmutzungen und nötige Reinigungen

B.6 Sanitäranlagen (eBKP-H D 8)

B.6.1 Toilettenanlagen, Waschtische, Duschen (eBKP-H D 8.1)

- Spülvolumina
- Spülwasserversorgung (Grauwasser)
- Temperaturniveau Trinkwarmwasser
- Ausströmvolumina, Ausströmdauer
- Betriebszeiten Trinkwarmwasser-Zirkulation, Rohrbegleitheizung (elektrische Warmhaltebänder)
- Dämmstandards (Warmwasser: lückenlos)
- Sicherheitsventile (tropfende Armaturen)
- Sparsame Armaturen (z.B. Mittelposition = kalt)
- Effiziente Zirkulationspumpen
- Abwasserpumpen
- Druckerhöhungsanlagen

B.6.2 Wasseraufbereitungsanlagen (eBKP-H D 8.3)

- Betriebszeiten
- Einschaltzyklen
- Abwärmennutzungen

B.6.3 Drucklufterzeuger, Druckluftnetze, Vakuumanlagen (eBKP-H D 8.1 und D 8.7)

- Druckniveaus
- Schaltzyklen und Betriebszeiten der Erzeuger (Laststunden, Leerlaufbetriebsstunden)
- Abwärmennutzung
- Betriebszeiten der Netze, der Erzeuger
- Der Nutzung angepasste Taupunkttemperaturen
- Verluste (Leckagen) im Netz und bei Verbrauchern
- Zonenventile

B.7 Transportanlagen (eBKP-H D 9)

B.7.1 Aufzüge (eBKP-H D 9.1, D 9.2, D 9.3)

- Schacht-Belüftung/-Entlüftung
- Dimmung der Signalisation
- Dimmung oder Abschaltung der Beleuchtung (Kabine und Schacht)
- Stand-by-Modus für Antrieb, Lüftung und Türantrieb
- Auslastung (Nutzerverhalten, Anzahl Fahrten)
- Rekuperation der Bremsenergie
- Steuerung, Schwellenheizung, Heizung für Steuerung

B.7.2 Fahrtreppen (eBKP-H D 9.4)

- Stop-and-go-Betrieb; Stand-by-Geschwindigkeit
- Beleuchtung der Fahrtreppe (Dimmung, Abschaltung)
- Frostschutzheizung für Antriebe (Fühlerstandorte und -funktion, Schaltkriterien)
- Auslastung (Nutzerverhalten, Betriebszeiten)
- Kammplatten, Steuerung, Fahrtreppenkasten

Anhang C (informativ)

Energetische Betriebsoptimierung unmittelbar nach Übergabe (eBO*)

- C.1 Eine energetische Betriebsoptimierung unmittelbar nach Übergabe – im Folgenden eBO* – (innerhalb der Rügefrist von 2 Jahren nach SIA 118) benötigt eine separate Auftragserteilung gemäss 4.1.7.
- C.2 Eine eBO* unterscheidet sich von der eBO in mehrfacher Hinsicht:
- Es stehen zu Beginn des eBO*-Projektes keine gemessenen Betriebsdaten (sondern nur die Planungswerte) zur Verfügung. Die Daten müssen im Rahmen der erweiterten Inbetriebnahme definiert, erfasst und analysiert werden.
 - Werden Mängel erkannt, deren Beseitigung in die Garantiepflcht der Unternehmer fällt, kann der Bauherr Kosten sparen.
 - Es kann nützlich sein, die während der Planungs- und Erstellungsphase Beteiligten in das eBO*-Team aufzunehmen. Insbesondere Fachplaner wissen, welche Anforderungen die Anlagen zu erfüllen haben. So wird das vorhandene Wissen in das eBO*-Team eingebracht. Dies kann bei der Beurteilung von ersten Messresultaten von grossem Vorteil sein.
 - Die Beteiligten können für weitere Anlagen Erkenntnisse gewinnen.
- C.3 Die zwischen Planer und Bauherr vereinbarten Zielwerte und Randbedingungen widerspiegeln manchmal die konkreten Nutzeranforderungen nicht (z.B. sind bei Grundausbau die Belegungen im Mieterausbau noch nicht bekannt, das dynamische Verhalten des Gebäudes ist unbekannt), weshalb die anfänglichen Einstellparameter der Regel- und Steuerfunktionen teilweise ungünstig sind und korrigiert werden müssen.
- C.4 Die eBO* hat zusätzlich zum Ziel, jene Einstellparameter der Regel- und Steuerfunktionen an das Gebäude, dessen Nutzung und die Anlagen anzupassen, bei denen dies nicht bereits bei der Inbetriebnahme möglich war.
- C.5 Das Schwergewicht der eBO* liegt in folgenden Bereichen
- Stabilität der verschiedenen Regelkreise im dynamischen Betrieb prüfen.
 - Regelsequenzen (z.B. Heizen, WRG, Kühlen) im dynamischen Betrieb prüfen.
 - Ein-/Aus- und Regelverhalten bedarfsmässig gesteuerter Anlagen (z.B. Frequenzumformer, Stufenschaltungen, Kaskadenschaltungen) im realen Betrieb analysieren und prüfen (z.B. mittels Trendanalysen).
 - Funktion und Energieeffizienzkennzahlen von energierelevanten Anlagen (z.B. Kältemaschinen, WRG, Wärmepumpen, Abwärmenutzungen, Solaranlagen) kontrollieren.
 - Heiz- und Kühlkurven optimieren.
 - Hydraulischen Abgleich optimieren.

Anhang D (informativ)

Energetische Betriebsoptimierung als Daueraufgabe (eBO)**

- D.1 Energetische Betriebsoptimierung als Daueraufgabe (eBO**) bezweckt den energieeffizienten Betrieb aller gebäudetechnischen Anlagen.
- D.2 Es wird vorausgesetzt, dass die Anlage zu Beginn einer eBO** optimal eingestellt ist (z.B. mittels eBO). Die eBO** überwacht laufend deren Energiebezug im Vergleich zu einer geeigneten Referenz (z.B. mittels Energiecontrolling). Automatisierte Mechanismen für die Meldung von Abweichungen erleichtern den effizienten Mitteleinsatz.
- D.3 Die eBO** liegt in der Verantwortung der Betreiber [6].
- D.4 Der Nutzer teilt dem Betreiber Umnutzungen und andere Vorhaben mit, die den energetischen Betrieb der Anlage beeinflussen.
- D.5 Im Pflichtenheft des Betreibers wird festgehalten, welche wiederkehrenden Aufgaben zu erfüllen und zu dokumentieren sind. Dies sind insbesondere die Prozesse «Energiecontrolling» und «Betriebsoptimierung» nach der Norm ProLeMo und umfassen mindestens:
- Auswertung der relevanten Energiedaten und deren Vergleich mit Soll- oder Referenzwerten;
 - periodische Kontrollen der Funktion und der Energieeffizienzkennzahlen relevanter Abwärmennutzungs- und WRG-Anlagen (z.B. Nutzung der Kondensationswärme im Abgas von Feuerungen) sowie von Anlagen zur Nutzung von Umweltenergien (z.B. Solaranlagen, Wärmepumpen);
 - ausgelöste und durchgeführte Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und deren Erfolg;
 - Identifikation von Massnahmen bei Umnutzungen (samt Erfolgskontrolle);
 - Trendanalysen und temporäre Messungen.

Anhang E (informativ)

Berichterstattung

- E.1 Die Berichterstattung kann je nach Umfang des eBO-Projektes unterschiedlich erfolgen. Exemplarisch sind hier zwei Möglichkeiten erläutert:
- Bericht
 - Massnahmenliste
- E.2 Ein Bericht enthält mindestens folgende Elemente:
- Management Summary (Ausgangslage, Auftrag und Zielsetzung, Ergebnisse, Empfehlung für weiteres Vorgehen)
 - Ausgangslage (Einleitung, Zielsetzung, Grundlagen)
 - Analyse (je Gewerk und gewerkübergreifend, auch Bericht über Funktionskontrollen)
 - Massnahmenliste (gemäss E.3)
 - Erfolgskontrolle
 - Empfehlung für weiteres Vorgehen
- E.3 Eine Massnahmenliste enthält mindestens folgende Elemente:
- Bezeichnung der Massnahme
 - Zuständigkeit für die Umsetzung
 - Erwartete und erzielte Effekte (Energieeinsparung, Kosteneinsparung, Komfortgewinn)
 - Kosten für die Umsetzung, Pay-back
 - Risiken

Anhang F (informativ)

Publikationen

- [1] SIA Energieleitbild Bau, 2012, www.sia.ch/de/themen/energie/
- [2] Kosten-Nutzen-Argumente für die Betriebsoptimierung von komplexen Anlagen (BOK), Bundesamt für Energie, 1997, www.bfe.admin.ch/dossiers/00736/index.html
- [3] Grundlagen für die Betriebsoptimierung von komplexen Haustechnikanlagen, Bundesamt für Energie, 1997, www.bfe.admin.ch/dossiers/00736/index.html
- [4] Konzept Betriebsoptimierung komplexer Anlagen, Bundesamt für Energie, 2003, www.bfe.admin.ch/dossiers/00736/index.html
- [5] Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 (Revision des Energierechts), 4. September 2013, www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2013/7561.pdf
- [6] GEFMA Richtlinie 124-1, Energiemanagement, Grundlagen und Leistungsbild, 2008, Deutscher Verband für Facility Management (German Facility Management Association), www.gefma.de
- [7] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), 2014, www.endk.ch/de/dokumentation/MuKE
- [8] Internationales Protokoll für Leistungsmessung und -verifizierung, Efficiency Valuation Organization, 2012, www.evo-world.org
- [9] Der Heizkompass für Hauswartinnen und Hauswarte, BFE, 2012, www.energieschweiz.ch/_ws/publicationDetails.aspx?id=p340
- [10] Grundlagen Optimierung Öl/Gas-Feuerung bis 70kW, BFE, 2002, www.wohnen-nachhaltigkeit.ch/umwelt/3-2-betriebsenergie/3-2-1-waerme-kaelte-fuer-raumklima/173
- [11] Tödli J., Gruber P., Steinle B., «Heizkurve einfacher einstellen», Sonnenenergie, Nr. 6, 1987, S. 20–23; zum Beispiel www.lachenmeier.net/osiris/heizkurve_einstellen.gif
- [12] Tödli J., Gwerder M., Lehmann B., Renggli F., Dorer V., «TABS Control – Steuerung und Regelung von thermoaktiven Bauteilsystemen», Faktor Verlag 2009, Kapitel 8, Korrekturverfahren im Betrieb

In der Kommission SIA 2048 vertretene Organisationen

AHB	Amt für Hochbauten der Stadt Zürich
BFE	Bundesamt für Energie
EnAW	Energieagentur der Wirtschaft
energo	Verein für Energie-Grossverbraucher öffentlicher Institutionen
HSLU	Hochschule Luzern – Technik & Architektur
IFMA	International Facility Management Association, Swiss Chapter
SIA KGE	SIA-Kommission für Gebäudetechnik- und Energienormen
suissetec	Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband
SWKI	Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren

Kommission SIA 2048

		Vertreter von
Präsident	Zoran Alimpić, Prof. Dr., dipl. Ing. SIA, Zürich	
Mitglieder	Eric Albers, Ing. HES, Ecublens Christian Freudiger, Ing. HES, MAS énergie EPFL, Genève Adrian Grossenbacher, dipl. Ing. FH HLK, Bern Pascal Hartung, Wirtschaftsingenieur HTL, Zürich Kurt Hildebrand, Prof., dipl. HLK-Ing. FH/SIA, Islisberg Reto Keller, dipl. Ing. FH, MAppl Sc, NDS Energie, Werdenberg Gottfried Kiefer, Architekt, Zürich Nicole Külling-Zinsli, dipl. HLK-Ing. FH, MAS BA, Zürich Jörg Meyer, System Engineer HES, Echallens Daniel Schneiter, Ing. HTL, Wallisellen Andres Stierli, Wirtschaftstechniker FH, Dübendorf Jürg Tödtli, Dr. sc. techn., dipl. El.-Ing. ETH/SIA, Zürich Roland Ullmann, dipl. Ing FH, Zug Volker Wouters, dipl. El.-Ing. HTL/SIA, Luzern	energo, SBB Immobilien Kanton Genf BFE suissetec, Ausführender SIA KGE, HSLU Energieberater Architekt AHB, Bauherren Planer Romandie EnAW, Planer IFMA, FM-Branche SIA KGE Industrie SIA KGE, SWKI, Planer
Sachbearbeiter	Ernst Sandmeier, dipl. Ing. ETH, Zürich Robert Uetz, dipl. HLK Ing. FH, Zürich	

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2048 am 3. März 2015 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. Juli 2015.

Copyright © 2015 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.