



Vorgehen bei der energetischen Betriebsoptimierung

Meeting zu: Referat Energieapéro beider Basel
Referent: Maurin Spiess, Lemon Consult AG

Ich stelle mich vor

Maurin Spiess

BSc ZFH Energie- und Umwelttechnik

Gebäudetechnikplaner Fachrichtung Heizung

Lemon Consult AG

Senior-Projektleiter | Stv. Teamleiter

- Energetische Betriebsoptimierung
- Kursleiter BO-Tool
- Gastdozent ZHAW BSc Facility Management
- Gastdozent ZHAW CAS Energiemanagement
- Zustandsanalysen und Massnahmenplanung
- Portfolioanalyse Immobilien
- Energie- und Ressourceneffizienz im Betrieb



Agenda

- 1 Was beinhaltet eine energetische Betriebsoptimierung (eBO)?
- 2 Herangehensweise an eine eBO
- 3 Big 5 eBO-Massnahmen

Agenda

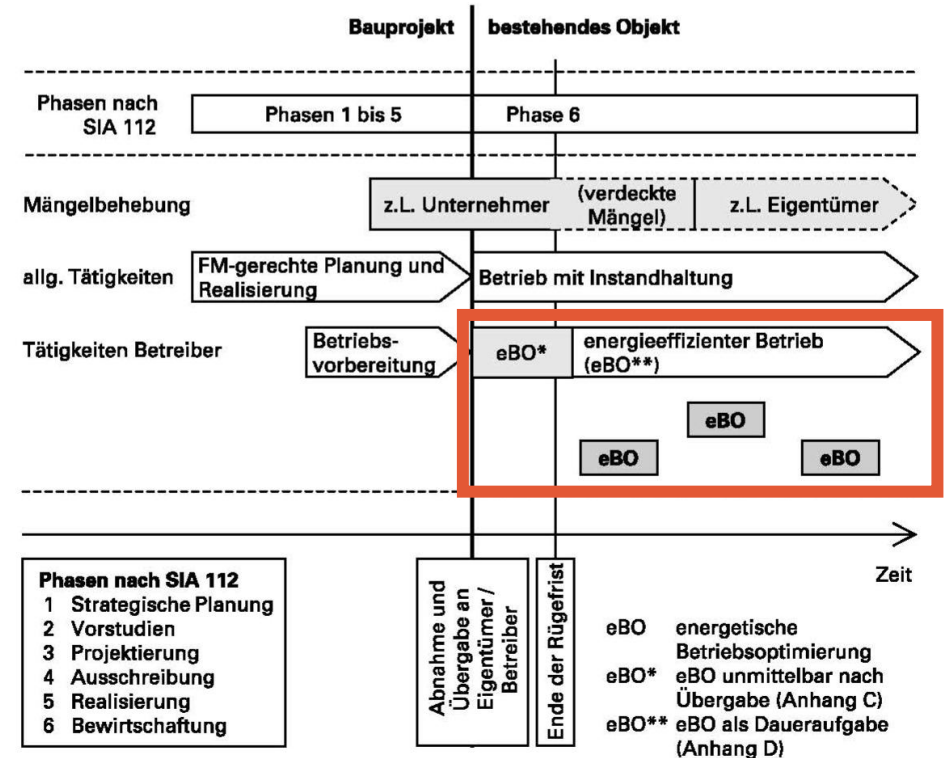
- 1 Was beinhaltet eine energetische Betriebsoptimierung (eBO)?**
- 2 Herangehensweise an eine eBO
- 3 Big 5 eBO-Massnahmen

Definition energetische Betriebsoptimierung (eBO)

Definition gemäss SIA Merkblatt 2048

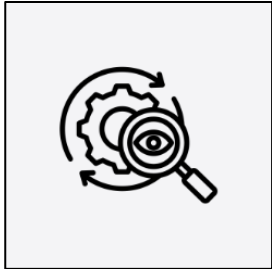
- Massnahmen zur Energie-Effizienz-Steigerung
- Keine Komforteinbussen für Nutzende
- Kurze Pay-back-Dauer (< 2 Jahre)
- Schrittweises Vorgehen mit strukturierter Planung
- Umsetzung einzelner Massnahmen
- Resultat ist die Summe der erfolgreich und dauerhaft umgesetzten betrieblichen Massnahmen
- SIA-Norm ist in Erstellung

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

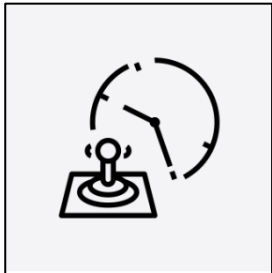


Auszug SIA Merkblatt 2048 (2015)

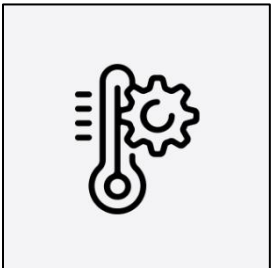
eBO



Parameteranpassungen auf effektive Nutzung
(Zeiten, Sollwerte etc.)

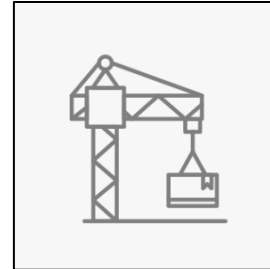


Regeltechnische Optimierungen
(Alles, was mit der vorhandenen Technik optimiert werden kann)

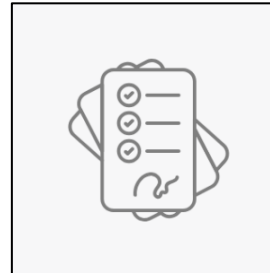


Kleinste Verbesserungen an den Anlagen
(z.B. Nachrüsten eines Fühlers, wo sinnvoll und wirtschaftlich)

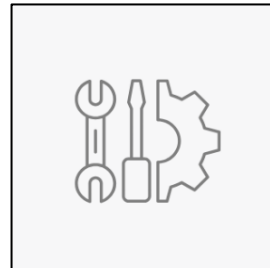
keine eBO



Investitionsmassnahmen
(z.B. Ersatz der Anlagen, Konzeptionelle Verbesserungen)

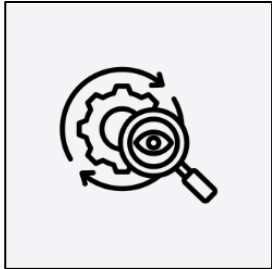


Inbetriebsetzung und Abnahmen / Mängelbehebung
(SIA-Phase 5 Realisierung)

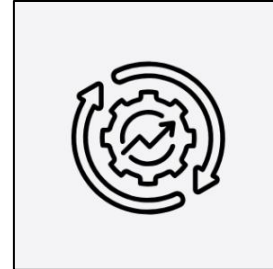


Übliche Instandhaltungen

Wie erreichen wir Einsparungen?



Ableich der Einstellparameter
(Zeiten und Sollwerte) auf die Nutzung



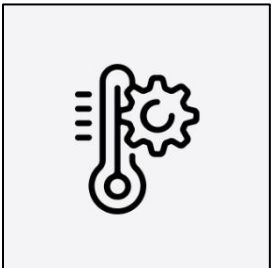
Einsatz der effizientesten vorhandenen Technologien
(z.B. WRG vor LE, WP vor Gaskessel oder Mischbetrieb FK und KM statt direkt umschalten)



Kein Betrieb ohne Nutzen
(Anlagen ganz abschalten, wenn niemand da)



Feststellen von Fehlfunktionen
(Abwärmennutzung funktioniert nicht, Wärmetauscher falsch eingebunden, Gleichzeitiges Heizen und Kühlen)



Zusammenspiel zwischen Erzeugern und Verbrauchern
(Nur die Temperatur erzeugen, die auch wirklich benötigt wird)

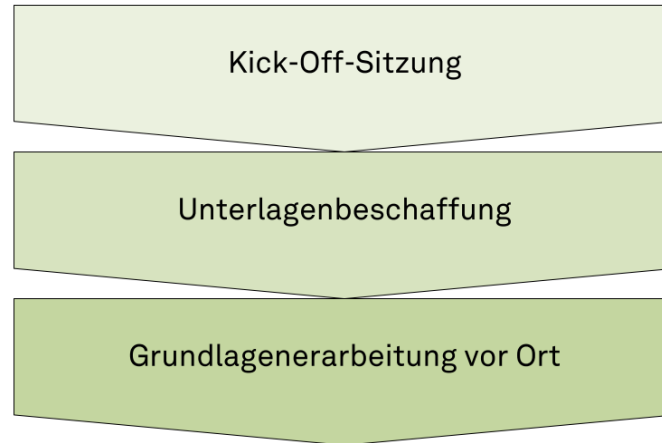
Gründe für das Einsparpotential

- Nutzungsänderungen
- Defekte Komponenten
- Die angenommenen Planungswerte stimmen nicht
- Die Anlagen wurden nicht gemäss den Anforderungen in Betrieb genommen
- Fehlende Sensibilität, Fachwissen oder Zeit des Betreibers
- Komplexe oder unklare Zuständigkeiten
- ...

Agenda

- 1 Was beinhaltet eine energetische Betriebsoptimierung (eBO)?
- 2 Herangehensweise an eine eBO**
- 3 Big 5 eBO-Massnahmen

Mögliches Vorgehen mit eBO-Fachperson



- Team vorstellen und Ansprechpersonen / Zuständigkeiten definieren
- Motivation / Erwartungen abholen und Zieldefinition eBO
- Vorgehen vorstellen, benötigte Unterlagen definieren

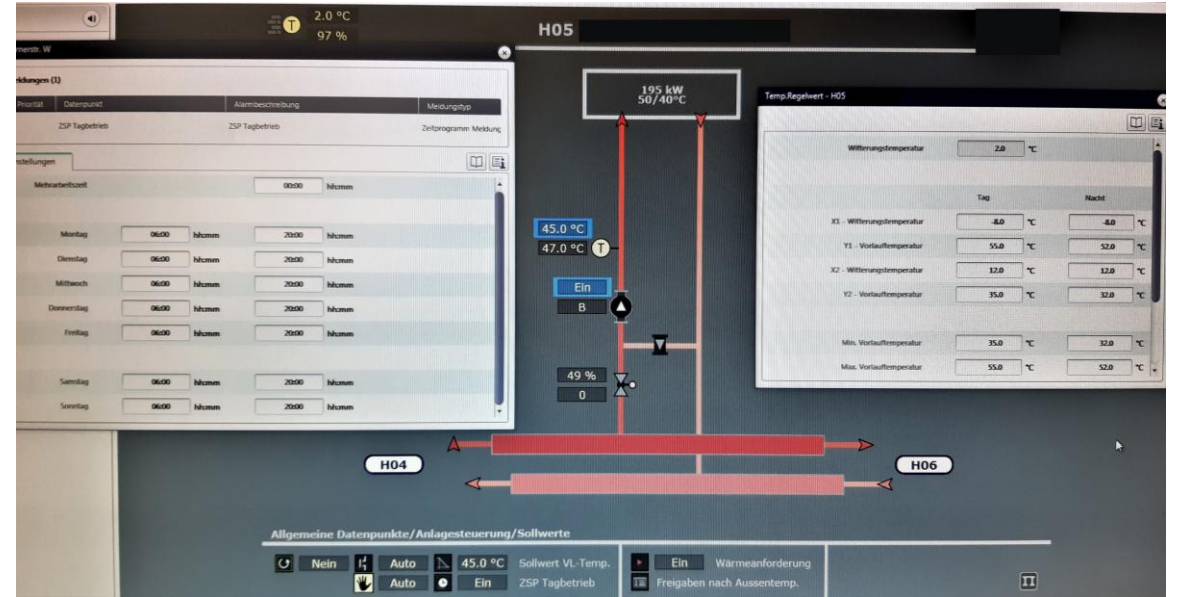
- Bereitstellen der technischen Unterlagen

- Dokumentation IST-Zustand / Messungen
- Definition Nutzeranforderungen / Soll-Zustand
- Bestehende Betriebserfahrung / Komfortprobleme abholen

Grundlagenerarbeitung

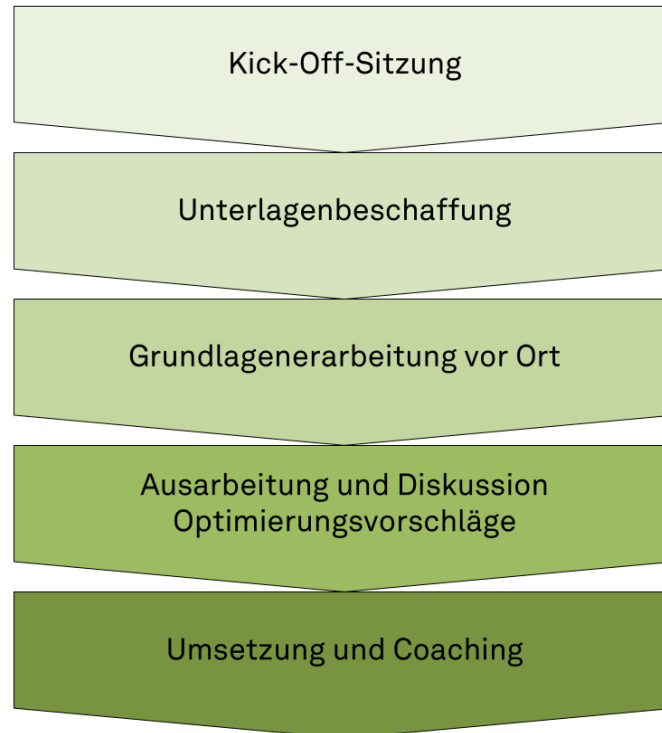


Aufnahmen auf der Anlage vor Ort



Aufnahmen aus dem Gebäudeleitsystem

Mögliches Vorgehen mit eBO-Fachperson



- Team vorstellen und Ansprechpersonen / Zuständigkeiten definieren
- Motivation / Erwartungen abholen und Zieldefinition eBO
- Vorgehen vorstellen, benötigte Unterlagen definieren
- Bereitstellen der technischen Unterlagen
- Dokumentation IST-Zustand / Messungen
- Definition Nutzeranforderungen / Soll-Zustand
- Bestehende Betriebserfahrung / Komfortprobleme abholen
- Ausarbeitung von Vorschlägen durch eBO-Fachperson
- Diskussion mit dem technischen Personal
- Schrittweise Umsetzung der Optimierungen (Grob- und Feinoptimierung)
- Coaching und Sensibilisierung des technischen Personals
- Befähigung auf zukünftige Nutzeränderungen reagieren zu können

Umsetzung und Coaching

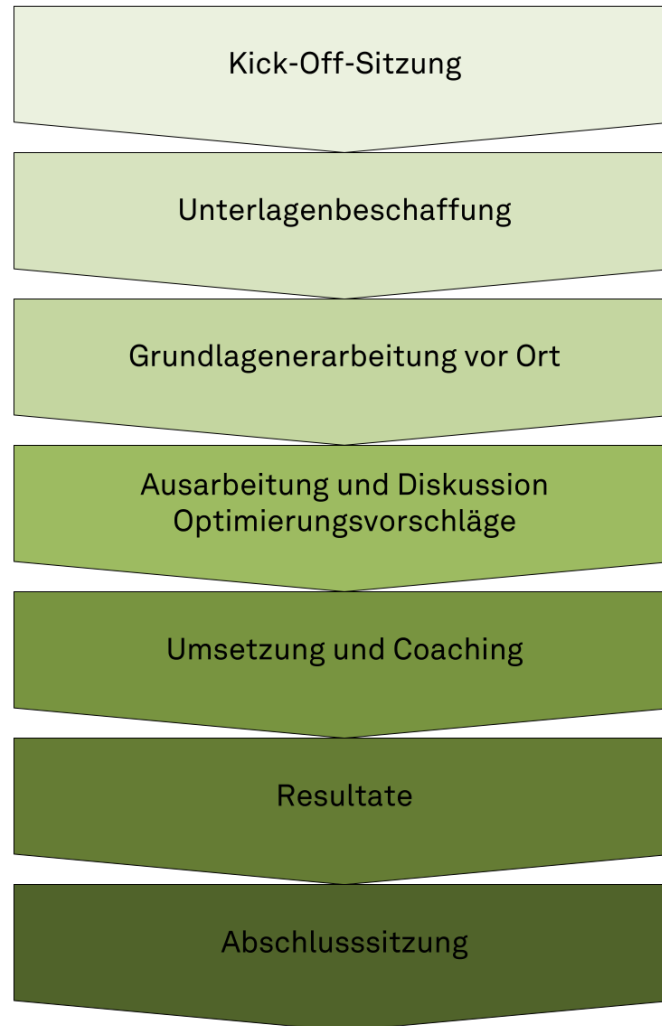


Coaching direkt auf der Anlage



Workshop im Team

Mögliches Vorgehen mit eBO-Fachperson



- Team vorstellen und Ansprechpersonen / Zuständigkeiten definieren
- Motivation / Erwartungen abholen und Zieldefinition eBO
- Vorgehen vorstellen, benötigte Unterlagen definieren
- Bereitstellen der technischen Unterlagen
- Dokumentation IST-Zustand / Messungen
- Definition Nutzeranforderungen / Soll-Zustand
- Bestehende Betriebserfahrung / Komfortprobleme abholen
- Ausarbeitung von Vorschlägen durch eBO-Fachperson
- Diskussion mit dem technischen Personal
- Schrittweise Umsetzung der Optimierungen (Grob- und Feinoptimierung)
- Coaching und Sensibilisierung des technischen Personals
- Befähigung auf zukünftige Nutzeränderungen reagieren zu können
- Berechnung der erzielten Energie- und Kosteneinsparungen
- Auftrag / Zielerfüllung besprechen
- Feedback einholen

Abschlussdokumentation

Heizgruppe Heizkörper (Aufgabe 1) Detail
Status ●
Verantwortlicher
V 1.0.0
Heizgruppe Heizkörper (Aufgabe 1) Detail
Verantwortlicher 0
V 1.0.0

Technische Daten

Wärmeleistung Heizgruppe	195 kW
Vorlauftemperatur bei Auslegung	55.0 °C
Rücklauftemperatur bei Auslegung	40.0 °C
Rohrdimension (Schätzung Wärmeleistung)	

Bestehend

Betriebszeiten Absenkung

	von	bis
Mo.-Fr.	20:00	06:00
Samstag	20:00	06:00
Sonntag	20:00	06:00

Parameter

Heizgrenze	18.0 °C
Heizgrenze abgesenkt	17.0 °C
Raumtemperatur	21.0 °C
Gebäudezeitkonstante	
Pumpenstufe	

Heizkurve

Aussentemp.	Vorlauftemp.	Vorlauftemp. Red.
-8.0 °C	55.0 °C	52.0 °C
0.0 °C	48.0 °C	46.0 °C
12.0 °C	35.0 °C	32.0 °C
20.0 °C	35.0 °C	32.0 °C

Optimiert

Betriebszeiten Absenkung

	von	bis
Mo.-Fr.	20:00	06:00
Samstag	18:00	08:00
Sonntag	00:00	22:00

Parameter

Heizgrenze	16.0 °C
Heizgrenze abgesenkt	14.0 °C
Raumtemperatur	21.0 °C
Gebäudezeitkonstante	
Pumpenstufe	

Heizkurve

Aussentemp.	Vorlauftemp.	Vorlauftemp. Red.
-8.0 °C	55.0 °C	52.0 °C
0.0 °C	48.0 °C	45.0 °C
12.0 °C	33.0 °C	30.0 °C
20.0 °C	20.0 °C	20.0 °C

Hinweise

Volumenstrom	11.2 m³/h	11.2 m³/h
max. Leistungsaufnahme Pumpe		150 W
Art der Raumregulierung	übrige Fälle	
Raumnutzung		

Energieverbrauch und Energiekosten

Kosten Nutzenergie

Kosten Hilfsenergie [Elektrizität]

	Bestehend	Optimiert	Einsparung		
Nutzenergie	388 898 kWh	339 945 kWh	48 953 kWh	6 700 CHF	13%
Hilfsenergie	1 128 kWh	993 kWh	136 kWh	30 CHF	12%

Energieverbrauch

Berechnet	388 898 kWh
Real	388 898 kWh
Normiert	0 kWh

Korrekturfaktor

Abweichung	0%
Korrekturfaktor	70%

Heizgradtage

Heizgradtage	0
Norm Heizgradtage	3440

T_v [°C] vs T_A [°C]

— Vorlauftemp. ····· Vorlauftemp. Red. - - - Heizgrenze abgesenkt — Heizgrenze

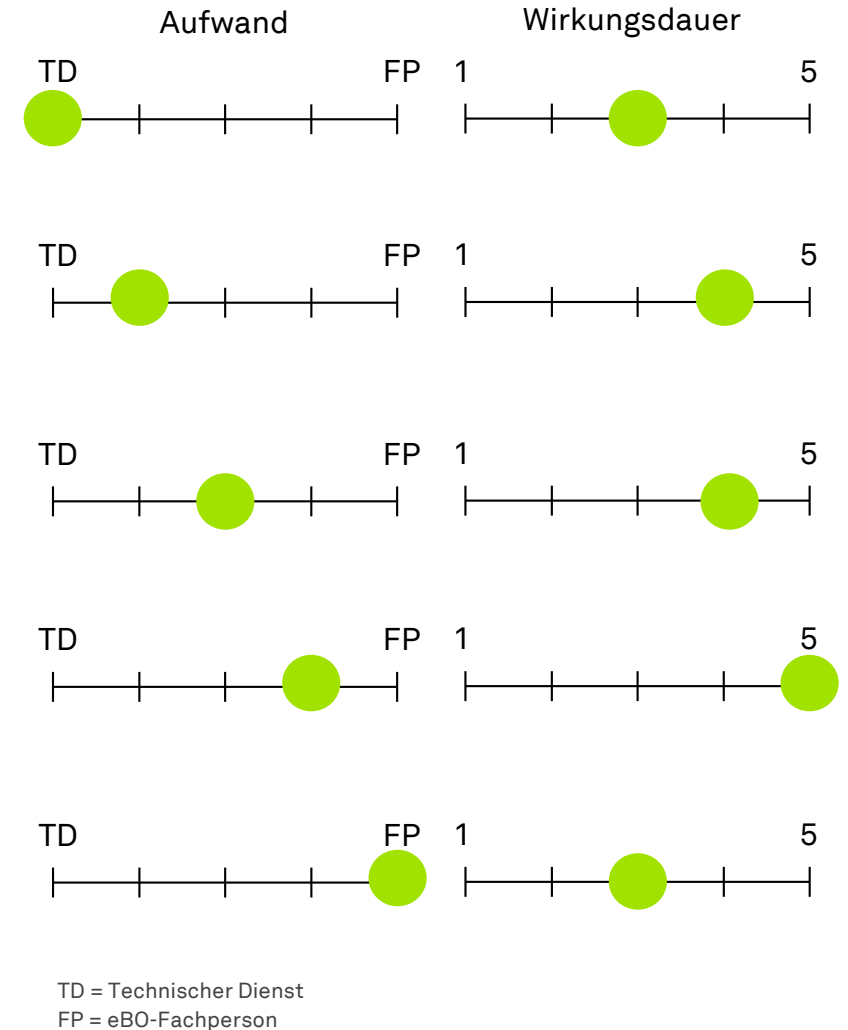
T_v [°C] vs T_A [°C]

— Vorlauftemp. ····· Vorlauftemp. Red. - - - Heizgrenze abgesenkt — Heizgrenze

Mögliche Massnahmendokumentation im BO-Tool

Mögliche Umsetzungsszenarien

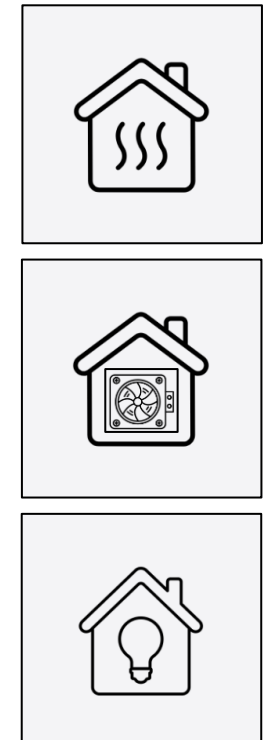
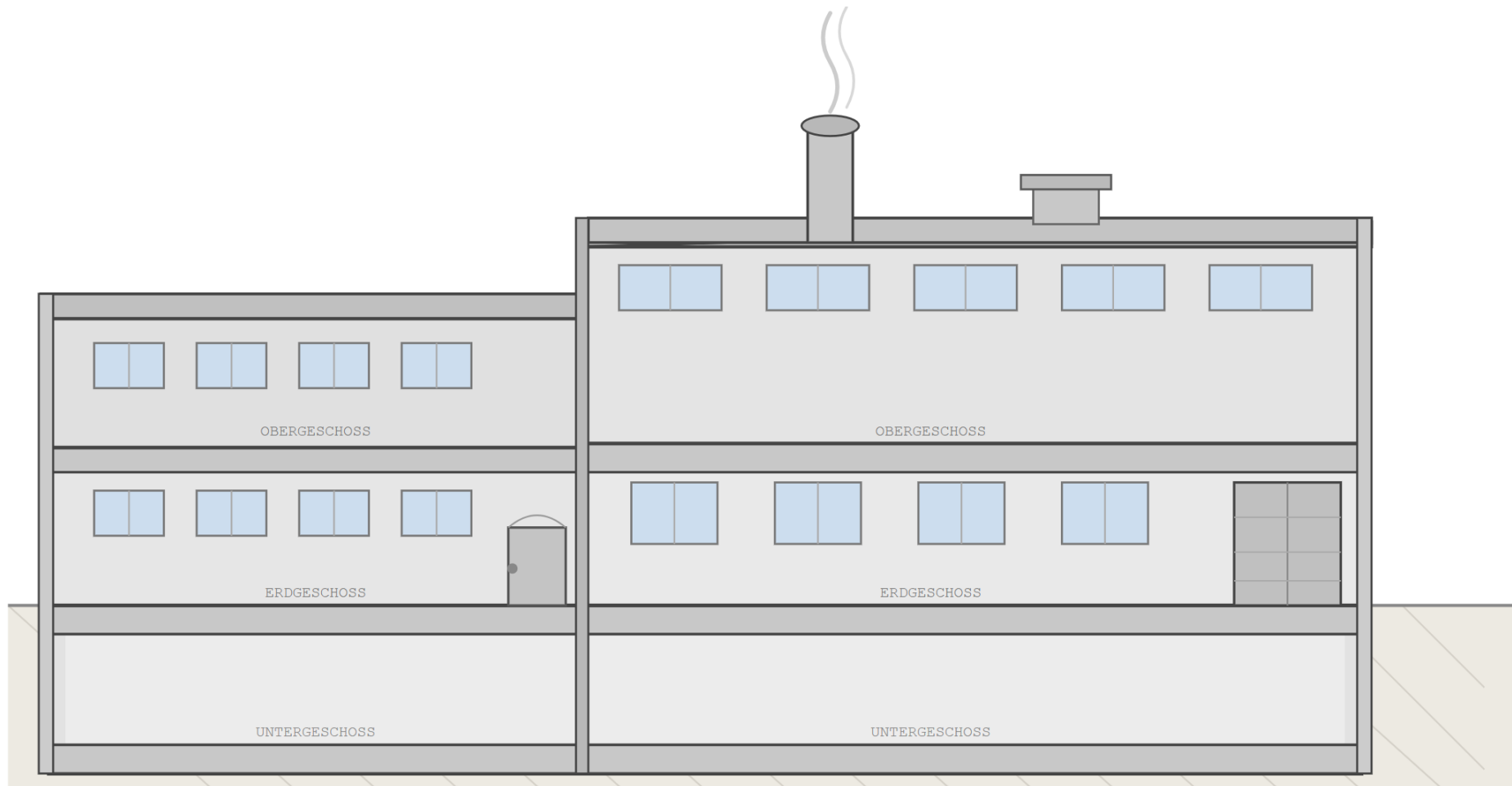
- Szenario selbstständige Umsetzung
- Szenario Schulung durch eBO-Fachperson
- Szenario Schulung & Coaching durch eBO-Fachperson
- Szenario Umsetzung & Coaching durch eBO-Fachperson
- Szenario Umsetzung durch eBO-Fachperson



Agenda

- 1 Was beinhaltet eine energetische Betriebsoptimierung (eBO)?
- 2 Herangehensweise an eine eBO
- 3 Big 5 eBO-Massnahmen**

Ihre Liegenschaft



Symbolgebäude: Produktion mit Bürotrakt

Heizgrenze



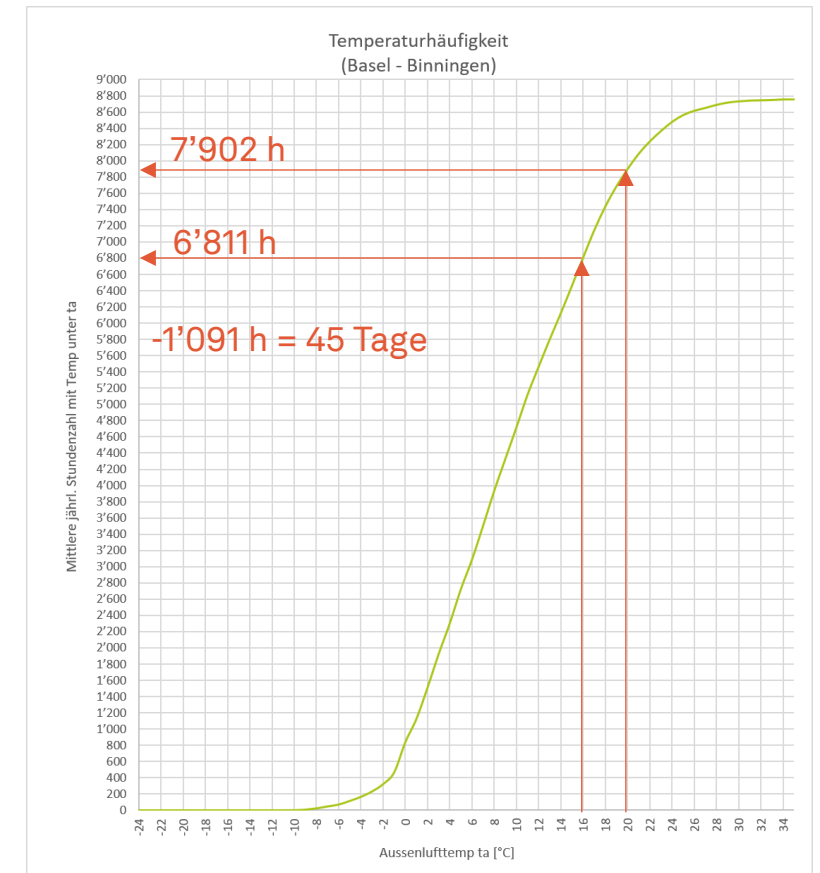
Die Heizgrenze bestimmt, ab welcher Aussentemperatur die Heizung einschaltet. Dabei wird nicht die aktuelle Aussentemperatur sondern die gemittelte Aussentemperatur über z.B. 24 Stunden verwendet.

Richtwerte:

Bautyp Haus	Heizgrenze [°C]
Vor 1977	15 - 17
1977-1995	14 - 16
Nach 1995	12 - 15
Minergie	9.5 - 14

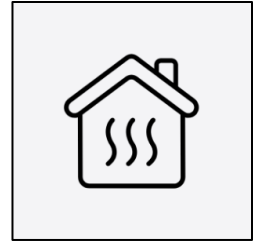
Folgendes gilt es zu beachten:

- Bei vielen internen Lasten (bspw. Beleuchtung, Maschinen) kann die Heizgrenze tiefer gewählt werden.



Reduktion Betriebsstunden Heizung mit Reduktion der Heizgrenze

Heizkurve und Absenkbetrieb



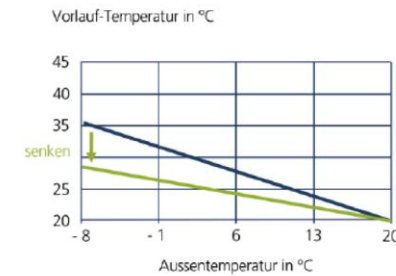
Jede Reduktion um 1°C Raumtemperatur bewirkt >6 % Minderung des Energieverbrauchs.

Die richtige Einstellung der Heizkurve bewirkt Einsparungen von 4 bis 6 %.

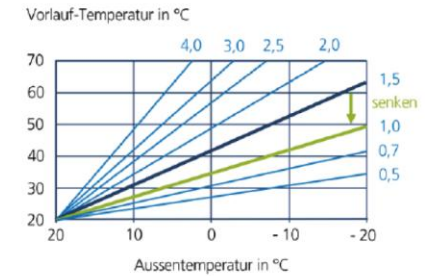
Folgendes gilt es zu beachten:

- Raumtemperatur bei kalter Witterung (< 0°C) zu hoch (obere Bilder)
- Raumtemperatur bei warmer Witterung (> 0°C) zu hoch (untere Bilder)
- Absenkungsbetrieb darf nicht zu tief sein, um Kondensation zu vermeiden
- Bei Neubauten oder Gebäude mit Luft-Wasser-Wärmepumpe kann eine Nachtabsenkung kontraproduktiv sein

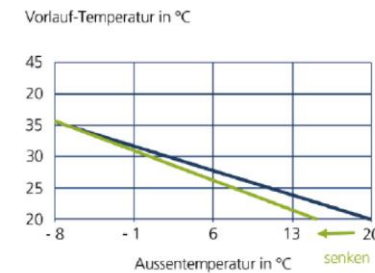
z.B. Kurve flacher einstellen



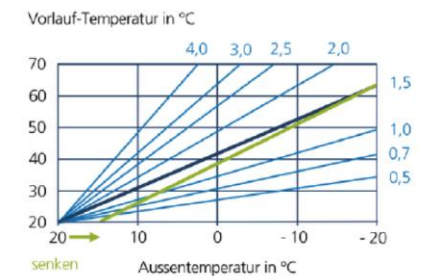
z.B. Kurve 1.0 statt 1.5 wählen



z.B. Kurve steiler einstellen
oder Heizgrenze senken

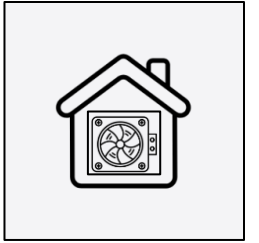


z.B. Heizgrenze senken



Beispielhafte Darstellung der idealen Anpassung der Heizkurve

Betriebszeiten & Luftmengen Lüftung

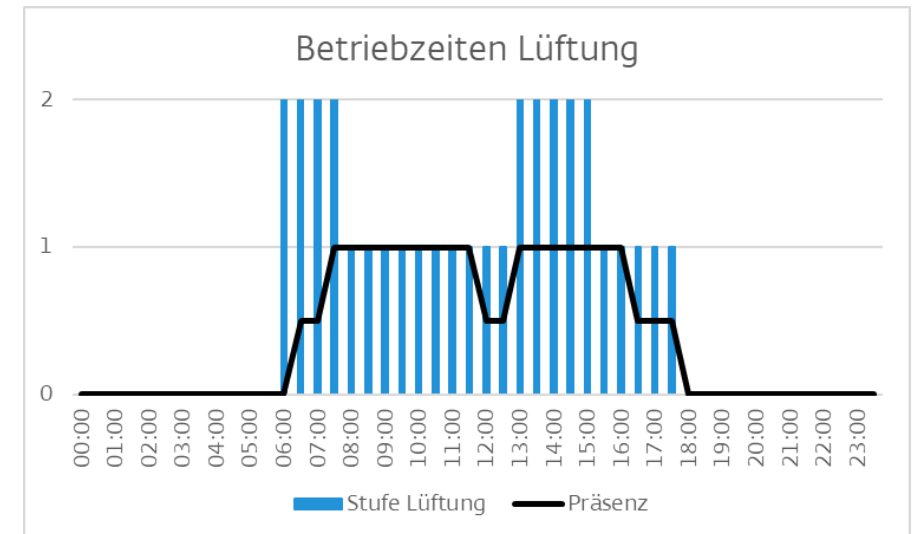


Kann die Lüftung täglich von 20 Uhr bis 6 Uhr morgens ausgeschaltet werden, sinkt deren Energieverbrauch um 40 %.

Wird die Luftmenge halbiert, sinkt der Energieverbrauch der Lüftung um 80%.

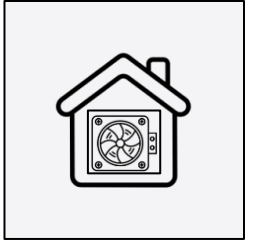
Folgendes gilt es zu beachten:

- Nutzungszeiten im Gebäude ermitteln
Achtung: Die Nutzungszeit entspricht oft nicht der tatsächlichen Anwesenheitszeit.
(z.B. offizielle Bürozeiten: 08:00 – 17:00 Uhr, die Mitarbeitenden sind jedoch von 07:00 – 18:00 Uhr anwesend)
- Es wird empfohlen 30-60 Minuten vor der Nutzung mit dem Lüften zu beginnen.
- Gleichzeitig soll 30-60 Minuten vor Nutzungsende die Lüftung ausgeschaltet werden.



Heizkurve mit Absenkbetrieb

Gleichzeitigkeiten Heizen & Kühlen



Wenn im gleichen Raum gleichzeitig geheizt und gekühlt wird, erhöhen sich die Energiekosten erheblich.

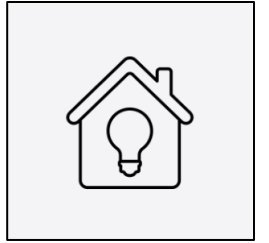
Folgendes gilt es zu beachten:

- Räume sind nur dann zu kühlen, wenn die Heizung ausgeschaltet ist.
- Freigabetemperaturen des Heiz- und Kühlbetriebes überprüfen
→ keine Überschneidungen der Temperaturen
- Umschaltpunkt zwischen Free-Cooling und mechanischer Kälte beachten.
- Gegenseitiges Sperren der Erzeugungen, sofern diese nicht für Prozessanlagen benötigt werden



Gleichzeitiges Heizen und Kühlen vermeiden
Quelle: BO-Massnahmenblatt «Kühlen im Winter»

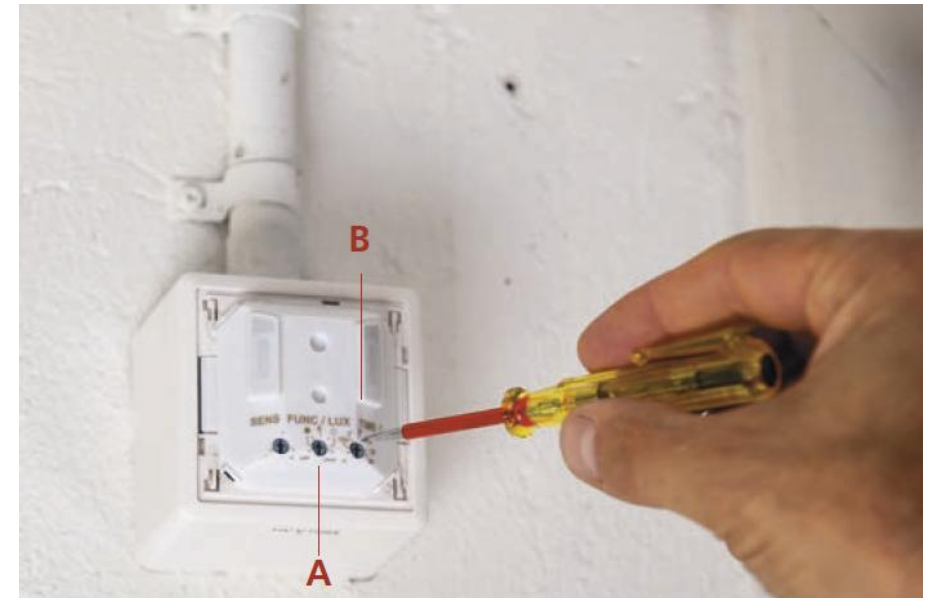
Steuerung Leuchtmittel



Die richtige Einstellung kann Einsparungen von 20 bis 30% bewirken.

Folgendes gilt es zu beachten:

- Tageslicht-Sollwert richtig einstellen
- Nachlaufzeit Präsenzmelder richtig einstellen
- Erfassungsbereich beachten
- Beleuchtungsstärke der Nutzung anpassen



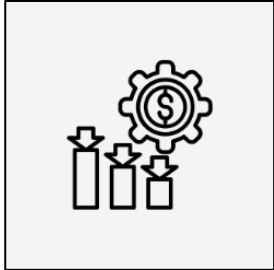
Präsenzmelder und Tageslichtsensor

Quelle: BO-Massnahmenblatt «Tageslichtsensoren, Bewegungs- und Präsenzmelder»

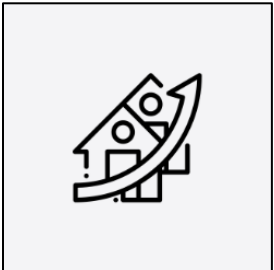
A = Lux-Sollwert am Sensor

B = Nachlaufzeit am Sensor

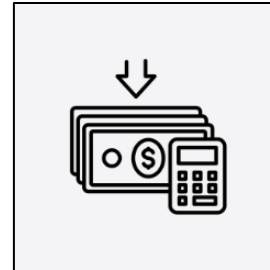
Eine eBO lohnt sich immer



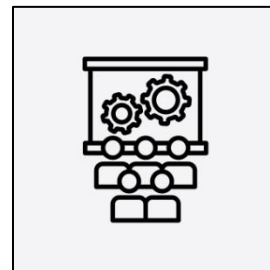
Energiekosten sind wirkungsvoll und unmittelbar gesenkt



Die Grundlage für Ersatzmassnahmen oder zukünftige Arealanpassungen ist geschaffen



Die Investitionskosten für Ersatzmassnahmen werden gesenkt



Die Mitarbeitenden auf den Anlagen sind bezüglich eines energieeffizienten Betriebs geschult

Ich wünsche Ihnen **viel Spass** bei der
Umsetzung der eBO und **grosse**
Energieeinsparungen.

Maurin Spiess

Senior-Projektleiter | Stv. Teamleitung
spiess@lemonconsult.ch
+41 71 226 65 22

Zürich

Lemon Consult AG
Sumatrastrasse 10
8006 Zürich

Basel

Lemon Consult AG
Hochstrasse 31
4053 Basel

St. Gallen

Lemon Consult AG
St. Leonhard-Strasse 45
9000 St. Gallen



