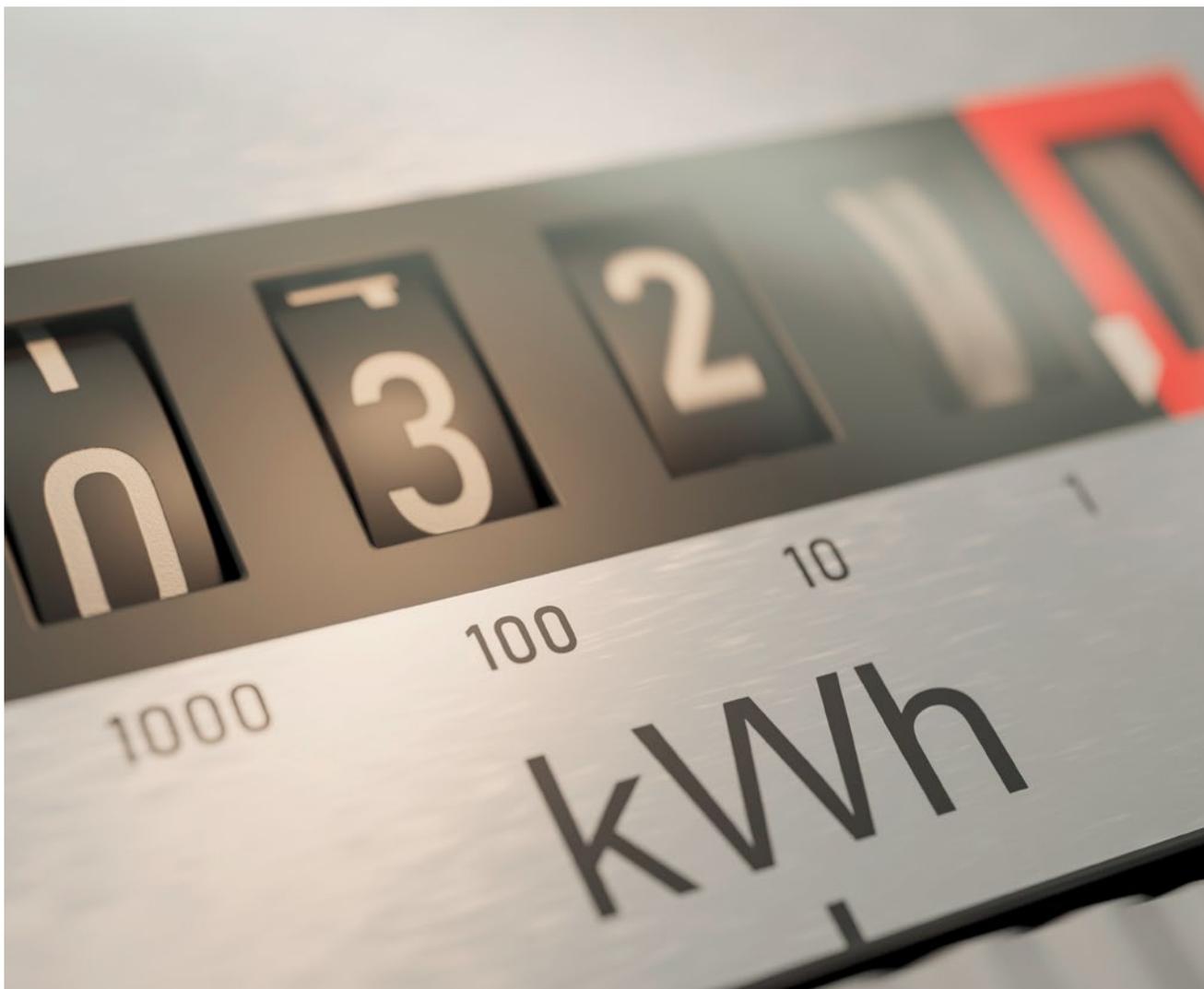


MERKBLATT 1 | 2022

# Betriebsoptimierung und Energiecontrolling

Die vom Schweizer Volk beschlossene Energiestrategie auf Bundesebene beinhaltet neben der Nutzung der erneuerbaren Energiequellen auch die Energieeffizienz als sehr wichtigen Grundpfeiler. Der Gebäudetechnikbranche kommt eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050 zu. Neben einem intelligenten Gebäudetechnikkonzept (Norm SIA 108 «Ordnung für Leistungen und Honorare der Ingenieurinnen und Ingenieure der Bereiche Gebäudetechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik»: Phasen 1–5) steckt auch ein sehr hohes Potenzial im späteren Betrieb der Anlagen (Norm SIA 108: Phase 6).



## Ziel und Zweck

Viele energierelevante Faktoren zur späteren Nutzung und dem Betrieb sind zum Zeitpunkt der Planung und der Realisierung noch nicht bekannt und beruhen deshalb auf Annahmen.

Die Differenz zwischen den Annahmen und dem realen späteren Betrieb bildet das Potenzial zur Energieeffizienzsteigerung in der Betriebsphase durch Betriebsoptimierung. Damit jedoch später im Betrieb eine Betriebsoptimierung effizient und zielgerichtet durchgeführt werden kann, müssen bereits in der Planung und in der Bauphase bestimmte Voraussetzungen geschaffen werden.

Dieses Merkblatt zeigt den Installations- und Planungsunternehmen auf, welche Elemente bereits im Bauprozess vorgesehen werden müssen.

### **Mit dem vorliegenden Merkblatt werden folgende Ziele verfolgt:**

- Die für die spätere Betriebsoptimierung notwendigen Messeinrichtungen und Kontrollinstrumente werden bereits in der Planungs- und in der Bauphase eingebaut bzw. vorgesehen.
- Die relevanten konzeptionellen Anforderungen an Anlagen für die Ausnutzung der Optimierungspotenziale im späteren Betrieb werden bereits in der Planung mitberücksichtigt.
- Wichtige Nutzeranforderungen an die Bedienung und den späteren effizienten Betrieb sind aufgezeigt.
- Typische Stolpersteine im späteren Betrieb sind aufgezeigt.
- Vorhandene Hilfsmittel für die Planer und Installateure sind bekannt.
- Typische Betriebsoptimierungspotenziale sind bekannt.

## Voraussetzungen aus der SIA 108, Phasen 1 bis 5, zur späteren Betriebsoptimierung

### **Betriebsdatenerfassung**

Damit der Betriebsoptimierungsingenieur später die Anlage optimieren kann, sind folgende Voraussetzungen im Rahmen der Planung bzw. des Baus dringend empfohlen:

- Messkonzept für die eingebauten Messeinrichtungen inkl. Zählerbezeichnungskonzept (SIA-Grundleistung).
- Automatische Energiemessungen und Datenauswertungen (z. B. Energiecontrollingsystem) sind installiert, nutzerfreundlich eingerichtet (Dashboards mit Soll-Ist-Vergleich) und konfiguriert.
- Falls ein Leitsystem installiert ist, sind alle relevanten Mess- und Steuerdaten im Trendarchiv zu speichern und zu visualisieren (bereits nutzerfreundlich eingerichtet).
- Ein Fernzugriff auf das Leitsystem ist vorgesehen.
- Die Anlagen sind hinreichend aktuell dokumentiert:
  - Revidierte Prinzipschemas mit Beschriftung der Auslege-temperaturen und Auslegeleistungen
  - Funktions-, Regel- und Anlagebeschriebe
  - Planungsgrundlagen, Nutzeranforderungen aus der Planungsphase (Pflichtenheft, Nutzungsvereinbarung)
  - Inbetriebsetzungs- und Einregelungsprotokolle (z. B. vom hydraulischen Abgleich, von Heizkurven etc.)
  - Es ist definiert, welche Fühler, Sensoren (z. B. Feuchtefühler, CO<sub>2</sub>-Sensoren) etc. wann neu kalibriert bzw. geeicht werden müssen.
  - Ein Anlagejournal wird dem Betreiber zur Verfügung gestellt (wann wurde durch wen welcher Wert weshalb verstellt; alter/neuer Wert).

Die Anlagen werden für einen bedarfsabhängigen Betrieb konzipiert (z. B. CO<sub>2</sub>-Fühler, Drehzahlregulierungen, variable Volumenstromregler etc.).

## Messkonzept

### Vorzusehende Messstellen

Die vorzusehenden Messstellen sollten automatisiert ausgelesen, digital übermittelt und automatisch ausgewertet werden, inkl. dazugehöriger automatischer Datenauswertung und Soll-Ist-Vergleich mit Alarmierung bei grösseren Abweichungen.

**[TAB. 1] Raumheizung und Warmwasser (Wärme und/oder Elektrizität)**

Messstelle	Art der Messung	Messwert
Wärmepumpe – Antriebsseite (Kompressoren, Hilfsantriebe)	Elektrozähler	kWh und Leistungssignal in kW als Viertelstundenwerte
Wärmepumpe – Wärmeseite	Wärmezähler	kWh und Leistungssignal in kW als Viertelstundenwerte
Erdwärmesonde	Wärmezähler, Temperaturmessung	kWh, °C
Ölheizkessel, WKK	Ölzähler, Wärmezähler, Elektrozähler (WKK)	Liter, kWh
Gasheizkessel, WKK	Gaszähler, Wärmezähler, Elektrozähler (WKK)	m <sup>3</sup> /h, kWh
Fernwärme	Wärmezähler	kWh
Holzfeuerungen	Wärmezähler, Holzmenge	kWh und Leistungssignal in kW als Viertelstundenwerte, m <sup>3</sup>

Folgende Temperaturen sollten zwingend erfasst und falls möglich als Trend dargestellt oder an ein Energiecontrolling-system übermittelt werden (mind. Viertelstundenwerte):

- Vor- und Rücklauftemperatur je Heizgruppe
- Hauptrücklauf-Temperatur Wärmeerzeuger (unmittelbar bei Erzeuger-Ein-/-Austritt).

**[TAB. 2] Elektrizität für Betriebseinrichtungen und Beleuchtung**

Messstelle	Art der Messung	Messwert
Gemeinsam genutzte Installationen	Elektrozähler	kWh

Der Verbrauch gemeinsam genutzter Installationen wie Treppenhaus sowie Keller-, Fahrrad-, Technik- und Lagerräume, Tiefgarage, Umgebungsbeleuchtung, Liftanlagen, Heizung und Lüftungsanlagen etc. wird separat gemessen, sofern der gemessene oder erwartete Stromverbrauch je Zähler mehr als 100 000 kWh/Jahr beträgt.

**[TAB. 3] Lüftung Wohnen**

Messstelle	Art der Messung	Messwert
Zentrale Lüftungsanlage für mehrere Wohnungen	Elektrozähler je Anlage oder für mehrere Anlagen zusammen	kWh
Lüftungsanlage je Wohnung	Keine Messung, läuft über Wohnungszähler des Versorgers	

**[TAB. 4] Lüftung Gewerbe- und Büronutzung**

Messstelle	Art der Messung	Messwert
Pro Lüftungsanlage oder für mehrere Anlagen zusammen	Elektrozähler je Anlage oder für mehrere Anlagen zusammen	kWh

**[TAB. 5] Klimakälte, Abwärmenutzung gewerbliche Kälte**

Messstelle	Art der Messung	Messwert
Kältemaschine	Elektrozähler, Kältezähler	kWh
Abwärmenutzung	Wärmezähler	kWh

Bei Anlagen, deren Abwärme für Heizzwecke oder für die Erwärmung von Trinkwarmwasser genutzt wird, muss ein Wärmezähler die genutzte Energie messen.

Folgende Temperaturen sollten zwingend erfasst und falls möglich als Trend dargestellt oder an ein Energiecontrolling-system übermittelt werden (mind. Viertelstundenwerte):

- Vor- und Rücklauftemperatur je Gruppe
- Hauptrücklauf-Temperatur Erzeuger  
(unmittelbar bei Erzeuger-Ein-/-Austritt).

**[TAB. 6] Trinkwasser**

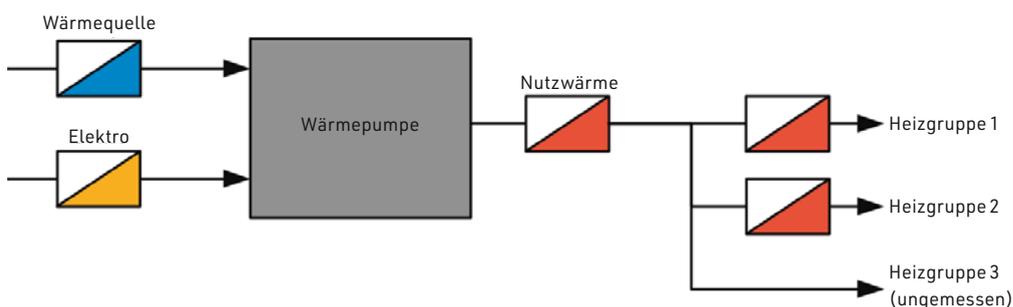
Messstelle	Art der Messung	Messwert
Trinkwarmwasser: Austritt Wasser- erwärmer	Temperaturmessung, Volumenmessung	°C, m <sup>3</sup> /h
Trinkwarmwasser: Rücklauf Zirkulation warmgehaltene Leitungen	Temperaturmessung	°C
Trinkkaltwasser bei Entnahmestelle	Temperaturmessung	°C
Zirkulation	Wärmezähler	kWh

In der Praxis hat es sich nicht bewährt, Energiemessdaten auf dem Leitsystem zu erfassen und auszuwerten. Die Auswertungs- und Visualisierungsmöglichkeiten eines Leitsystems sind nicht auf die Bedürfnisse einer effizienten Energiedatenauswertung zugeschnitten.

### Darstellung Messkonzept

Die erfassten Messstellen müssen zwingend in einem Messkonzept dokumentiert werden. Hierbei ist es wichtig, dass auch ungemessene Abgänge ersichtlich sind.

Ein übersichtliches Messkonzept ermöglicht einem Betriebs-optimierungsingenieur, die Messdaten zu plausibilisieren und die möglichen Optimierungspotenziale abzuschätzen. Das Messkonzept wird mit einer Tabelle über alle Messstellen und den wichtigsten Angaben ergänzt (Zählertyp, Standort, erfasste Messgröße, Lebensdauer Batterie etc.).



**[ABB. 1]** Beispiel eines Energiemesskonzepts.

**Anmerkung** Bereits in der Planung sollte ein über alle Gewerke gültiges einheitliches Zählerbezeichnungskonzept definiert und bis und mit der Ausführung konsequent umgesetzt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass ein und derselbe Energiezähler im Prinzipschema, im Messkonzept im Elektroschema, vor Ort auf der Anlage und im Energiecontrollingsystem immer gleich und eindeutig bezeichnet wird.

### Empfehlungen für Konzept/Planung/Bau/Inbetriebsetzung

Die Betriebsoptimierung hat unter anderem das Ziel, die vorhandenen Anlagen am energieoptimalen Betriebspunkt zu betreiben und die Differenzen zwischen planerischen Annahmen und der realen Nutzung bzw. dem realen Betrieb zu verringern.

#### Konzeptionelle und planerische Empfehlungen

Damit die Betriebsoptimierung sich später nicht mit konzeptionellen «Fehlern» auseinandersetzen muss, sollten folgende häufige «konzeptionelle Stolpersteine» vermieden werden:

**Hohe Rücklauftemperaturen unterbinden**

Erzeugungsanlagen, die zu einer Störung oder zu sehr schlechtem Wirkungsgrad beim Auftreten von hohen Rücklauftemperaturen ( $> 50^{\circ}\text{C}$ ) neigen, müssen bei der Konzeption der Hydraulik besonders behandelt werden.

Folgende Erzeugungsanlagen neigen bei hohen Rücklauftemperaturen ( $> 50^{\circ}\text{C}$ ) zu Problemen, Störungen oder schlechtem Wirkungsgrad:

- Kondensierende Heizkessel – bei Rücklauftemperaturen  $> 48^{\circ}\text{C}$  findet keine Kondensation mehr statt.
- Wärmepumpenanlagen/Kältemaschinen (kondensatorseitig) schalten nicht mehr ein oder gehen in Hochdruckstörung – eine bivalente fossile Erzeugungsanlage läuft dann viel intensiver als notwendig.
- Abwärmennutzungsanlagen – Quelle kann die Abwärme nicht abgeben, wenn die Rücklauftemperatur höher ist als das Abwärme-Temperaturniveau.
- Solaranlagen – Betrieb mit wesentlich schlechterem Wirkungsgrad.
- Freecooling erfordert möglichst hohe Kaltwasser-Rücklauftemperaturen.
- Speicher: Reduktion des nutzbaren Speichervolumens – negativer Einfluss auf die Laufzeit des Wärmeezeugers.

Bei Verbrauchern bzw. Systemen, welche im realen Betrieb hohe Rücklauftemperaturen generieren ( $> 50^{\circ}\text{C}$ ), ist der Umbau oder die komplette Abtrennung zu prüfen:

- Trinkwassererwärmer mit Warmwasserzirkulation – evtl. dezentrale Lösung wählen oder mit eigener Warmwasser-Wärmepumpe entkoppeln.
- Wärmeabgabesysteme (z. B. Luftheizapparate), welche nur den Ventilator regeln bzw. ein- und ausschalten, nicht jedoch den Heizungswasser-Durchfluss beim Aus-Befehl unterbrechen bzw. drosseln – motorisierte Kugelhähne vor Luftherhitzer nachrüsten.
- Bypässe bzw. drucklose Verteiler mit Dreiwegventilen – in Einspritzsystem mit Durchgangsventil umbauen. Die Prüfung des Einsatzes von druckunabhängigen Systemen wird empfohlen.
- Umlenkschaltungen (z. B. bei älteren Luftherhitzeranschlüssen) umbauen.

Für die spätere Betriebsoptimierung ist es zwingend notwendig, nicht nur die Vorlauf-, sondern auch die Rücklauftemperaturen zu messen und als Trend aufzuzeichnen.

Bei Systemen, welche im Betrieb tiefe Temperaturdifferenzen aufweisen können, wird empfohlen, die Vor- und Rücklauftemperaturen zu messen.

Eine Vorbereitung zur variablen Regelung der Wassermengen kann sinnvoll sein.

### **Empfehlungen bei der Inbetriebsetzung**

Im Rahmen der Betriebsoptimierung kann es immer wieder vorkommen, dass der Verantwortliche für die Betriebsoptimierung eine Anlage vorfindet, welche nicht stabil läuft (z. B. zwischen Ein/Aus, Auf/Zu pendelt) oder für die unlogische bzw. falsche Sollwerte/Zeitprogramme hinterlegt wurden. Es ist dann jeweils nicht immer klar, ob diese Werte von Beginn an so eingestellt waren oder ob diese später eingegeben oder verändert wurden.

Es ist deshalb wichtig, dass ein Anlagejournal bereits ab Beginn in den Betreiberprozess implementiert wird. Darin sollen Veränderungen von Sollwerten (alter/neuer Sollwert; wann, wer, weshalb) festgehalten werden.

Die im Rahmen der Inbetriebsetzung eingestellten Sollwerte sollen dabei dokumentiert werden.

---

### **Weitere Informationen**

- SIA, Norm 108 «Ordnung für Leistungen und Honorare der Ingenieurinnen und Ingenieure der Bereiche Gebäudetechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik» ([www.sia.ch](http://www.sia.ch))
- SIA, Norm 384/1 «Wasserbasierte Raumtemperierung – Grundlagen und Anforderungen» ([www.sia.ch](http://www.sia.ch))
- SIA, Norm 385/1 «Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen» ([www.sia.ch](http://www.sia.ch))
- SIA, Merkblatt 2048 «Energetische Betriebsoptimierung» ([www.sia.ch](http://www.sia.ch))
- SVGW, Richtlinie W3/E3 «Hygiene in Trinkwasserinstallationen» ([www.svgw.ch](http://www.svgw.ch))
- Faktor Verlag, Fachbuch «Energetische Betriebsoptimierung» ([www.faktor.ch](http://www.faktor.ch))
- Bundesamt für Energie (BFE), Dokumentation «Energetische Betriebsoptimierung» ([www.energieschweiz.ch/BO](http://www.energieschweiz.ch/BO))
- suissetec, Merkblatt «Einsatz von Wasser und Energiezählern»

### **Hinweis**

Bei der Anwendung dieses Merkblatts sind die konkreten Umstände sowie das Fachwissen zu berücksichtigen. Eine Haftung ist ausgeschlossen.

### **Auskünfte**

Für Fragen oder weitere Informationen steht Ihnen der Leiter der Zentralen Kommission Planer von suissetec gerne zur Verfügung: +41 43 244 73 33, [info@suissetec.ch](mailto:info@suissetec.ch)

### **Autoren**

Dieses Merkblatt (Text und Grafiken) wurde durch die Zentrale Kommission Planer von suissetec erstellt.

---

**Dieses Merkblatt wurde überreicht durch:**