

Grundlagen für die Betriebsoptimierung von komplexen Anlagen (BOk)



Experten

J.-M. Chuard, Enerconom AG, Bern

Dr. A. Jaecklin, Gerling Consulting Gruppe AG, Zürich

H. Jöri, Institut für Angewandte Psychologie (IAP), Zürich

R. Messmer, K.M. Kommunikation und Marketing, Winterthur

H.P. Nützi, Bundesamt für Energie BFE, Bern

V. Prochaska, Axima Refrigeration AG, Winterthur

E. Schadegg, Gruenberg & Partner AG, Zürich

Prof. Dr. H.R. Schalcher, Dr. H.R. Schalcher Beratende Ingenieure, Zürich

Überarbeitung 2. Auflage

J.-M. Chuard, Enerconom AG, Bern

Bern, Oktober 2002

© Bundesamt für Energie
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt.

EnergieSchweiz

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen – Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 – office@bfe.admin.ch – www.energie-schweiz.ch

BBL-EDMZ Bestellnummer 805.220.1 d

Inhaltsverzeichnis

1.	Grundlagen	4
1.1	Definition Betriebsoptimierung von komplexen Anlagen (BOK)	4
1.2	Anforderungen an optimierte Anlagen	4
1.3	Die Beteiligten	5
1.4	BOK-relevante Aktivitäten	5
1.5	Abgrenzung	6
1.5.1	Lebenszyklus	6
1.5.2	Betroffene technische Einrichtungen	7
1.5.3	Gebäudetypen	7
1.5.4	Abgrenzung zur Inbetriebsetzung	7
1.6	Der Weg von der Installation zur BOK	8
1.6.1	Instandsetzung	8
1.7	Wirtschaftlichkeit	8
2.	Systematik BOK-Ablauf	9
2.1	Voraussetzungen für die BOK	9
2.2	Einstieg in die BOK	9
3.	Massnahmenkatalog	12
4.	Massnahmen pro Fachgebiet	14

1. Grundlagen

1.1 Definition Betriebsoptimierung von komplexen Anlagen (BOK)

Mit Betriebsoptimierung von komplexen Anlagen (in der Folge mit BOK bezeichnet) werden alle Handlungen und Massnahmen im Lebenszyklus einer haustechnischen Anlage verstanden, die zum Ziel haben, diese Anlagen mit einem minimalen Ressourceneinsatz unter Berücksichtigung der jeweiligen Wirtschaftlichkeit zu betreiben. Dabei sind die vereinbarten (garantierten) Bedingungen einzuhalten.

1.2 Anforderungen an optimierte Anlagen

Die BOK hat zum Ziel, ein optimales Erfüllen der verschiedensten Anforderungen des Eigentümers, des Betreibers, des Benutzers und der Gesellschaft sicher zu stellen. Im Vordergrund stehen dabei

- der möglichst schonende Umgang mit unseren Ressourcen (Energie und Umwelt)
- die Betriebskosten der Anlagen möglichst tief zu halten.

Die Anforderungen an optimierte Anlagen manifestieren sich in Form von Zielen und Rahmenbedingungen, welche in der Regel für den ganzen Lebenszyklus einer Anlage gelten. Die Rahmenbedingungen werden durch gesetzlich vorgeschriebene Grenzwerte oder durch Vorgaben des Kunden festgelegt.

Ziele sind als Stossrichtungen im Sinne von offenen Anforderungen zu verstehen. Die in der Beilage 1 dargestellte Liste von Zielen und zugehörigen Zielkriterien soll einen umfassenden Überblick über die denkbaren offenen Anforderungen an optimierte Anlagen im Betrieb vermitteln. Dabei werden die vier Zielbereiche Funktion, Kosten, Energie und Umwelt unterschieden. Diese Aufzählung und Umschreibung der relevanten Zielkriterien soll den verantwortlichen Fachleuten als Hinweis dienen, welche Aspekte bei der Betriebsoptimierung von Haustechnikanlagen in der jeweiligen Lebensphase der Anlage von Bedeutung sein können und zu beachten sind.

Selbstverständlich können nicht sämtliche Zielkriterien gleichzeitig maximal erfüllt werden, da die einzelnen Kriterien nicht unabhängig voneinander sind und oft in Konkurrenz stehen. Es ist deshalb unumgänglich, dass die verschiedenen Ziele im konkreten Einzelfall ihrer Bedeutung entsprechend gewichtet werden.

1.3 Die Beteiligten

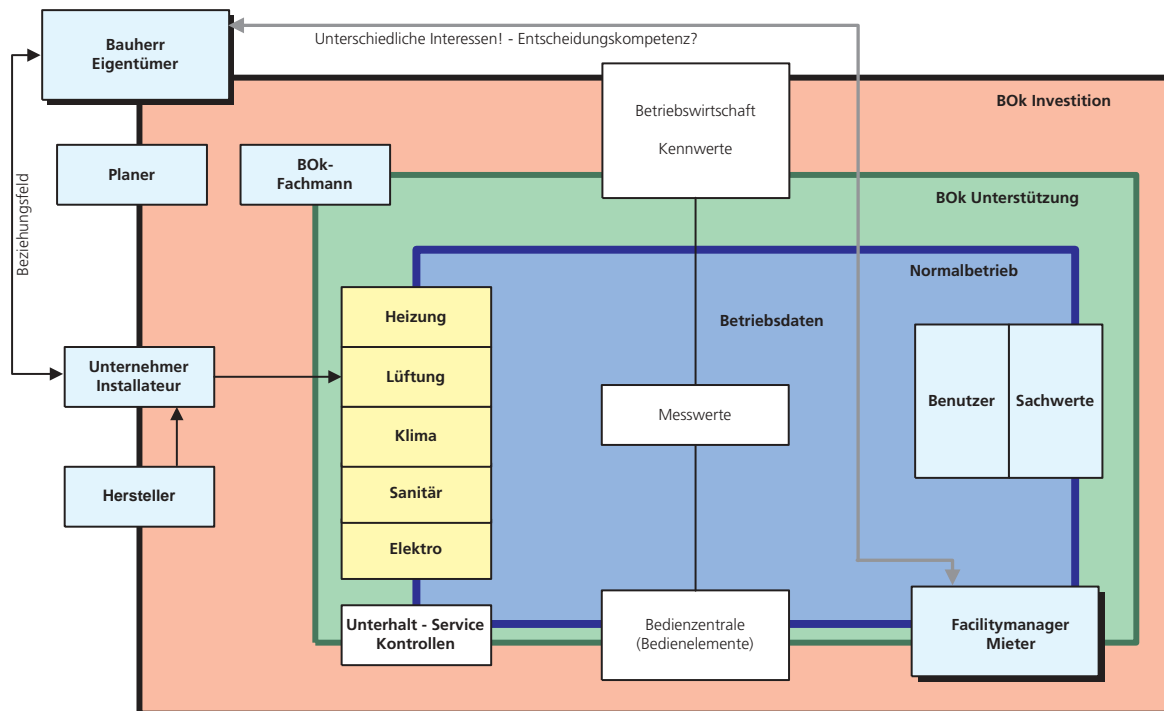


Abbildung 1: Das 3-Ebenen BOK-Modell zeigt die verknüpften Interessenkreise sowie die für den BO-Prozess relevanten Kreisläufe.

Legende:

innerer Kreis:	Normalbetrieb / Facility Management
mittlerer Kreis:	BOK Unterstützung / Facility Services
äußerer Kreis:	BOK mit Investitionen

1.4 BOK-relevante Aktivitäten

Die folgenden Aktivitäten sind bei der Durchführung der BOK relevant:

- | | | |
|----------------|---|--|
| Wartung | → | Bewahren des Sollwertzustandes mit u.a. |
| | | – Kontrolle |
| | | – Reinigung |
| | | – Ersatz |
| Inspektion | → | Feststellen und Beurteilen des Ist-Zustandes durch |
| | | – Prüfen |
| | | – Messen |
| | | – Beurteilen |
| Instandsetzung | → | Wiederherstellen des Sollzustandes |

Mit der Thematik betreffend Betrieb, Unterhalt, Erneuerung bzw. Optimierung von Haustechnikanlagen befassen sich verschiedene Normen bzw. Richtlinien. Leider widersprechen sich diese in Begriffsdefinitionen und Zuordnungen. Es ist nicht Ziel dieses Dokumentes, eine Vereinheitlichung in diesem Bereich zu schaffen.

Zu den wichtigsten Grundlagen gehören:

- SN 113 001 / -1 / -2 / -3 / -4 Anlagen-Instandhaltung
- SWKI Richtlinie 95-2 Instandhaltung Lüftungstechnischer Anlagen
- SIA 469 Erhaltung von Bauwerken
- EN 12170 Heizungsanlagen in Gebäuden
- DIN 31051 Betriebs-, Wartungs- und Bedienungsanleitungen
- VDMA 24176 Instandhaltung
- VDI 3801 Begriffe und Massnahmen
- Inspektion von lufttechnischen und anderen
- technischen Ausrüstungen in Gebäuden
- Betreiben von raumlufttechnischen Anlagen.

1.5 Abgrenzung

1.5.1 Lebenszyklus

Jede Haustechnikanlage ist einem Lebenszyklus unterworfen. Dieser lässt sich in die

- Phase 1 = Neubau, Erstellung
- Phase 2+4 = Betrieb
- Phase 3 = Erneuerung
- Phase 5 = Rückbau

unterteilen. Nach der Phase 3 wiederholen sich die Phasen Betrieb und Erneuerung bis zum Abbruch.

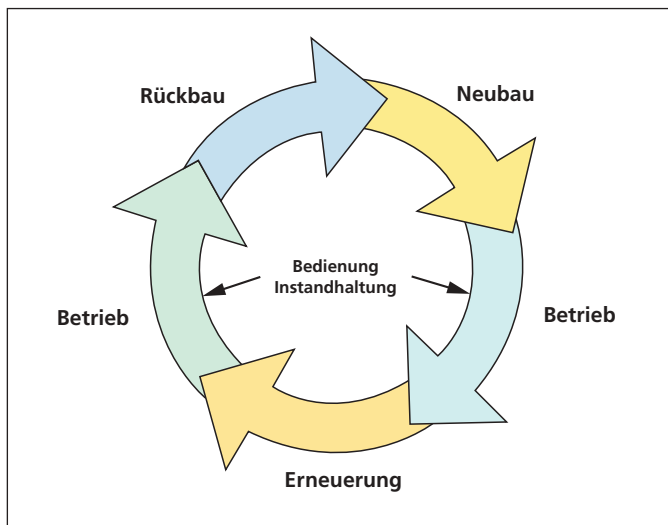


Abbildung 2: Lebenszyklus haustechnischer Anlagen

Wie gut eine Anlage optimiert werden kann, entscheidet sich in den Phasen Neubau, bzw. Erneuerung (Bedienung, Bedienoberfläche, Messkonzept, Dokumentation). Wie gut eine Anlage optimiert worden ist, entscheidet sich in der Phase 2.

In diesem Dokument werden behandelt:

- Prozesse im Bereich Betrieb und Wartung
- Prozesse zur Erhöhung der Energieeffizienz

Nicht behandelt werden:

- Prozesse der Planung, Inbetriebsetzung und Abnahme bei Neuanlagen und Anlagenersatz
- Prozesse im Bereich Wartung, Störungsbehebung und Reparatur
- Aufnahme und Erheben von Kenndaten
- Allgemeine Anlagenbeurteilung ausserhalb des BO-Bereiches (z.B. Anlagenwert, Korrosion)
- Produktionsprozesse

1.5.2 Betroffene technische Einrichtungen

Die BOK betrifft folgenden Haustechnikanlagen:

- Heizungsanlagen
- Klima- und Lüftungsanlagen
- Kälte- und Wärmepumpenanlagen
- Sanitäreanlagen
- Elektroanlagen
- MSR-Anlagen

1.5.3 Gebäudetypen

Im Vordergrund stehen Bauten mit komplexen Haustechnikanlagen wie z.B.:

- Grössere Wohnbauten, bzw. Siedlungen
- Büro- und Verwaltungsbauten
- Grosse Schulanlagen
- Verkaufszentren und Warenhäuser
- Hotel-, Gastronomie- und Tourismusbauten
- Spitäler
- Industrie- und Gewerbebauten
- Wärme- und Kälteversorgung für Prozessanlagen
- Sportanlagen

1.5.4 Abgrenzung zur Inbetriebsetzung

Die Inbetriebsetzung einer komplexen Anlage beginnt immer mit der Anlage selbst (im Rahmen des Werkvertrages). Die Vernetzung aller Systeme im Gebäude, inkl. deren Schnittstellen in der gesamten Haustechnik, kann erst erfolgen, wenn die Inbetriebsetzung der einzelnen Anlagen abgeschlossen ist. Ein gesamtheitlicher (integraler) Abgleich zwischen den Anlagen und dem Benutzer wird meistens mangels entsprechender Auftragserteilung nicht richtig vorgenommen. Diese Position, wie auch die Organisation und Durchführung von integrierten Tests der Vernetzung der Systeme, trägt wesentlich zur Qualitätssicherung in der Haustechnik und zum energieeffizienten Betrieb des gesamten Gebäudes bei.

Die BOK setzt voraus, dass die Inbetriebsetzung, Abnahme und Mängelbehebung an den einzelnen Anlagen vollständig und richtig durchgeführt wurden. Die Überprüfung des Energieverbrauchs kann erst vorgenommen werden, wenn Ergebnisse über eine Periode von mindestens einem Jahr vorliegen. Die effektiven Verbrauchswerte bilden die Grundlage für einen SOLL-IST Vergleich, bzw. für die Bewertung der Systemqualität. Je nach Ergebnis oder Abweichung von der Zielvorgabe kann das Bedürfnis oder das Potenzial für eine Betriebsoptimierung gegeben sein.

1.6 Der Weg von der Installation zur BOK

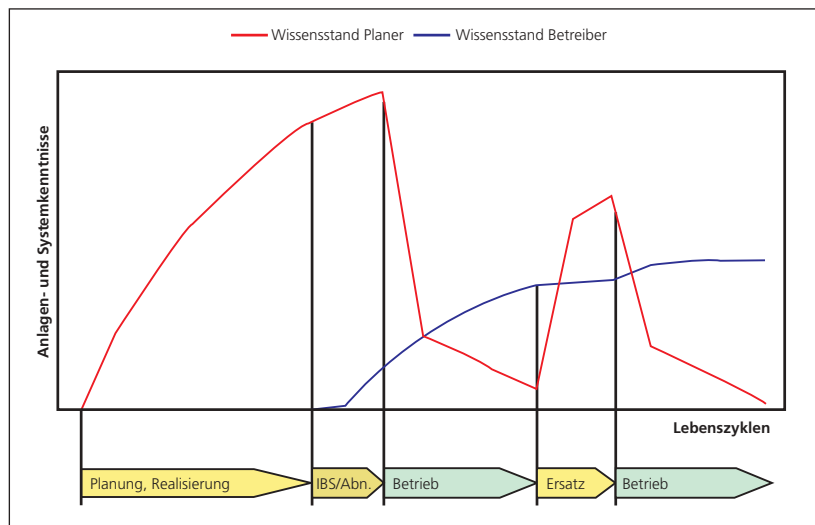


Abbildung 3: Anlagen und Systemkenntnisse (Wissensstand) im Lebenszyklus einer Anlage

1.6.1 Instandsetzung

Verbesserungen an Haustechnikanlagen, welche eine umfassende Erneuerung von Anlagenkomponenten oder von ganzen Teilen des Anlagensystems erfordern, sind nicht Teil der Betriebsoptimierung an sich, sondern fallen in den Bereich von Instandsetzung/Unterhalt. Die Umsetzung von BOK-Massnahmen soll grundsätzlich im Rahmen wirtschaftlich und ökologisch vertretbarer Grenzen angestrebt werden.

Verbesserungen bzw. ein Ersatz von Anlagenteilen im Rahmen einer Sanierung, sollen immer unter Berücksichtigung Informationen aus der BOK erfolgen. Damit können in der Regel bedeutende Einsparungen im Energieverbrauch erzielt werden.

1.7 Wirtschaftlichkeit

Jede neue komplexe Haustechnikinstallation ist ein Unikat. Während der Projektierung wurden diverse Annahmen bezüglich der späteren Nutzung getroffen. Nach der Fertigstellung einer neuen Anlage erfolgt die Inbetriebsetzung, welche jedoch nicht garantiert, dass die ganze Anlage optimal betrieben wird, bzw. betrieben werden kann. Es kommt hinzu, dass erst nach der Betriebsaufnahme das effektive Benutzerverhalten wirksam wird. In der Regel sind dann Anpassungen im Sinne von Feinabstimmung der Anlagen im Betrieb erforderlich.

Der Sinn und Zweck der BOK ist, den Nutzen der getätigten Investition zu erhöhen und gleichzeitig die Betriebskosten zu senken.

Richtig eingeleitete Optimierungsmassnahmen sind in der Regel für den Kunden attraktiv. Die Amortisationszeiten für ausgewählte Massnahmen können durchaus im Bereich von 1-3 Jahren liegen. Neben dem direkten finanziellen Gewinn sprechen folgende Argumente für die Durchführung einer Optimierung:

- Nutzen für die Umwelt durch Reduktion des Energieverbrauches
- Erhöhen der Lebensdauer der Anlage
- Durch das Erhöhen der Lebensdauer wird die Notwendigkeit von Ersatzinvestitionen hinausgeschoben.

Diverse Beispiele aus der Praxis zeigen, dass eine richtig durchgeführte BOK für den Kunden eine wirtschaftlich interessante Option darstellt. Dabei hat der Auftraggeber die Freiheit, die Höhe und den Realisierungszeitplan der Investition selber zu bestimmen. Dieser Entscheid bestimmt somit direkt den Umfang und die Bearbeitungsmethodik der BOK. Der Entscheid des Auftraggebers soll daher immer von einer Risikobeurteilung ausgehen, in welcher er bestimmt, welches Risiko er eingehen will, dass seine Anlage allenfalls nicht im optimalen Punkt betrieben wird und damit nicht die optimierte Energieeffizienz aufweist, bzw. insgesamt entsprechend höhere Betriebskosten resultieren.

2. Systematik BOK-Ablauf

2.1 Voraussetzungen für die BOK

Um eine BOK durchführen zu können, müssen folgende Grundvoraussetzungen erfüllt sein:

- Die wesentlichen Probleme mit der Funktionalität der Anlage sind gelöst
- Das Anlagenkonzept ist übersichtlich dargestellt (Schemata, Grundlagen)
- Die Dokumentation liegt vollständig vor
- Service und Unterhalt laufen problemlos (Serviceablauf und Zuständigkeiten sind geregelt)
- Der Energieverbrauch für alle Energieträger wird erfasst (Energiekennzahlen für den Vergleich mit ähnlichen Gebäuden sind vorliegend).

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, kann die BOK gemäss Ablaufschema auf den nächsten zwei Seiten erfolgen.

2.2 Einstieg in die BOK

Erfahrungen bei der Umsetzung der BOK haben gezeigt, dass der sogenannte "sanfte Einstieg" am ehesten zum Erfolg führt. Dieser ist ausgerichtet auf die Risikobereitschaft und den Entscheidungsspielraum des technisch Verantwortlichen.

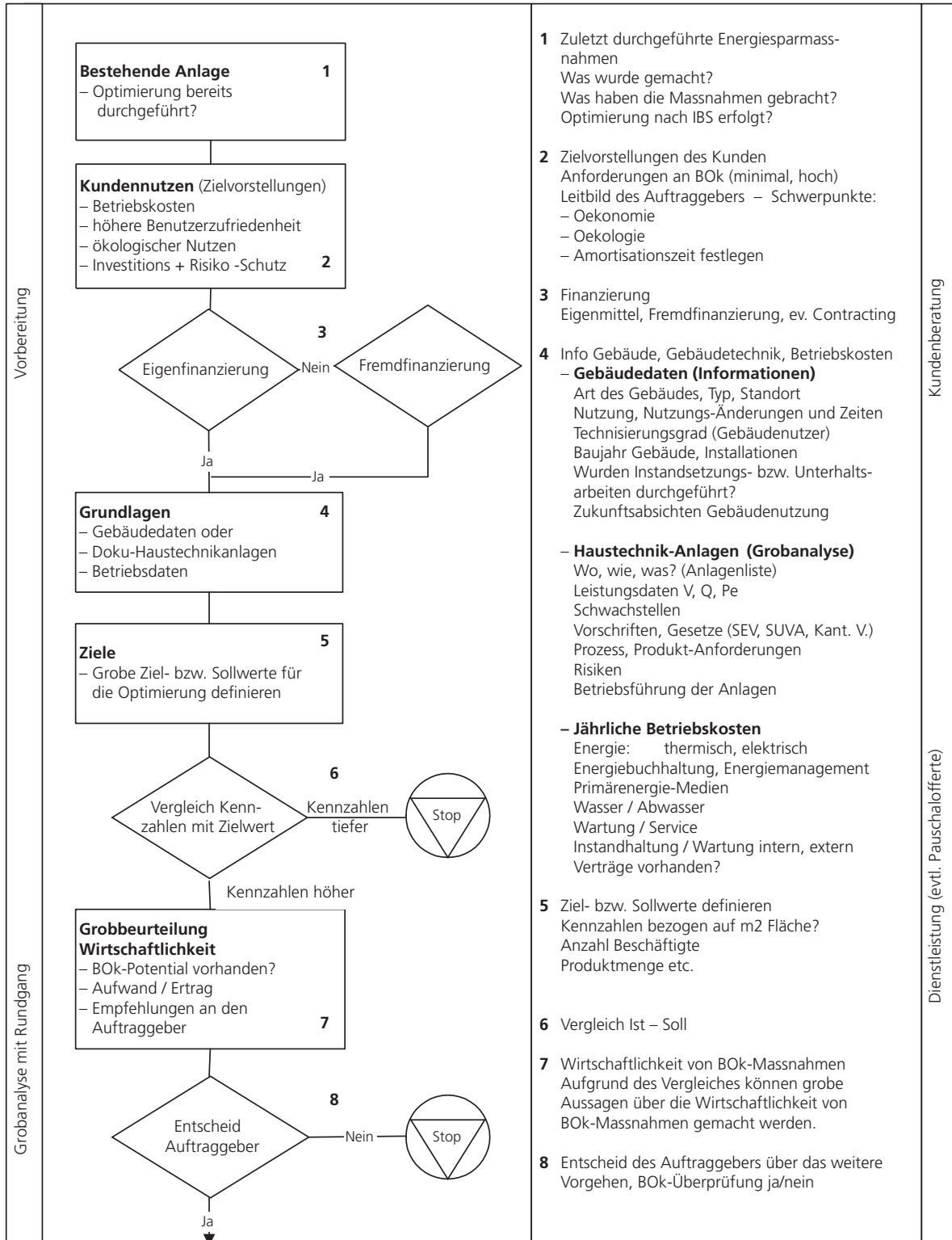
Ziel des "sanften Einstiegs" ist, dem Technischen Leiter bei der Lösung anstehender Probleme zu helfen und geeignete Optimierungsmassnahmen vorzuschlagen. Die Initialkosten für Beratung und Realisierung der ersten Massnahmen (mit Priorität betrieblicher Art) sollen sich in dieser Strategie innerhalb eines Jahres amortisieren. Die Entscheidungskompetenz in dieser Phase muss beim Technischen Leiter liegen.

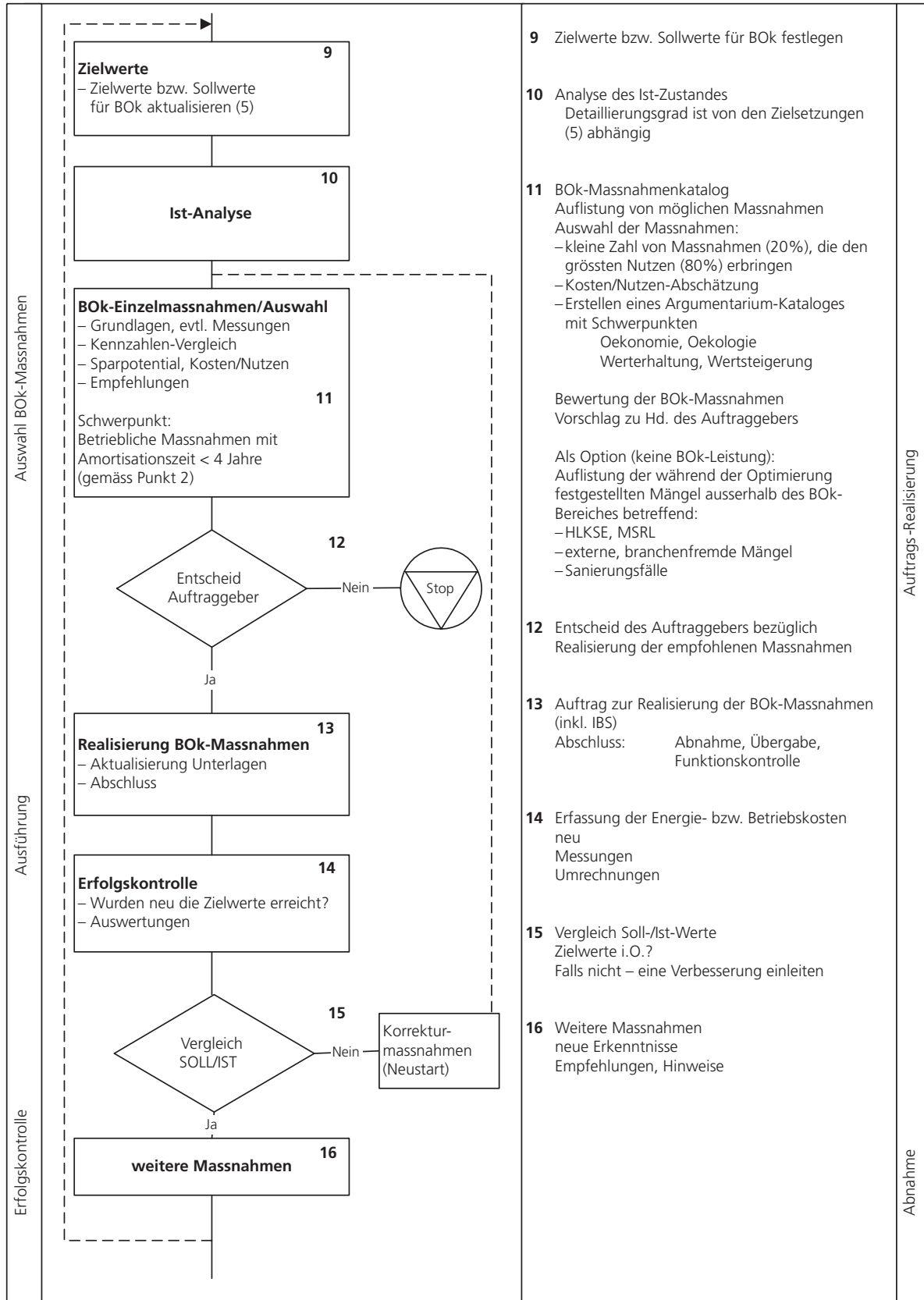
Mögliche Ansätze:

- Begehen der Anlage durch den BOK-Spezialisten mit dem zuständigen Betriebspersonal (mit vorbereitetem Fragekatalog). Suche nach Schwachstellen und Aussprache mit den Benutzern
- Lösungen zu dringenden Problemen im Ansatz aufzeigen
- Statistik des Energieverbrauchs zusammentragen, ermitteln der Energiekennzahlen
- Energieverbrauch beurteilen und Vergleich mit ähnlichen Objekten (Wärme-, Kälte-, Elektrizitäts- und Wasserverbrauch)
- Grobe Konzeptüberprüfung
- Überprüfen der Energietarife
- Betriebliche Massnahmen sofort umsetzen (insbesondere mit "++++" bewertete Massnahmen gemäss der nachfolgenden Aufstellung)
- Einfache Massnahmen sofort umsetzen
- Offensichtliche Sparpotenziale aufzeigen.



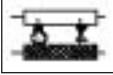

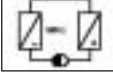

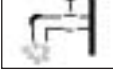


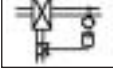
Systematik bei der Betriebsoptimierung an haustechnischen Anlagen

Grundsatz: Eine BOK ist ein schrittweises Vorgehen mit rollender Evaluation und Umsetzung von Einzelmassnahmen
 Der aufgezeichnete Ablauf stellt eine mögliche Lösung dar





3. Massnahmenkatalog

1	Bedarf, Benutzer	
2	Heizungsanlagen	
3	Kälteanlagen	
4	Wärmepumpen	
5	Spezialanlagen (WRG, ...)	
6	Lufttechnische Anlagen	
7	Sanitäranlagen	
8	Elektroanlagen	
9	Vernetzte Systeme	
10	MSRL	

Erläuterungen zum Massnahmenkatalog

Generell gilt für alle Fachleute:

Zuerst die Anforderungen und Bedarfsgrössen kritisch überprüfen und hinterfragen. Die Soll-Kriterien der Anlage, die Betriebszeiten und Betriebsart sind neu festzulegen.

Es ist empfehlenswert, vor allfälligen Unterhalts- und Sanierungsarbeiten mögliche Betriebsoptimierungsmassnahmen abzuwägen. Zu ersetzende Geräte werden oft unter Zeitdruck, meist durch ein möglichst identisches Modell ersetzt. Die Chance auf ein optimales Gerät zu wechseln, wird damit verpasst.

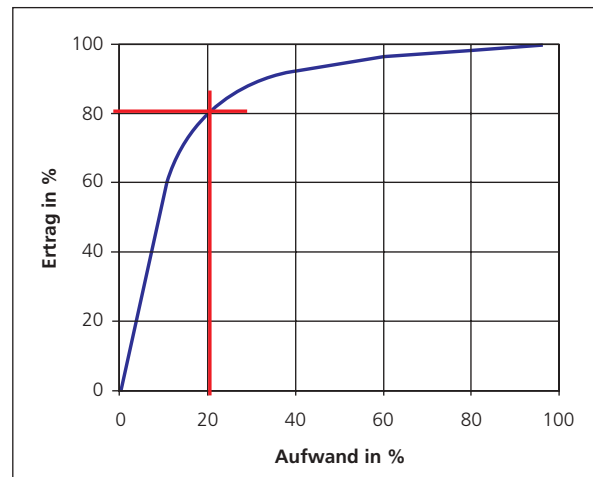
Jedes Kapitel soll autonom sein. Im Dokument entstehen somit Wiederholungen.

Massnahmenauswahl:

Ziel der Optimierung ist es, mit 20% der Massnahmen 80% der möglichen Einsparungen zu erzielen. Das im Massnahmenkatalog aufgeführte Sparpotenzial muss als eine relative Grösse betrachtet werden. Die absolute Grösse ist vom System, Betrieb und von der Nutzung abhängig.

Legende Sparpotenzial:

- + klein
- ++ mittel
- +++ gross
- ++++ sehr gross
(erste Priorität)



4. Massnahmen pro Fachgebiet

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
1.	Bedarf (hinterfragen)			
1.1	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> → Raumluftwerte der Nutzung anpassen → Benutzer periodisch zum selbständigen, umweltgerechten Handeln auffordern → Schulung/Weiterbildung des technischen Personals 	<p>+++ ++ ++</p>	
1.2	Verhalten	<ul style="list-style-type: none"> → Information an Benutzer über richtiges Bedienen von Thermostatventilen, Regelkomponenten (z.B. Heizkurve) → Storen nach Aussenverhältnissen öffnen/schliessen, Beleuchtung abschalten (auch an Wochenenden) → Tageslichtnutzung optimieren → Bei laufender Klimaanlage Fenster schliessen, eventuell Anlage über Fensterkontakt abstellen → Geräte bei Nichtbedarf abschalten → Jahreszeitlich angepasste Bekleidung → Selbstverantwortliche Bedienung fördern (Einzelbüro) → Information über die aktuellen Energiekosten (Benutzer für das Energiesparen sensibilisieren) 	<p>+++ +++ ++ +++ +++ + + +++</p>	
1.3	Behaglichkeitsbedürfnisse	<ul style="list-style-type: none"> → Behaglichkeit, Temperatur und Feuchte-Sollwerte (Sommer/Winter) → Kühlung → Heizung → Mechanische Lüftung / Luftwechsel → Nutzungszeiten → Immissionen und Emissionen (Luftqualität, Schall) 	<p>++++ ++ ++ ++ ++++ +</p>	
1.4	Anlagenbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> → Betriebszeiten → Leistungen hinterfragen (Kühl-, Heizlast) → Statische Heizung bei tieferen Temp. evtl. abschalten → Systemeffizienz überprüfen (Wirkungsgrade) → Richtige Unterhalt und Wartung der Anlagen 	<p>++++ ++ ++ + ++</p>	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
1.5	Prozessbedürfnisse	<ul style="list-style-type: none"> → Temperatur-Sollwerte (Sommer/Winter-Werte) → Feuchte-Sollwerte (Sommer/Winter-Werte) → Kühlung → Heizung → Luftwechsel → Schadstoffgehalt (MAK Grenzwerte) → Nutzungszeiten → Druckverhältnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ++++ ++++ ++ ++ ++ + ++++ + 	
1.6	Energiebuchhaltung	<ul style="list-style-type: none"> → Energiebuchhaltung (Verbrauch, Statistiken) führen und auswerten 	++++	
1.7	Betriebsorganisatorisch	<ul style="list-style-type: none"> → Nutzungsänderungen berücksichtigen → Prozessänderungen berücksichtigen → Organisatorische Änderungen einleiten, bzw. berücksichtigen 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ ++ 	
1.8	Gesetze, Vorschriften, Richtlinien	<ul style="list-style-type: none"> → MAK-Werte → Spezifische Luftrate → Luftqualität, Luftreinheit, Luftfeuchte → LRV → Gesetze und Normen einhalten → Richtlinien, Empfehlungen beachten → Installierte Leistung pro m² 		
2.	Heizungsanlagen			
2.1	Allgemein			
2.1.1	Instruktion an Betreiber und Benutzer	<ul style="list-style-type: none"> → Funktion erklären und Anlagedokumente bereitstellen 	+++	
2.1.2	Bedarf minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Systemtemperatur-Sollwerte / Heizgrenze überprüfen → Gesamtwärmebedarf überprüfen (Sollwerte Benutzer + Anlagenseite) → Unnötige Verbraucher abstellen → Verbrauch durch Einbau von Ventilen reduzieren 	<ul style="list-style-type: none"> ++++ ++ ++++ ++ 	
2.1.3	Kennwerte / Vergleichswerte	<ul style="list-style-type: none"> → Jahresnutzungsgrad ermitteln → Bemessungskontrolle mit Hilfe des Jahresenergieverbrauchs oder der jährlichen Brennerlaufzeit 	<ul style="list-style-type: none"> + + 	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
2.1.4	Betriebszeiten optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Raumtemperatur absenken Tages-/Nacht-, Wochenendbetrieb → Zweitkessel in Übergangszeit ausschalten → Nutzungszeiten bei Zeitschaltfunktionen berücksichtigen 	<p>+++ +++ ++</p>	
2.1.5	Steuer- und Regelfunktionen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Sollwerte und Funktionen kontrollieren und dem effektiven Bedarf anpassen (Heizkurve, Absenkung Freizeit- und Ferienprogramme, Heizgrenze, Speicherbewirtschaftung, Folgeschaltungen, gleichzeitiges Heizen und Kühlen vermeiden) → Kesseltemperaturabsenkung prüfen → In Übergangszeit nachts Pumpen ausschalten → Speicherbetrieb / Funktion prüfen → Schaltdifferenz am Kessel vergrössern → Schaltzyklen überprüfen → Absenkungsdifferenz optimieren (K) 	<p>++++ ++ ++ +++ ++</p>	
<p>2.2 2.2.1</p>	<p>Hydraulik Massenstrom minimieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Hydraulischen Abgleich überprüfen (Schwachstelle) → Aktuelle Temperaturdifferenz über Verbraucher messen und nach Möglichkeit vergrössern → Temperaturen anpassen (tiefstmögliche Vorlauftemperaturen durch Versuch ermitteln) → Druckverlust von Umformern und Verbrauchern überprüfen, Kontrollblatt führen, Verschmutzungsgrad feststellen, Δp messen → Pumpendimensionierung überprüfen (evtl. kleinere Stufe wählen) → Bei konstantem Massenstrom Umrüstung auf variablen Massenstrom prüfen → Anlage auf Leckverluste kontrollieren → Bei Mehrkesselanlagen Teilstrom unterbrechen (abgestellte Kessel ohne Zirkulation) → Speicherschaltung und Funktion prüfen → Schwerkraft- und Fehlzirkulation unterbinden 	<p>++ ++ ++ +++ ++ ++ + ++ ++ +</p>	
<p>2.3 2.3.1</p>	<p>Feuerung Brenner</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Brennerleistung (Düse, Impulse, Laufzeiten) anpassen → Verbrennung richtig einstellen (Brennerservicerapport kontrollieren) → Heizraumbelüftung: Frischluftzufuhr optimieren (Luftmengen, Luftführung) 	<p>++ +++ +</p>	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
2.3.2	Abgastemperatur überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Überwachung der Verrussung bei ölbefeuerten Kesseln (1 mm Russschicht → Erhöhung der Abgastemperatur um 20–50 K → Erhöhung der Abgasverluste um 1–3 %) → Feuerungstechnischer Wirkungsgrad ermitteln (überprüfen) → Abgaswerte nach LRV überprüfen 	<ul style="list-style-type: none"> +++ +++ ++ 	
2.4	Wärmeerzeugung			
2.4.1	Heizkessel	<ul style="list-style-type: none"> → Kessel regelmässig reinigen → Kessel auf Bedarfsbetrieb umstellen (Vorschriften des Lieferanten beachten) → Zu grosse Feuerräume ausschamottieren → Bei Mehrkesselanlagen möglichst wenige Kessel in Betrieb halten 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ + +++ 	
2.4.2	Abgastemperatur senken	<ul style="list-style-type: none"> → Tiefstmögliche Werte durch Versuche ermitteln (zu beachten: Kesselkonstruktion, Kamin, Kesselleistung, Anfahrverhalten) → Turbulatoren im Kessel einbauen (keine Leistungsreduktion) → Bei Kondensationskessel möglichst tiefe Eintrittstemperatur anstreben 	<ul style="list-style-type: none"> ++ + + 	
2.5	Wärmedämmung	<ul style="list-style-type: none"> → Wärmedämmung an Installationen inkl. Rohrleitungen überprüfen und Anlageteile ohne Dämmung nachdämmen → Dämmstärke mit zusätzlicher Dämmung erhöhen (Leitungen, Apparate, Armaturen) → Kessel nachisolieren → Wärme- und Schalldämmhaube über den Brenner 	<ul style="list-style-type: none"> +++ ++ ++ + 	
3.	Kälteanlagen			
3.1	Allgemein			
3.1.1	Instruktion an Betreiber und Benutzer	<ul style="list-style-type: none"> → Funktion erklären und Anlagedokumente bereitstellen 	<ul style="list-style-type: none"> + 	
3.1.2	Bedarf minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Verbrauch überprüfen, unnötige Verbraucher abstellen → Bedarf bei tieferen Aussentemperaturen überprüfen (Kühlgrenze) → Kältebedarf Klimaanlage mittels adiabatischer Kühlung (Luftwäscher) reduzieren, d.h. Feuchtesollwert nach AT schieben 	<ul style="list-style-type: none"> ++++ ++ ++ 	
3.1.3	Kennwerte	<ul style="list-style-type: none"> → Ermittlung der Jahresarbeitszahl (Berechnung + Messung) 	<ul style="list-style-type: none"> + 	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
3.1.4	Betriebszeiten überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Betriebszeiten Kälteanlage auf das Bedürfnis der Kälteverbraucher (absolutes Minimum) anpassen / Schaltuhr anpassen → Tarifsituation EW überprüfen → Speicherladung nach Lastsituation (AT) anpassen 	<p style="text-align: center;">++++ ++ ++</p>	
3.1.5	Steuer- und Regelfunktionen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Sollwerte / Soll-Funktionen überprüfen, evtl. dem effektiven Bedarf anpassen (kein Hochmischen) → Steuerfunktion "Freigabe Kälteanlage" überprüfen. Freigabe über AT-Wert, "Schaltwert" höher wählen → Speicherbewirtschaftung / Hydraulikfunktion prüfen → Regulierung auf dynamisches Verhalten überprüfen 	<p style="text-align: center;">++++ ++++ ++ ++</p>	
3.1.6	Massenströme minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturdifferenz über Verbraucher messen, nach Möglichkeit vergrössern, d.h. > 6K → Verbraucherseitig mit variablem Massenstrom betreiben (Durchgangsventile) → "Hochmischen" hinterfragen, eventuell Verdampfer Temperatur anheben (Wirkungsgrad, Leistungsziffer) → Wirkungsgrad, Leistungsziffer überprüfen 	<p style="text-align: center;">++ ++ ++++ +++</p>	
3.1.7	Gewerbliche Kälteanlage	<ul style="list-style-type: none"> → Abwärmenutzung für Brauchwarmwasser-Erwärmung unbedingt prüfen 	<p style="text-align: center;">+++</p>	
3.2 Verdampfer				
3.2.1	Kaltwassertemperatur anpassen	<ul style="list-style-type: none"> → Möglichst hohe Temperaturen anstreben → Schiebung der Soll-Werte, d.h. Schiebung für unterschiedliche Betriebsweise wie Sommer / Winter 	<p style="text-align: center;">++++ ++++</p>	
3.2.2	Verdampfungstemperatur überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Möglichst kleine Temperaturdifferenz zwischen Kälteträger und Verdampfungstemperatur anstreben 	<p style="text-align: center;">+</p>	
3.2.3	Wasserseitigen Druckverlust überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Massenstrom und Verschmutzungsfaktor während des Betriebs kontrollieren 	<p style="text-align: center;">+</p>	
3.2.4	Kälteträgerpumpe überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Dimensionierung überprüfen, evtl. kleine Stufe wählen → Speicherbewirtschaftung prüfen 	<p style="text-align: center;">+ ++</p>	
3.2.5	Abtauung des Verdampfers prüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Energieaufwand zur Abtauung des Verdampfers? 	<p style="text-align: center;">+++</p>	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
3.3	Verdichter			
3.3.1	Leistungszahl beachten	→ Besonders im Teillastbetrieb überprüfen	+	
3.3.2	Gesamtwirkungsgrad optimieren	→ Falls möglich auf Heissgas-Bypass verzichten → Ein-/ Ausschalthäufigkeit überprüfen → Abstufung der Leistungsregulierung überprüfen, eventuell kleine Laststufen sperren → Regulierung / Funktion des Expansionsventils kontrollieren → Einbau eines Expansionsventils mit elektronischer Regulierung prüfen	+++ + + ++ +++	
3.4	Verflüssiger (wassergekühlt)			
3.4.1	Austrittstemperatur überprüfen	→ Möglichst kleine Temperaturdifferenz zwischen Austritt Verflüssiger und Verflüssigungstemperatur anstreben → Möglichst tiefe Verflüssigungstemperatur anstreben → Kälteanlage mit variablen Verflüssigungsdrücken betreiben (falls machbar)	++ ++	
3.4.2	Wasserseitigen Druckverlust überprüfen	→ Massenstrom und Verschmutzungsfaktor kontrollieren	++	
3.4.3	Unterkühlung prüfen	→ Kältemittel-Unterkühlung (mit Rückkühlwasser, Luft) überprüfen	++	
3.5	Rückkühlung			
3.5.1	Angepasste Rückkühltemperatur	→ Sollwert Rückkühltemperatur tief wählen → Sollwert Rückkühltemperatur in Abhängigkeit der Aussentemperatur schieben → Eintrittstemperatur am Rückkühler prüfen	++++ ++++ +	
3.5.2	Massenstrom Wärmeträger überprüfen	→ Temperaturdifferenz Vorlauf / Rücklauf überprüfen, Werte > 6K anstreben → Dimensionierung / Stufenwahl der Rückkühlpumpe überprüfen	+ ++	
3.5.3	Wirkungsgrad / Leistungsaufnahme überprüfen	→ Druckverlust wasser- und luftseitig gering halten (reinigen, Filter auswechseln) → Evtl. Temperaturdifferenz Rückkühlung vergrössern (z.B. 7 anstatt 6 K) → Temperatur am Rückkühler-Austritt möglichst tief halten → Verschmutzungsfaktor beachten, bei Bedarf reinigen → Ein-/ Ausschaltwert Bassinheizung überprüfen bzw. richtig einstellen	++ + + + +	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
3.5.4	Abschlämmung überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Parallelschaltung überprüfen, d.h. Stufenschaltung bzw. Parallelbetrieb auf das Verhältnis Aufnahmeleistung zu Rückkühlleistung optimieren (grössere Fläche) → Leistungsregulierung Dunsttürme auf richtige Sequenz prüfen, d.h. 1.) Klappe AUF, 2.) Sprühwasserpumpe EIN, 3.) Ventilator Stufe 1, 4.) Ventilator Stufe 2 → Leistungsregulierung bei Trockenrückkühlung überprüfen, z.B. alle Ventilatoren; zuerst Stufe 1 → Einschaltwert (Temperatur) des Rückkühlventilators überprüfen, evtl. korrigieren Hinweis: RK braucht bis zu 50 % Elektrizität der gesamten Kälteanlage → Funktion der Abschlämmung prüfen, Abschlämm-Menge überprüfen, evtl. korrigieren → Umweltverträglichkeit des Abschlämmmittels überprüfen → Leitwertmessung überprüfen 	<p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p>	
<p>3.6</p> <p>3.6.1</p>	<p>Freie Kühlung</p> <p>Funktion / Leistung überprüfen</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Temperatur Soll-Werte dem effektiven Bedarf anpassen → Wirkungsgrad (Nettoertrag) prüfen → Optimalen Betriebsumschaltungs-Punkt ermitteln und korrigieren → Ökologische Betrachtung – freie Kühlung im Vergleich zu WP-oder WRG Betrieb 	<p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">+++</p>	
<p>3.7</p> <p>3.7.1</p>	<p>WRG</p> <p>Funktion / Bedarf überprüfen</p>	<ul style="list-style-type: none"> → WRG-Betrieb dem effektiven Bedarf/Nutzen anpassen → Speicherfunktion prüfen → Temperaturniveau-Verbraucher auf WRG-Temperaturniveau anpassen → Enthitzer Funktion prüfen (falls vorhanden) 	<p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">++</p>	
<p>3.8</p> <p>3.8.1</p>	<p>Kälteträgernetz</p> <p>Thermische Isolation überprüfen</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Leitungen, Speicher und Armaturen bei Bedarf nachisolieren → Bei ungenügender Isolation (Kondensatbildung) Dämmstärke erhöhen bzw. neue Isolation 	<p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p>	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
3.9 3.9.1 3.9.2 3.9.3 4. 4.1 4.1.1 4.1.2 4.1.3 4.1.4 4.1.5	Hydraulisches System Funktionalität überprüfen Armaturen- und Komponentendimensionierung überprüfen Verteilung siehe auch Kapitel 4 Wärmepumpenanlagen Allgemein Instruktion an Betreiber und Benutzer Bedarf minimieren Kennwerte Betriebszeiten überprüfen Steuer- und Regelfunktionen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Hydraulische Schaltungen auf richtige Funktionalität überprüfen und bei Bedarf korrigieren → Speicherbewirtschaftung prüfen → Dimensionierung mit effektivem Betrieb überprüfen, bei Bedarf anpassen bzw. durch richtige Dimension ersetzen → Pumpenleistung überprüfen bzw. optimieren → Verteilnetz überprüfen und Pumpenleistung dem Bedarf anpassen → Funktion erklären und Anlagedokumente bereitstellen → Verbrauch überprüfen, unnötige Verbraucher abstellen → Systemtemperatur-Sollwerte/Heizgrenze überprüfen → Nicht benutzte Verbraucher abstellen → Ermittlung der Jahresarbeitszahl (Berechnung + Messung) → Betriebszeiten Wärmepumpe auf das Bedürfnis der Verbraucher (absolutes Minimum) anpassen / Schaltuhr anpassen → Sollwerte / Soll-Funktionen überprüfen, evtl. dem effektiven Bedarf anpassen (kein Mischen nach unten) → Steuerfunktion "Freigabe WP-Anlage" überprüfen. Wenn Freigabe über Aussentemperaturwert, "Schaltwert" tiefer wählen → Speicherbewirtschaftung / Hydraulikfunktion prüfen → Speicherbewirtschaftung bezüglich EW-Tarife optimieren 	 ++ + ++ ++ ++ ++ ++++ ++ + ++++ ++ ++ ++ ++++	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
4.1.6	Massenströme minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturdifferenz über Verbraucher messen, nach Möglichkeit vergrössern, d.h. > 6K → Verbraucherseitig mit variablem Massenstrom betreiben (Durchgangsventile) 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ 	
4.2	Verdampfer			
4.2.1	Wärmequelle besser ausnutzen	<ul style="list-style-type: none"> → Möglichst hohe Temperaturen anstreben 	++	
4.2.2	Verdampfungstemperatur überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Möglichst kleine Temperaturdifferenz zwischen Kälte Träger und Verdampfungstemperatur anstreben 	+	
4.2.3	Luftseitigen Druckverlust überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Filteraustausch, Wärmeaustauscher-Reinigung 	++	
4.2.4	Wasserseitigen Druckverlust überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Massenstrom und Verschmutzungsfaktor während des Betriebs kontrollieren 	+	
4.2.5	Kälte Träger kreispumpe überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Dimensionierung überprüfen, evtl. kleine Stufe wählen 	+	
4.2.6	Ventilatorschaltung überprüfen (LWP)	<ul style="list-style-type: none"> → Stufeneinstellung / Drehzahlregelung 	+++	
4.2.7	Funktion Wärmepumpe mit Wärmequelle Luft überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Verdampfer- bzw. Filterverschmutzung prüfen → Abtaubetrieb prüfen → Ventilatorschaltung optimieren → Luftmenge überprüfen → Luftansaugung kontrollieren → Verschmutzung Wetterschutzgitter ? 	<ul style="list-style-type: none"> + +++ +++ 	
4.2.8	Kälte Träger überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Konzentration überprüfen (Viskosität → Energieverbrauch Pumpen) 	++	
4.3	Verdichter			
4.3.1	Leistungsziffer beachten	<ul style="list-style-type: none"> → Besonders im Teillastbetrieb überprüfen 	+	
4.3.2	Gesamtwirkungsgrad optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Falls möglich, auf Heissgas-Bypass verzichten d.h. tiefen Teillastbetrieb vermeiden → Ein-/ Ausschalthäufigkeit überprüfen → Abstufung der Leistungsregulierung überprüfen, evtl. kleine Laststufen sperren 	<ul style="list-style-type: none"> +++ +++ ++ 	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
4.4	Verflüssiger			
4.4.1	Wärmeträgertemperatur anpassen	<ul style="list-style-type: none"> → Einbau Drehzahlregulierung prüfen → Regulierung / Funktion des Expansionsventils kontrollieren → Einbau eines Expansionsventils mit elektronischer Regulierung prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> + ++ +++ 	
4.4.2	Austrittstemperatur überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Möglichst tiefe Temperaturen anstreben → Schiebung der Soll-Werte, d.h. Schiebung für unterschiedliche Betriebsweise wie Sommer / Winter 	<ul style="list-style-type: none"> ++++ ++++ 	
4.4.3	Wasserseitigen Druckverlust überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Möglichst kleine Temperaturdifferenz zwischen Austritt Verflüssiger und Verflüssigungstemperatur anstreben 	<ul style="list-style-type: none"> + 	
4.4.4	Wärmeträger überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Massenstrom und Verschmutzungsfaktor während des Betriebs kontrollieren → Konzentration überprüfen (Viskosität → Energieverbrauch Pumpen) 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ 	
4.5	Verflüssigungstemperatur			
4.5.1	Angepasste Verflüssigungstemperatur	<ul style="list-style-type: none"> → Sollwert Verflüssigungstemperatur tief wählen → Sollwert Verflüssigungstemperatur in Abhängigkeit der Aussentemperatur schieben → Prüfung der minimalen Temperaturen für die einzelnen Verbrauchergruppen, evtl. Herabsetzen der Verflüssigungstemperatur 	<ul style="list-style-type: none"> +++ +++ ++ 	
4.5.2	Wärmeträger-Massenstrom überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturdifferenz Vorlauf / Rücklauf überprüfen, Werte >9K anstreben → Dimensionierung Pumpe überprüfen 	<ul style="list-style-type: none"> + + 	
4.6	Wärmeabgabe			
4.6.1	Wirkungsgrad / Leistungsaufnahme überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Evtl. Temperaturdifferenz vergrössern (z.B. 12 anstatt 10 K) → Druckverlust wasser- und luftseitig gering halten (reinigen, Filter wechseln) → Massenstrom und Verschmutzungsfaktor während des Betriebs kontrollieren → Parallelschaltung überprüfen 	<ul style="list-style-type: none"> ++ + + +++ 	
4.7	Hydraulisches System			
4.7.1	Funktionalität überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Hydraulische Schaltungen auf richtige Funktionalität überprüfen und bei Bedarf korrigieren → Speicherbewirtschaftung prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> ++ + 	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
4.7.2	Armaturen- und Komponenten-Dimensionierung überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Dimensionierung mit effektivem Betrieb überprüfen, bei Bedarf anpassen bzw. durch richtige Dimension ersetzen → Pumpenleistung überprüfen bzw. optimieren 	<p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">+</p>	
4.7.3	Einbindung in das hydraulische System überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Evtl. neue Erkenntnisse einbringen 	<p style="text-align: center;">++</p>	
5.	Spezialanlagen			
5.1	WRG-Systeme			
5.1.1	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> → Jährlichen Nutzungsgrad prüfen → Jährlichen Energieaufwand prüfen (auch Luftseite) → Regelfunktionen prüfen 	<p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p>	
5.1.2	Lüftung: Umluftbeimischung	<ul style="list-style-type: none"> → Klappenstellung kontrollieren → Umluftanteil erhöhen (MAK-Wert, LW-Zahl beachten) 	<p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">+++</p>	
5.1.3	Lüftung: Plattenwärmeaustauscher	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen messen, Wirkungsgrad kontrollieren → Sequenzen kontrollieren → Verschmutzung kontrollieren 	<p style="text-align: center;">++++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">+++</p>	
5.1.4	Lüftung: Rotierende WT ohne Feuchte-Austausch	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen messen, Wirkungsgrad kontrollieren → Sequenzen kontrollieren → Verschmutzung kontrollieren → Leckage prüfen → Stillstandsfunktion überprüfen 	<p style="text-align: center;">++++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p>	
5.1.5	Lüftung: Rotierende WT mit Feuchte-Austausch	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen messen, Wirkungsgrad kontrollieren → Feuchte messen, Wirkungsgrad kontrollieren → Sequenzen kontrollieren → Verschmutzung kontrollieren → Leckage prüfen → Stillstandsfunktion überprüfen 	<p style="text-align: center;">++++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">+++</p> <p style="text-align: center;">++</p> <p style="text-align: center;">++</p>	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
5.1.6	Adiabatische Abluftkühlung	→ Nachrüstung ohne grossen Aufwand möglich?	++	
5.1.7	Hydraulik: Kreislaufverbundenes WRG-System	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen messen, Wirkungsgrad kontrollieren → Sequenzen kontrollieren → Verschmutzung kontrollieren → Massenstrom überprüfen 	++++ +++ ++	
5.1.8	Diverse: Wärmerohr	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen messen, Wirkungsgrad kontrollieren → Sequenzen kontrollieren → Verschmutzung kontrollieren 	++++ +++ ++	
5.2	Freie Kühlung			
5.2.1	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> → Jährlichen Nutzungsgrad prüfen → Jährlichen Energieaufwand prüfen (auch Luftseite) → Regelfunktionen prüfen 	++ ++ ++	
5.2.2	System	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen messen, Wirkungsgrad kontrollieren (Aufwand-Nutzen) → Gegenüberstellung WP-Betrieb / freie Kühlung 	++++	
5.3	Kühldecken			
5.3.1	Betrieb von Kühldecken optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Wenn möglich Nachtauskühlung nutzen (bei offenen Decken) → Kontrolle des Sollwerts der Raumtemperatur bzw. Kühlwassertemperatur Schiebung nach AT 	+++ ++	
5.4	Sonnenkollektorenanlagen			
5.4.1	Ertrag maximieren	<ul style="list-style-type: none"> → Statistiken, Ertrags- und Verbrauchsmessungen prüfen oder neue Messungen durchführen → Standort überprüfen (mögliche Beschattung durch Bäume und neue Gebäude) → Kollektorfläche sauber halten (schneefrei, Neigung) → Betriebstemperatur den Verbrauchern anpassen (so tief wie möglich) → Expansionsanlage überprüfen → Zirkulation kontrollieren (keine Luft im System) 	++ ++ +++ +++ ++ ++	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
5.4.2	Wärmeträger überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Frostschutz-Konzentration überprüfen (Viskosität → Energieverbrauch Pumpen), Inhibitoranteil prüfen → Liegt der Ertrag im üblichen Rahmen? → Schaltet die Wärmeträgerpumpe bei richtiger Temperaturdifferenz ein und wieder aus? 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ ++ 	
5.4.3	Kennwerte	<ul style="list-style-type: none"> → Jahres-Nettowärmeertrag ermitteln 	++	
5.4.4	Steuer- und Regelfunktionen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Sollwerte und Funktionen kontrollieren und bei Bedarf anpassen → Fühlerstandorte kontrollieren → Pumpenschaltung → Umschaltung auf Kesselbetrieb prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ ++ ++ 	
5.4.5	Speicherbewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturschichtung 	++	
5.4.6	Wärmedämmung	<ul style="list-style-type: none"> → Wärmedämmung an Installationen überprüfen und Anlageteile ohne Dämmung nachisolieren → Dämmstärke erhöhen (Leitungen, Speicher) 	<ul style="list-style-type: none"> ++ + 	
5.5	Photovoltaik			
5.5.1	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> → Wirkungsgrad Umrichter prüfen → Stromkreise überprüfen → Paneelfläche sauber halten → Vergleich Prognose → effektiver Ertrag 	<ul style="list-style-type: none"> +++ + + 	
5.6	Blockheizkraftwerke (BHKW)	<ul style="list-style-type: none"> → Optimierung von BHKW gemäss Empfehlung des Lieferanten → Laufzeiten überprüfen → Schaltzyklen überprüfen → Abgaswerte überprüfen → Systemtemperaturen überprüfen → Folgeschaltungen überprüfen → Abwärmenutzung prüfen → Elektrische Spitzenabdeckung → Speicherbewirtschaftung in Verbindung mit der Laufzeit und den Stromkosten → Stromgestehungskosten kontrollieren → Wärmegestehungskosten überprüfen 	<ul style="list-style-type: none"> +++ +++ +++ + ++ ++ +++ ++ ++ +++ +++ 	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
5.7	Eisspeicher-Systeme	<ul style="list-style-type: none"> → Funktion überprüfen → Speicherbewirtschaftung optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> ++ +++ 	
6.	Lufttechnische Anlagen			
6.1	Allgemein			
6.1.1	Instruktion an Betreiber und Benutzer	→ Funktion erklären und Anlagedokumente bereitstellen (ist Bedienungsanleitung vorhanden, vollständig und gültig?)	+	
6.1.2	Bedarf minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Anlagenbedarf überprüfen (nur absolut notwendige Anlagen betreiben) → Alternierenden Betrieb von Anlagen prüfen → Tageslichtnutzung in Betriebskonzept einbeziehen → Interne und externe Lasten auf Minimum reduzieren → Sonnenschutzsysteme auf Wirksamkeit überprüfen → Sonnenschutzautomatik hinsichtlich Tageslichtnutzung und Kühlbedarf optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> ++++ ++ ++ +++ ++++ 	
6.1.3	Anlagenbetriebszeiten optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Anlagen-Betriebszeiten auf den heutigen Bedarf einstellen → Pro Anlage einen Schaltuhrkanal vorsehen (nicht mehrere unterschiedliche Anlagen parallel zeitlich steuern) → Speicherwirkung beachten, damit Anlagen eventuell frühzeitig abgestellt werden können → Einsatz von Präsenzmeldern prüfen → Wirksamkeit des Nachtbetriebs (falls vorh.) überprüfen 	<ul style="list-style-type: none"> ++++ +++ +++ ++ 	
6.1.4	Luftvolumenströme optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Aussenluftanteil auf hygienisches Minimum reduzieren → Einsatz von Luftqualitätsfühlern prüfen → Förderstrom anpassen (Luftstromreduktion) → Die Möglichkeit von variablem/unterschiedlichem Volumenstrom prüfen (Stufenmotoren, Drehzahlregelung) → Grössere Temperaturdifferenz zwischen Zu- und Abluft (bei VAV) → Kühlleistung der Aussenluft ausnutzen (Angebot- und Nachfrageschaltung) → Luftführung auf Lüftungs- und Energieeffizienz optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ ++++ +++ +++ +++ ++ 	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
6.1.5	Luftströmungen	→ Luftmengenbilanzen, Klappenfunktion, Bypass WRG, Leckagen, Unterdruck, Überdruck	++++	
6.1.6	Zustandsbeurteilung	→ Temperaturdifferenz, Temperaturverlauf: Aussenluft / Monoblock / Auslass (durch Messungen)	++++	
6.2	Steuer- und Regelfunktion			
6.2.1	Vorwärmung (VW)	→ Bei instabiler Regelung, Auslegung Vorwärmer und Ventildimensionierung prüfen	+++	
6.2.2	Nachwärmung (NW)	→ Bei instabiler Regelung, Auslegung Nachwärmer und Ventildimensionierung prüfen. Bedarf Nachwärmer hinterfragen	+++	
6.2.3	Luftkühlung	→ Bei instabiler Regelung, Auslegung Luftkühler und Ventildimensionierung prüfen	+++	
6.2.4	Befeuchtung	→ Sollwerte für Befeuchtung möglichst niedrig halten. Bedarf hinterfragen → Sollwert relativer Feuchtigkeit in der Übergangszeit erhöhen (Nutzung der adiabatischen Kühlung) → Funktion und Wirkungsgrad prüfen → Elektrischen Dampfbefeuchter wenn möglich ausschalten	++++ ++++ ++ +++	
6.2.5	Adiabatische Zuluftkühlung	→ Nutzung der Befeuchtereinrichtung für adiabatische Kühlung → Feuchtesollwerte im Raum prüfen	++ ++	
6.2.6	Entfeuchtung	→ Entfeuchtungsregulierung wann immer möglich inaktiv → Keine obere Begrenzung der relativen Feuchtigkeit	++ ++	
6.2.7	WRG	→ Siehe Kapitel 5.1		
6.2.8	Sequenzen für Umluft/Fortluft/Aussenluft / VW / NW / LK / WRG überprüfen	→ Konsequente Abstimmung der einzelnen Regulierungssequenzen (Simulation der Lasten)	++	
6.2.9	Frostschutzschaltung	→ Funktion / Sollwerte prüfen → Schaltpunkt Internpumpe	+ +	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
6.2.10	Anfahrerschaltung	→ Funktion / Sollwerte prüfen	+	
6.2.11	Taupunktregulierung	→ Taupunktregulierung in Frage stellen (hinterfragen) Sollwert in Abhängigkeit Aussenlufttemperatur schieben	+++	
6.2.12	Nachtauskühlung	<ul style="list-style-type: none"> → Wirksamkeit der Nachtauskühlung prüfen → Sollwerte Nachtkühlbetrieb überprüfen → Überprüfung der Systemtauglichkeit bezüglich Nachtauskühlung RAVEL 724.397.32.53 	+++ ++ ++	
6.2.13	Druckregulierung (VAV-Anlagen)	<ul style="list-style-type: none"> → Ventilatorantriebe mit Frequenzumformer prüfen → Dralldrossel durch Frequenzumformer ersetzen → Sollwert dem effektiv minimal notwendigen Wert anpassen → Standort Druckmessumformer überprüfen → Zu- und Abluft mit getrennten Regelkreisen betreiben → Einstellung Frequenzumrichter kennlinien prüfen (min. quadratisch!) 	+++ +++ ++ + ++ ++	
6.3	Anlagenkomponenten			
6.3.1	Elektrische Dampfbefeuchter	<ul style="list-style-type: none"> → Nur absolut notwendige Befeuchtungsanlagen betreiben → Stillstandsverluste minimieren → Wenn kein Bedarf Hauptschalter auf Stellung "aus" → Funktionalität überprüfen → Abschlämmung und Abschlämmungsintervalle überprüfen 	++++ ++ +++ ++ ++	
6.3.2	Befeuchtungssysteme	→ Abschlämmung kontrollieren	++	
	Luftwäscher Mattenbefeuchter	→ Wasserrückführung bei Kaltdampfgenerator (+ Ultraschallbefeuchter)?	++	
	Ultraschallbefeuchter Kaltdampfgenerator etc.	→ bei Änderung des Luftvolumenstromes Wirkungsgrad des Ventilators und Motors überprüfen	+++	
6.3.3	Ventilatoren	<ul style="list-style-type: none"> → Strömungsgünstige An- und Abströmung beachten → Einsatz von Flachriemenantrieb prüfen 	+ ++	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
6.3.4	Wärmerückgewinnung (WRG)	→ Bypass (Umgehung) bei Nichtbedarf der WRG prüfen	+	
6.3.5	Kanal-/Rohrnetz	→ Kanalnetz nach Schwachstellen überprüfen (örtliche Widerstände, Leckagen)	+	
6.3.6	Wetterschutzgitter	→ Verschmutzung kontrollieren	+	
6.3.7	Filter	→ Filterqualität entsprechend effektiven Anforderungen → Maximalen Druckverlust beachten (Filterwechsel)	+ ++	
6.3.8	Wärmeaustauscher (LK, VW, NW)	→ Verschmutzung kontrollieren	++	
6.3.9	Umluftkühlgeräte	→ Regulierungssequenzen Kühlen, Heizen, Befeuchten, Entfeuchten beachten → Auswahl Ventilatoren siehe Pkt. 6.3.3	++ +	
6.4	Anlagensysteme			
6.4.1	Mischlüftung	→ Sind die Luftauslässe optimal angeordnet? (minimale Einblastemperatur von Fabrikat abhängig)	+	
6.4.2	Quelllüftung	→ Zulufttemperatur muss immer unter Raumlufttemperatur liegen → Standort Raumtemperaturfühler beachten ca. 1.1 m über Boden	+ ++	
6.4.3	Kühldecke ohne Lüftung		+	
6.4.4	Kühldecke mit Quelllüftung	→ Muss Entfeuchtung der Zuluft erfolgen? (keine Taupunktunterschreitung an den Kühllamellen)	+	
6.4.5	EDV-Kühlung	→ Möglichst grosse Temperaturspreizung → Luftführung von unten nach oben (15°/35°C)	++ +	
6.4.6	Garagenlüftung	→ Luftvolumenstrom reduzieren (SWKI Richtl. 90-1) evtl. mit CO-Sensor	+++	
6.4.7	Gastwirtschaftsbetrieb	→ Luftvolumenstrom überprüfen, Mischluftfühler	+++	
6.4.8	Hörsäle	→ Bedarfsgeregelte Lüftung mit Luftqualitätsfühler	+++	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
6.4.9	Umluftkühlung	→ Automatisches Abschalten von Umluftanlagen über einen Raumthermostaten	++++	
6.4.10	Fortluftanlagen	<ul style="list-style-type: none"> → Luftvolumenstrom überprüfen → WC-Abluft Anlagen mit verstopften Kanälen abstellen → Abluftanlage für innenliegende WC's und ähnliche ab Lichtschalter, bzw. Präsenzmelder mit Nachlaufzeit steuern 	<ul style="list-style-type: none"> +++ ++++ +++ 	
7	Sanitäranlagen			
7.1	Allgemein			
7.1.1	Bedarf minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Verbrauch überprüfen → Unnötige oder selten benützte Apparate mit Leitungen demontieren (insbesondere wenn lange Zirkulationsleitung vorhanden) → Sparmassnahmen einführen → Warmwasserzapfstellen auf Ihre Notwendigkeit überprüfen 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ ++ 	
7.1.2	Kenn-/Vergleichswerte	<ul style="list-style-type: none"> → Ermittlung der Verbrauchswerte durch Berechnung und Messung → Vergleich mit ähnlichen oder analogen Objekten 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ 	
7.1.3	Wasserverluste minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Undichte Armaturen neu dichten → Undichte Sicherheitsventile revidieren → Undichte WC-Spülkastendichtungen ersetzen oder durch spülfreie Urinoir ersetzen 	<ul style="list-style-type: none"> ++ ++ ++ 	
7.1.4	Warmwasser Wärmeverluste minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Nachdämmung von Leitungen, Armaturen und Pumpen sowie des Verteilers → Überprüfung des Umwälzmassenstroms 	<ul style="list-style-type: none"> +++ +++ 	siehe Leitungen siehe Zirkulation
7.1.5	Wassersparmassnahmen prüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Urinoir mit Annäherungsautomatik ausrüsten → Grossduschenanlagen wie Sport- und Militäranlagen mit Armaturen und Zeitbegrenzung (Impuls) z. B. 90 sec. ausrüsten, evtl. Einwegmischer verwenden → Auslaufarmaturen im öffentlichen Bereich mit mechanischen Selbstschlussventilen ausrüsten (auch vandalensichere Ausführung erhältlich) 	<ul style="list-style-type: none"> ++ +++ ++ 	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
7.1.5	Druckerhöhungsanlagen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Durchflussbegrenzer bei Duschen und Waschtischen, speziell bei Eingriffmischer einbauen → WC-Spülkasten mit Wassermengewahl einbauen → Steine zur Verkleinerung des Wasserfassvermögens in den Spülkasten setzen (besser neue Spülkasten einsetzen) → Druck, Betriebszeiten prüfen 	<p style="text-align: center;">+++ ++ ++ ++</p>	
7.2 7.2.1	Wass erwärmer Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturdifferenz primär kontrollieren → Standort des Wassererwärmers, Systemkontrolle (zentral/dezentral) → Wassererwärmer Dämmung kontrollieren → Kontrolle Warmwassertemperatur max. 60°C Vorsicht Legionellen (Spitäler, Krankenhäuser) → Leistungsüberprüfung (z.B. bei Verkalkung der Register und Plattentauscher) → Ladekreislauf und Temperaturhochhaltung überprüfen → Allg. Funktionskontrolle durchführen → Art der Wassererwärmung (Winter / Sommer verschieden) → Verkalkung kontrollieren 	<p style="text-align: center;">+++ +++ +++ ++ +++ ++</p>	
7.2.2	Steuer- und Regelfunktionen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Steuerfunktionen Sommer-Winter-Freigabe überprüfen → Ein/Aus Funktion überprüfen 	<p style="text-align: center;">++++</p>	
7.3 7.3.1	Brauchwarmwasser Zirkulation	<ul style="list-style-type: none"> → Neubeurteilung, ob auf eine Zirkulation verzichtet werden kann → Dimensionierung Zirkulationspumpe und Massenstrom überprüfen. Evtl. kleinerer Massenstrom aus Neubeurteilung → Zirkulationspumpe bezüglich Elektrizitätsverbrauch prüfen → Zirkulationspumpe zeitabhängig steuern 	<p style="text-align: center;">++++ ++ ++ ++</p>	
7.3.2	Begleitheizung	<ul style="list-style-type: none"> → Neubeurteilung, ob auf eine Begleitheizung verzichtet werden kann → Begleitheizung zeitabhängig steuern (nur für Geschäfts- und Schulhäuser) → selbstregulierende Heizbänder einsetzen 	<p style="text-align: center;">+++ ++</p>	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
7.3.3	Leitungssystem	<ul style="list-style-type: none"> → Nachdämmung des Warmwasserverteilsystems → Überprüfung des Verteilsystems nach energietechnischen Gesichtspunkten (Einzelzapfstellen, vernetzt) 	+++ +++	
7.5	Bewässerungsanlagen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Bewässerungsanlagen mit sparsamen Systemen betreiben z.B. Tropfsysteme für punktuelle Bewässerungsflächen 	+	
7.6	Schwimmbäder-Betrieb und -Bedarf überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Frischwassermenge überprüfen → WRG nachrüsten (SIA 385) → Bassinabdeckung prüfen (SIA 385) → Rückspülwassermenge- und Intervall optimieren 	+++ +++ ++ ++	
7.7	Teich-, Zierbeckensystem überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Auf Umwälzsysteme umbauen 	+++	
7.8	Brunnenanlagen Betriebszeit prüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Frischwasserbrunnen mit Mengen- und Zeitbegrenzung ausrüsten 	++	
7.9	Luftwäscher- und Kühltürme-Betrieb überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Kontrolle der Laufzeiten und der Wassermengen (Durchflussanzeige und laufzeitengesteuert) → Überprüfung der Abschlammwerte und Mengen (leitwertgesteuert) → Direktkühlungen nach Möglichkeit eliminieren 	+ ++ +	
7.10	Abwasserpumpen überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Wirkungsgrad überprüfen 	+	
7.11	Druckluftanlagen prüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Netzverluste minimieren 	+++	
7.12	Vakuumanlagen	<ul style="list-style-type: none"> → Druck-Sollwerte auf min. erforderliche Werte setzen 	++	
8.	Elektroanlagen			
8.1	Allgemein			
8.1.1	Bedarf minimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Verbrauch überprüfen → Unnötige Verbraucher abstellen → Ersatz alter Apparate durch neue mit besserem Wirkungsgrad prüfen 	++ ++++ +++	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
8.1.2	Betriebszeiten überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Betriebszeiten auf das effektive Bedürfnis der Benutzer/Verbraucher (absolutes Minimum) reduzieren / Schaltuhr anpassen → Schaltuhr / Betriebszeit der aktuellen Jahreszeit anpassen 	<p style="text-align: center;">++++ ++</p>	
8.2	Beleuchtung			
8.2.1	Betriebszeiten der Beleuchtung überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Betriebszeiten auf das effektive Bedürfnis der Benutzer (absolutes Minimum) reduzieren / Schaltuhr anpassen → Schaltuhr / Betriebszeit der aktuellen Jahreszeit anpassen → Präsenzmelder einbauen → Zonenaufteilung ändern 	<p style="text-align: center;">++++ ++ + ++</p>	
8.2.2	Beleuchtungsstärke überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Beleuchtungsstärke den aktuellen Anforderungen anpassen → Beleuchtung in Nebenräumen auf das min. notwendige Mass reduzieren → Einsatz von Ortsbeleuchtung prüfen (Tischleuchten) 	<p style="text-align: center;">++ + ++</p>	
8.2.3	Beleuchtungskomponenten ersetzen	<ul style="list-style-type: none"> → Glühbirnen durch Energiesparlampen ersetzen → Bei Fluoreszenzlampen verlustarme Vorschaltgeräte einsetzen 	<p style="text-align: center;">+++ ++</p>	
8.2.4	Inneneinrichtungen anpassen	<ul style="list-style-type: none"> → Räume heller gestalten → Möblierung / Arbeitsplätze anpassen 	<p style="text-align: center;">++ ++</p>	
8.3	Brauchwarmwasser			
8.3.1	Brauchwarmwassererwärmung elektr.	<ul style="list-style-type: none"> → Bedarf prüfen → Temperaturen auf max. 60 °C begrenzen 	<p style="text-align: center;">+++ +++</p>	
8.4	Büroapparate			
8.4.1	Betriebszeiten der Apparate überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> → Betriebszeit Apparate auf das absolute Minimum reduzieren → Betriebszeiten der Apparate auf das Bedürfnis der jeweiligen Benutzer reduzieren → Eventuell Schaltuhren einbauen → Bestehende Schaltuhren überprüfen bzw. Zeiten korrigieren → Stromsparschalter (z.B. Ecomen) einsetzen 	<p style="text-align: center;">++ ++ + + ++</p>	
8.4.2	Benutzerverhalten	<ul style="list-style-type: none"> → Auf Benutzerverhalten einwirken (Selbstverantwortung) 	<p style="text-align: center;">+++</p>	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
8.5	Energiemanagement			
8.5.1	Kostenoptimierung	<ul style="list-style-type: none"> → Reduzierung der Elektrizität-Leistungsbedarf-Spitzen mit Energiemanagement → Notstrom zur Spitzenbrechung verwenden 	+++ +	
8.6	Elektromotoren			
8.6.1	Frequenzumformer – Einsatz optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Auf richtige Dimensionierung überprüfen → FU-Einstellungen überprüfen → Einstellung der Kennlinien überprüfen 	+++ +++	
8.6.2	Ersatz von Elektromotoren	<ul style="list-style-type: none"> → Dimensionierung nach dem effektiven Bedarf → Evtl. Ersatz von 2-stufigen Motoren → Einsatz von FU prüfen 	++ ++ +++	
8.6.3	Pumpen / Ventilatoren	<ul style="list-style-type: none"> → Pumpen und Ventilatoren bezüglich Elektrizitätsverbrauch prüfen, siehe HLKS 	++	
8.7	Diverse			
8.7.1	Blindstromkompensation	<ul style="list-style-type: none"> → Einstellung überprüfen → Alarmkontakt wenn Sollwert längere Zeit (z.B. 5 Std.) nicht erreicht wird 	+	
8.7.2	USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung)	<ul style="list-style-type: none"> → USV-Anlage wirklich notwendig? Eigenverbrauch der Anlage prüfen, evtl. Einzelmodule abschalten 	+++	
8.7.3	Energieverteilung (Elektrizität)	<ul style="list-style-type: none"> → Eingesetzte Komponenten bezüglich E-Verbrauch überprüfen (z.B. Schütze) 	+	
8.7.4	Trafos	<ul style="list-style-type: none"> → Abwärme nutzen 	+	
8.7.5	Ladegeräte	<ul style="list-style-type: none"> → Geräte mit schlechtem Wirkungsgrad ersetzen 	+	
8.7.6	Schaltuhren	<ul style="list-style-type: none"> → Schaltuhren mit automatischer Sommer/Winterumschaltung 	++	

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Sparpotenzial	Bemerkung
9.	Vernetzte Systeme			
9.1	Bedarf hinterfragen (Sommer / Winter)	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen, Leistungen, Feuchte überprüfen → Sollwerte dem Behaglichkeitsempfinden angepasst → Belegungszeiten → Raumlufttemperatur im Winter senken → Raumlufttemperatur im Sommer erhöhen 		
9.2	Energieverbrauch Büroapparate Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> → Interne Lasten reduzieren (führt zur Reduktion des Verbrauchers bei Lüftung, Heizung, Kälte) 		
9.3	Beleuchtung optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Tageslichtabhängige Schaltung prüfen 		
9.4	Wärme-Kälterückgewinnung verbessern	<ul style="list-style-type: none"> → Nachtauskühlung wo sinnvoll ausnutzen → Freie Kühlung besser nutzen (= höhere Einsatzgrenze) → WRG optimieren / kontrollieren 		
9.5	Luftmenge reduzieren	<ul style="list-style-type: none"> → Kleinere Luftmengen, Bedarfsschaltung, evtl. Lufttemperaturdifferenz erhöhen oder Lufteinführung anpassen 		
9.6	Wärme-/Kälte-Erzeugung und Elektrizitätsversorgung optimieren	<ul style="list-style-type: none"> → Temperaturen der Energieträger anpassen: Heizung reduzieren; Kühlung erhöhen, evtl. Temperaturdifferenz erhöhen → Kältemaschine erst bei höheren Aussentemperaturen freigeben (z.B. von 13°C auf 18°C) 		
9.7	Wasserverbrauch reduzieren	<ul style="list-style-type: none"> → Wasserverbrauch in sanitären Anlagen reduzieren 		

Nr.	Massnahme	Beschreibung (Tätigkeit)	Spar- potenzial	Bemerkung
10.	Mess-, Steuer-, Regel- und Leittechnik MSRL	<p>→ Die Optimierungsmassnahmen betreffend MSR sind in den einzelnen Kapiteln beschrieben</p> <p>→ Die integrale Gebäudeautomation ist ein geeignetes Werkzeug zur Optimierung der technischen Anlagen</p> <p>Mit Aufzeichnungen von</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energieverbrauch – Temperaturen – Feuchte etc. <p>über längere Zeiträume können Schwachstellen besser analysiert und Anlagen optimiert werden.</p> <p>→ Vorhandene Leittechnik als Werkzeug für BO nutzen</p>	<p>+++</p> <p>++++</p>	

Beilage 1: ANFORDERUNGEN AN BETRIEBSOPTIMIERTE ANLAGEN

Zielbereich	Ziele	Kriterien	Umschreibung
Funktion	Gebrauchstauglichkeit	Nutzeranforderungen	Gewährleistung der definierten Nutzeranforderungen unter allen voraussehbaren Umständen und mit minimalem Ressourceneinsatz.
		Betreiberanforderungen	Gewährleistung der definierten Betreiberanforderungen unter allen voraussehbaren Umständen und mit minimalem Ressourceneinsatz.
Messbarkeit (Messkonzept)		Permanente Sicherstellung der Messbarkeit der notwendigen Daten und deren Erfassung, die für die Regulierung (Einstellung) und Optimierung der Anlage notwendig sind.	
Steuerbarkeit		Gewährleistung einer optimalen Steuer- und Regelbarkeit der Anlage.	
Bedienungsfreundlichkeit		Erreichen einer optimalen Bedienungsfreundlichkeit (Einfachheit, Übersichtlichkeit, etc.) der Anlage.	
	Unterhaltsfreundlichkeit	Erreichen einer optimalen Unterhaltsfreundlichkeit der Anlage.	
	Sicherheit	Verfügbarkeit	Permanente Sicherstellung der Verfügbarkeit der absolut notwendigen Medien (Elektrizität, Wärme, Kälte, etc.).
		Personensicherheit	Maximale Sicherheit für Personen (Mitarbeiter, Besucher, Dritte) gegenüber Gefahren, ausgehend vom nutzungsspezifischen Betrieb der Anlage.
		Sachwertsicherheit	Maximale Sicherheit für Sachwerte (Einrichtungsgegenstände, Arbeitsunterlagen, etc.) gegenüber Gefahren, ausgehend vom nutzungsspezifischen Betrieb der Anlage.

Zielbereich	Ziele	Kriterien	Umschreibung
Funktion (Fortsetzung)	Sicherheit (Fortsetzung)	Brandsicherheit	Maximale Sicherheit gegenüber Brandgefahr, ausgehend vom nutzungsspezifischen Betrieb der Anlage.
		Explosionssicherheit	Maximale Sicherheit gegenüber der Explosionsgefahr, ausgehend vom nutzungsspezifischen Betrieb der Anlage.
		Überflutungssicherheit	Maximale Sicherheit gegenüber der Überflutungsgefahr, ausgehend vom nutzungsspezifischen Betrieb der Anlage.
		Gassicherheit	Maximale Sicherheit gegenüber der von Gas ausgehenden Gefahr, infolge des nutzungsspezifischen Betriebes der Anlage.
		Erdbebensicherheit	Maximale Sicherheit für Personen und Sachwerte gegenüber der von einem Erdbeben ausgehenden Gefahr.
		Versorgungssicherheit	Permanente Sicherstellung der aus betrieblichen Gründen absolut notwendigen Versorgung mit Primärenergie.
		Sabotage	Maximale Sicherheit gegenüber aller Gefahren, ausgehend von Sabotageakten.
		Fehlmanipulation	Ausschluss des Versagens der Anlage sowie deren Beschädigung infolge Fehlmanipulationen.
	gesetzliche Vorschriften	Einhaltung sämtlicher gesetzlicher Vorschriften bezüglich der Anlage und deren Betrieb.	
Dauerhaftigkeit	Lebensdauer	Maximierung der Lebensdauer der Anlage und deren Komponenten.	
	Instandhaltungsintervalle	Maximierung der Instandhaltungsintervalle der Anlage und deren Komponenten unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorschriften.	

Zielbereich	Ziele	Kriterien	Umschreibung
Funktion (Fortsetzung)	Dauerhaftigkeit (Fortsetzung)	Instandsetzungsintervalle Verfügbarkeit bei Ersatz	Maximierung der Instandsetzungsintervalle der Anlage und deren Komponenten unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorschriften. Sicherstellung der Verfügbarkeit von Ersatzteilen und Anlagekomponenten der Anlage während der geplanten Nutzungsdauer.
Kosten	Investitionskosten	Anlagekosten	Minimierung der Anlagekosten.
		Anschlusskosten	Minimierung der Anschlusskosten.
		Honorare	Minimierung der Honorare.
Bewilligungen, Gebühren		Minimierung der Kosten für Bewilligungen und Gebühren.	
	Betriebskosten	Energiebezugskosten	Minimierung der Kosten für den Energiebezug.
		übrige Betriebsmittel	Minimierung der Kosten für die übrigen Betriebsmittel.
		Entsorgungskosten	Minimierung der Entsorgungskosten unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorschriften.
		Personalkosten	Minimierung der Personalkosten für Betrieb und Unterhalt.
		Verwaltungskosten	Minimierung der Verwaltungskosten für Betrieb und Unterhalt.
	Unterhaltskosten	Inspektionskosten	Minimierung der Kosten für die Inspektion der Anlage zur einwandfreien Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit und zur frühzeitigen Erkennung von Schwachstellen.
		Instandhaltungskosten	Minimierung der Kosten für die Instandhaltung der Anlage.
		Instandsetzungskosten	Minimierung der Kosten für die Instandsetzung der Anlage.
		Entsorgungskosten	Minimierung der Entsorgungskosten für nicht mehr brauchbare Anlageteile.

Zielbereich	Ziele	Kriterien	Umschreibung
Kosten (Fortsetzung)	Unterhaltskosten (Fortsetzung)	übrige Folgekosten	Minimierung der übrigen Folgekosten.
	Externe Kosten	Energie	Minimierung der externen Kosten bezogen auf den Energieverbrauch.
		Material	Minimierung der externen Kosten bezogen auf den Materialverbrauch.
Desinvestitionskosten		Rückbaukosten	Minimierung der Rückbaukosten beim Abruch der Anlage.
		Liquidationserlös	Maximierung des Liquidationserlöses der Anlage.
		Entsorgungskosten	Minimierung der Entsorgungskosten beim Abruch der Anlage.
Energie	Bezug	Strom	Minimierung der Strombezugsmenge.
		Heizöl	Minimierung der Heizölbezugsmenge.
		Erdgas	Minimierung der Erdgasbezugsmenge.
		feste Stoffe (Kohle, Holz, etc.)	Minimierung der Bezugsmenge von festen Stoffen (Kohle, Holz, etc.).
		Fernwärme	Maximierung der Fernwärmebezugsmenge.
		alternative Energien	Maximierung der Bezugsmenge von alternativen Energieformen.
		Wasser	Minimierung der Wasserbezugsmenge.
		Luft	Minimierung der Luftbezugsmenge.
	Verbrauch	Beleuchtung	Minimierung des Energieverbrauches für die Beleuchtung.
Wärme		Minimierung des Wärmeverbrauches.	

Zielbereich	Ziele	Kriterien	Umschreibung
Energie (Fortsetzung)	Verbrauch (Fortsetzung)	Lüftung	Minimierung des Energieverbrauches für die Lüftung.
		Befeuchtung	Minimierung des Energieverbrauches für die Befeuchtung.
		Kühlung	Minimierung des Energieverbrauches für die Kühlungsanlage.
technische Kälte		Minimierung des Energieverbrauches für technische Kälte.	
Geräte		Minimierung des Energieverbrauches für allgemeine Geräte.	
Trinkwasser		Minimierung des Verbrauches von Trinkwasser.	
Gebrauchswasser		Minimierung des Verbrauches von Gebrauchswasser.	
Betriebseinrichtungen		Minimierung des Energieverbrauches für Betriebseinrichtungen.	
	Wirkungsgrad	Jahresnutzungsgrad	Maximierung des Jahresnutzungsgrades sämtlicher Anlagen.
		Betriebszeiten	Optimierung der Betriebszeiten der Anlagen.
		Jahresarbeitszahl, etc.	Optimierung sämtlicher relevanter Kennzahlen und Kenngrößen.
		Energierückgewinnung	Maximierung der Energierückgewinnung.
	Graue Energie	graue Energie	Minimierung der Energie zur Erstellung von Rohstoffen, Materialien, Gerätekomponenten, Anlagen, etc. (= graue Energie).
Umwelt	Emissionen	Kohlenmonoxid (CO)	Minimierung der CO-Emissionen infolge des Betriebes der Anlage (mindestens Einhaltung des Grenzwertes gemäss Luftreinhalteverordnung).
		Kohlendioxid (CO ₂)	Minimierung der CO ₂ -Emissionen infolge des Betriebes der Anlage.

Zielbereich	Ziele	Kriterien	Umschreibung
Umwelt (Fortsetzung)	Emissionen (Fortsetzung)	Stickoxide (NO _x)	Minimierung der NO _x -Emissionen infolge des Betriebes der Anlage (mindestens Einhaltung des Grenzwertes gemäss Luftreinhalteverordnung).
		Schwefeloxide (SO _x)	Minimierung der SO _x -Emissionen infolge des Betriebes der Anlage (mindestens Einhaltung des Grenzwertes gemäss Luftreinhalteverordnung).
		Ammoniak	Minimierung der Ammoniak-Emissionen infolge des Betriebes der Anlage (mindestens Einhaltung des Grenzwertes gemäss Luftreinhalteverordnung).
		Russ, Feststoffe	Minimierung der Russ- resp. Feststoff-Emissionen infolge des Betriebes der Anlage (mindestens Einhaltung des Grenzwertes gemäss Luftreinhalteverordnung).
		Toxide	Minimierung der Toxid-Emissionen infolge des Betriebes der Anlage.
		Halogenkohlenwasserstoffe (HC)	Minimierung der HC-Emissionen infolge des Betriebes der Anlage.
	Immissionen	Schall	Minimierung der Schallimmissionen infolge des Betriebes der Anlage.
		Vibrationen	Minimierung der Vibrationen infolge des Betriebes der Anlage.
		Erschütterungen	Minimierung der Erschütterungen infolge des Betriebes der Anlage.

Beilage 2: Begriffe und Abkürzungen

Begriffe

Für Begriffe im Bereich der Erhaltung von Bauwerken bestehen unterschiedliche Definitionen. Neben der SIA-Empfehlung 469 behandeln andere Normen und Richtlinien wie SWKI 95-2, SN 113 001, VDI 3108 und EN 12170 das Thema. Die erwähnten Regelwerke unterscheiden sich voneinander. Der Einfachheit halber wurde als Basis für die Begriffe die SIA-Norm 469 vom Juni 1997 herangezogen.

Erhaltung, Bauwerkserhaltung

Alle Tätigkeiten und Massnahmen zur Sicherstellung des Bestandes sowie der materiellen und ideellen Werte des Bauwerkes.

Überwachung

Feststellen und Bewerten des Zustandes mit Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

Beobachtung

Überprüfen der Gebrauchstauglichkeit durch einfache und regelmässige Kontrollen.

Inspektion

Feststellen des Zustandes durch gezielte, in der Regel visuelle und einfache Untersuchungen sowie Zustandsbewertung.

Kontrollmessung

Messtechnische Überwachung ausgewählter Kenngrössen.

Unterhalt

Bewahren oder Wiederherstellen des Bauwerkes ohne wesentliche Veränderung der Anforderungen.

Instandhaltung

Bewahren der Gebrauchstauglichkeit durch einfache und regelmässige Massnahmen.

Instandsetzung

Wiederherstellen der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegte Dauer.

Veränderung

Eingreifen in das Bauwerk zwecks Anpassung an neue Anforderungen.

Erneuerung

Anpassen an zeitgemässe Anforderungen, meist ohne wesentliche Eingriffe in das Bauwerk.

Umbau

Anpassen an heutige oder zukünftige Anforderungen mit wesentlichen Eingriffen.

Erweiterung

Ergänzen des Bauwerks mit wesentlichen neuen Teilen.

Funktionskontrolle

Gezieltes Überprüfen des Funktionierens von technischen Anlagen und anderen Bauwerksteilen.

Weitere Begriffe

Betreiber

Übernimmt die Gesamtheit aller Tätigkeiten an einer haustechnischen Anlage; von der Abnahme bis zum Ausmustern.

(Der Betreiber stellt den Betrieb der Anlagen sicher. Er überwacht den Betrieb und die richtige Funktion. Er ist besorgt, dass allfällige Störungen und Mängel in angemessener Zeit fachgerecht behoben werden.)

BO-Check

Eine gezielte Überprüfung einer Anlage oder eines Systems in Bezug auf effizienten Energieeinsatz. Dabei stehen im Vordergrund Massnahmen, die ohne bedeutende Investitionen die grössten Einsparungen erbringen.

BO-Fachmann

Der Fachmann für Betriebsoptimierung ist ein Spezialist, der über Anlagen- sowie Systemkenntnisse verfügt und den Betrieb einer Anlage analysieren und zum Zwecke der Steigerung der Energieeffizienz verändern kann.

Energiekennzahl

Unter Energiekennzahl versteht man im engeren Sinn eine Kennzahl, welche den spezifischen Energieverbrauch (Verbrauch an Endenergie oder Einsatzenergie) eines Gebäudes, Betriebes, Systems oder Prozesses charakterisiert.

Hersteller

Stellt die Anlagekomponenten her.

(Be)Nutzer

Die Personen, die einen Raum, ein Gebäude oder ein Anlagensystem unter vorgegebenen Rahmenbedingungen (be)nutzen.

Planer (= Ingenieur)

Der Planer legt die Gebäudetechnik auf Grund der Kundenbedürfnisse fest. Er plant und berechnet die Gebäudetechnik, überwacht die Installationsarbeiten, leitet die Inbetriebsetzung und ist verantwortlich für die Übergabe des Werkes an den Kunden.

Unternehmer (= Installateur)

Baut auf der Basis der durch den Planer (oder durch den Unternehmer selbst) erstellten Plänen und Leistungsverzeichnissen aus verschiedenen Komponenten die Anlage zusammen. Setzt die Anlagen unter der Aufsicht des Planers in Betrieb.

Verwalter (oder Facility Manager)

Nimmt die Verantwortung für die Budgetierung und für die Abrechnung von Betriebskosten wahr. Er überwacht die Kostenentwicklung und stellt die Einhaltung der Vorgaben sicher. Er kann auch mit dem Energieeinkauf und mit der Heizkostenabrechnung, usw. betreut werden.

2. Abkürzungen

BO	Betriebsoptimierung
BOK	Betriebsoptimierung komplexer Anlagen
FU	Frequenzumformer
GEBA (GA)	Gebäudeautomation
HLKSE	Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär, Elektro
HT	Haustechnik
IBS	Inbetriebsetzung
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
RLT	Raumlufttechnische Anlage
SEV	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein
ZLT	Zentrale Leittechnik
V	Volumenstrom
WT	Wärmetauscher