

# ABSCHLUSSBERICHT

---

Energieberatung Mittelstand (EBM) nach DIN EN 16247

Musterbetrieb

EBM xxxxx



**Auftraggeber:** Musterbetrieb  
Muster Straße 1  
12345 Musterstadt  
☎ 0123 456789

**Berater:** Energieberaterfirms  
Herr Max Berater, BAFA-Berater-ID: xxxxxx  
Beraterstraße 1  
67890 Beraterstadt  
☎ 0987 654321

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	III
1 Aufgabenstellung und Zusammenfassung der Beratungsergebnisse .....	1
2 Einleitung .....	5
2.1 Informationen zum beratenden Unternehmen .....	5
2.2 Beschreibung des zu beratenden Unternehmens .....	6
2.3 Methodik .....	7
2.4 Relevante Normen und Vorschriften .....	8
2.5 Motivation und Ziele, Rahmenbedingungen .....	9
3 Beratungsplan .....	11
4 Analyse des Energieverbrauchs .....	12
4.1 Messaufbau .....	12
4.2 Datenerfassung .....	16
4.3 Auswertung .....	17
5 Effizienzsteigernde Maßnahmen .....	23
5.1 Eingesetzte Energieträger .....	23
5.2 Beleuchtung .....	24
5.3 Küchengeräte .....	30
5.4 Kühlgeräte .....	31
5.5 Wäscherei .....	33
5.6 Technische Gebäudeausstattung .....	35
5.7 Trinkwasserdesinfektion .....	43
5.8 Gebäudehülle .....	47
5.9 Mitarbeitersensibilisierung und Energiedaten-Managementsystem (EDMS) .....	49
6 Energiekennzahlen .....	53
7 Fördermöglichkeiten .....	55
8 Schlussfolgerung .....	59

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektablauf .....	12
Abbildung 2: Musterbetrieb – Gerät A .....	14
Abbildung 3: Musterbetrieb – Gerät B .....	15
Abbildung 4: Musterbetrieb – Gesamtverbrauch und Gesamtkosten.....	18
Abbildung 5: Musterbetrieb - Energieverbrauch .....	19
Abbildung 6: Musterbetrieb – Energiekosten.....	20
Abbildung 7: Musterbetrieb – CO <sub>2</sub> Emissionen .....	21
Abbildung 8: Musterbetrieb – Energiefluss Schema .....	22
Abbildung 9: Evolution des Lichts .....	24
Abbildung 10: Degression Leuchtstoffröhren .....	27
Abbildung 11: Bestehende Beleuchtung im Musterbetrieb .....	27
Abbildung 12: Wirtschaftlichkeit Beleuchtung.....	29
Abbildung 13: Wirtschaftlichkeit Kühlung .....	32
Abbildung 14: Wirtschaftlichkeit Wäscherei.....	34
Abbildung 15: Standby Verbrauch an einem Fernsehgerät und Schreibtischlampe .....	35
Abbildung 16: Heizungsanlagen Musterbetrieb .....	36
Abbildung 17: Wirtschaftlichkeit Heizungsumstellung Hauptgebäude .....	38
Abbildung 18: Wirtschaftlichkeit Heizungsumstellung Gästehaus .....	39
Abbildung 19: Wirtschaftlichkeit BHKW .....	42
Abbildung 20: Gesundheitsschädigende Lebensformen im Wasser .....	43
Abbildung 21: Zustand von Trinkwasserrohren .....	44
Abbildung 22: Biofilm .....	45
Abbildung 23: Wirtschaftlichkeit Wasseraufbereitung.....	46
Abbildung 24: Gebäude Musterbetrieb.....	47
Abbildung 25: Außenwandstärke Musterbetrieb.....	47
Abbildung 26: Fenster mit Dichtung .....	48
Abbildung 27: Energiemanagementkreislauf.....	50
Abbildung 28: Beispiel Energiedatenerfassung mittels EDMS.....	51
Abbildung 29: Wirtschaftlichkeit Einführung EDMS .....	52

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Energieberatung .....	3
Tabelle 2: Allgemeine Daten des Unternehmens .....	6
Tabelle 3: Relevante Normen und Gesetze .....	8
Tabelle 4: Aktionen der Energieberatung .....	11
Tabelle 5: Gesamt-Energieverbrauch und CO <sub>2</sub> Emissionen.....	16
Tabelle 6: Kennziffern – Quelle: XXXXXX.....	18
Tabelle 7: Normtemperaturen .....	40
Tabelle 8: Energiekennzahlen Strom .....	53
Tabelle 9: Energiekennzahlen Wärme .....	54
Tabelle 10: Energiekennzahlen Gesamtverbrauch.....	54

# 1 Aufgabenstellung und Zusammenfassung der Beratungsergebnisse

## Aufgabenstellung

Die Energieberatung nach DIN EN 16247 im Musterbetrieb wurde im Rahmen der Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vom 11.10.2017 durchgeführt. Die Energieberatung hatte zum Ziel den Energieverbrauch des Musterbetriebes vollständig zu analysieren und die energetische Ausgangsbasis festzulegen. Die Energiehauptverbraucher wurden ermittelt und soweit möglich messtechnisch überprüft. Im Rahmen der Energieberatung wurden Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz ermittelt und mit den Verantwortlichen vor Ort besprochen. Auf dieser Basis wurden Maßnahmenvorschläge erarbeitet und berechnet.

Inhaltliche Schwerpunkte waren:

1. Festlegung des Geltungsbereichs bzw. des Verfahrens zur Durchführung der Energieberatung
2. Auswertung der unternehmens-/standortbezogenen Energiedaten
3. Durchführung von Messungen
4. Erstellung von Kennzahlen
5. Begehung und Ermittlung der Hauptverbraucher
6. Ermittlung von Potenzialen und Maßnahmenvorschlägen
7. Vorstellung des Abschlussberichts mit abgestimmten und berechneten Maßnahmenvorschlägen zur Verbesserung der energetischen Leistung

## Vorgehensweise und Projektplan

Das Projekt entspricht den wesentlichen Anforderungen an ein Energieaudit im Sinne von §8a des Gesetzes über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G) und insbesondere den Anforderungen der DIN EN 16247-1, sowie dem Merkblatt für Energieberatungen im Mittelstand des BAFA (Stand 01.12.2017).

## Textliche Zusammenfassung

Im Rahmen des Energieaudits wurden acht energieeffizienzsteigernde Empfehlungen identifiziert, von denen sich fünf - nach den geforderten Kriterien - wirtschaftlich darstellen lassen. Die identifizierten Empfehlungen werden im folgenden Bericht quantitativ und qualitativ durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung genauer betrachtet.

Das bilanzmäßig größte Energieeinsparpotenzial liegt bei der Umstellung der Heizungsanlage im Hauptgebäude. Der Austausch des Erdgas-Heizkessels gegen einen Erdgas-Brennwertkessel führt zu erheblichen Einsparungen im Bereich der Heizenergie. Auch wenn sich diese Maßnahme erst in einem Zeitraum von 7 Jahren wirtschaftlich darstellen lässt, so ist diese Maßnahme doch durchaus sehr sinnvoll, zumal die Lebensdauer der modernen Heizkessel fast 20 Jahre beträgt.

Die Erneuerung der Heizungsanlage im Nebengebäude wurde ebenfalls betrachtet. Auf Grund des geringen Wärmeverbrauchs lässt sich diese Maßnahme wirtschaftlich nur schwer darstellen. Jedoch wird man zwangsläufig (auf Grund des Alters der bestehenden Heizungsanlage) nicht umhin kommen, eine Sanierung vorzunehmen. Somit liegt auch hier eine Grundlage zur Entscheidungsfindung vor.

Last but not least wurde im Rahmen der Heizungsumgestaltung auch die Möglichkeit des Einsatzes einer Kraft-Wärme-Kopplung in Form eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) untersucht. Hier muss natürlich sehr viel mit Annahmen operiert werden. Bei einer angenommenen Betriebsdauer des BHKW von 5.000 Betriebsstunden pro Jahr (besser wären Betriebsstunden größer 6.000 Stunden pro Jahr) erreichen wir eine Amortisationszeit von ca. 8 Jahren. Auf Grund der Annahmen (Zimmerbelegung, Warmwasserbedarf, Energie-Preisentwicklung, etc.) würden wir im Moment noch auf den Einbau eines BHKW verzichten, aber den Markt weiter beobachten.

Der Austausch der Beleuchtung im gesamten Haus wurde bereits in Angriff genommen. Hier wurde auf sogenannte Retrofit-Lösungen zurückgegriffen. Das ist nicht unbedingt zu empfehlen, da ja die alten Leuchtenkörper erhalten bleiben und nur das Leuchtmittel getauscht wird. Eine Revision der Beleuchtungsanlage im Erdgeschoß und Küche – hier werden die vorhandenen Leuchten gegen Leuchten mit LED-Technik getauscht – führt prozentual zur höchsten Energiekosteneinsparung. Hier wird aber der komplette Austausch betrachtet.

Der Austausch der bestehenden Kühltruhen sowie Waschmaschinen und Trockner auf Geräte mit der Effizienzklasse A+++ lässt sich wirtschaftlich in einem Zeitraum von 3-5 Jahren darstellen.

Da im Hotelbetrieb die Qualität des Trinkwassers von Bedeutung ist, empfehlen wir neben der bestehenden Entkalkung auch den Einbau einer Trinkwasserdesinfektionsanlage. Damit erfolgt eine Beseitigung des Biofilms in den Leitungen und ein wirksamer Schutz gegen Legionellen. Mit Einbau dieser Anlage kann die Temperatur des Warmwassers von 65°C – 70°C auf 35°C – 40°C reduziert werden. Dadurch reduziert sich auch die Wärmemenge, die benötigt wird das Warmwasser vorzubereiten. Dadurch ergibt sich eine wirtschaftliche Darstellung innerhalb von 3-4 Jahren bei wesentlich verbesserter Trinkwasserqualität.

Abschließend empfehlen wir über den Wechsel des Anbieters der Erdgasversorgung nachzudenken und den Aufbau eines Energiedaten-Managementsystems um in Zukunft den Energieverbrauch zeitnah zu kontrollieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Mit den genannten Handlungsempfehlungen lässt sich jährlich eine Energiemenge von rund 117.000 kWh einsparen, dies entspricht einer Reduzierung von ca. 49% der im Jahr 2017 eingesetzten Gesamtenergiemenge. Die CO<sub>2</sub>-Emission kann mit den

Maßnahmen um ca. 29 Tonnen pro Jahr reduziert werden. Hierzu wird eine Investitionssumme von etwa 82.500,- Euro (netto) benötigt.

**Zur Beachtung:** Bei den Summenangaben zur Heizenergie- und Stromeinsparung über alle Empfehlungen handelt es sich um die rein rechnerischen Summen der Einzelempfehlungen. Wechselwirkungen bei gleichzeitiger Umsetzung und deren Auswirkungen auf die jeweiligen Maßnahmen bleiben unberücksichtigt.

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Energieberatung zusammen. Dargestellt werden die effizienzsteigernden Maßnahmen in Abhängigkeit ihrer Amortisationszeit.

**Tabelle 1: Ergebnisse der Energieberatung**

Maßnahme	Investitions- kosten [€]	Einsparung				Interne Verzinsung [%]	ROI [a]
		[kWh/a]	[€/a]	%	[tCO <sub>2</sub> /a]		
Umstellung Erdgastarif	0 Euro	0 kWh/a	650 Euro/Jahr	0%	0	0,0%	0,0 Jahre
Umstellung auf LED Beleuchtung	600 Euro	600 kWh/a	130 Euro/Jahr	70%	0,1	27,8%	4,1 Jahre
Umstellung der Heizung auf Brennwerttechnik (Hauptgebäude)	23.000 Euro	60.000 kWh/a	2.400 Euro/Jahr	30%	15	15,8%	7,1 Jahre
Umstellung der Heizung auf Brennwerttechnik (Nebengebäude)	7.000 Euro	2.000 kWh/a	110 Euro/Jahr	30%	0,5	6,4%	13,8 Jahre
Anschaffung energieeffizienter Kühltruhen	2.000 Euro	3.000 kWh/a	700 Euro/Jahr	50%	1	35,8%	2,9 Jahre
Anschaffung energieeffizienter Waschmaschine und Trockner	1.700 Euro	1.500 kWh/a	330 Euro/Jahr	30%	0,3	17,0%	5,3 Jahre
Anschaffung Blockheizkraftwerk (BHKW)	40.000 Euro		5.000 Euro/Jahr			13,8%	8,2 Jahre
Einbau Trinkwasserdesinfektionsanlage	5.250 Euro	35.844 kWh/a	1.430 Euro/Jahr		9	26,7%	3,8 Jahre
Einführung eines Energie- Daten-Management-Systems (EDMS)	3.000 Euro	14.000 kWh/a	1.400 Euro/Jahr	5%	3	48,5%	2,2 Jahre
<b>GESAMT</b>	<b>82.550 Euro</b>	<b>116.944 kWh/a</b>	<b>12.150 Euro/Jahr</b>	<b>49%</b>	<b>28,9</b>	<b>18,3%</b>	<b>6,3 Jahre</b>

**Anmerkung:** Mögliche Förderungen für die oben aufgeführten Investitionen wurden bei den durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt. Die Maßnahmen zur Energieeinsparung beruhen auf Schätzungen und Erfahrungswerten, aus der rechnerisch ermittelten Datenerfassung. Die Abweichung der Maßnahmenbewertung bezieht sich sowohl auf ermittelte Einsparung, als auch auf die Investitionskosten.

Bevor die Umsetzung einer empfohlenen Maßnahme erfolgt, ist vom Unternehmen eine verifizierte Messung zu veranlassen und ein Angebot des Anbieters mit zugesagter Einsparung einzuholen.

Vorschlag für die Umsetzung der Maßnahmen:

---

Energieberater

## 2 Einleitung

### 2.1 Informationen zum beratenden Unternehmen

Beraterfirma ist ein Ingenieur- und Unternehmensberatungsbüro, das sich insbesondere mit der Bewertung der energetischen Effizienz von technischen Anlagen und Prozessen beschäftigt.

Im Fokus des Unternehmens stehen die Einsparung von Energieressourcen, die Entwicklung nachhaltiger Konzepte zur stufenweisen Gestaltung effizienter Prozesse und technischer Anlagen. Ziel ist die Optimierung der Verbräuche von elektrischer und Wärmeenergie, die Einsparung von CO<sub>2</sub> und damit im Interesse der Kunden des Unternehmens natürlich auch die Kostenoptimierung in dieser Kategorie.

Die Mitarbeiter und Kooperationspartner des Unternehmens sind Ingenieure und somit auf dem Gebiet der Energieeffizienz geschulte Experten.

Die für die Energieberatung zum Einsatz kommenden Berater sind:

- Ingenieure in technischen Berufen
- Zertifizierte Energie- und Nachhaltigkeitsmanager
- gelistet in der BAFA-Beraterliste

und nehmen ständig an Weiterbildungsmaßnahmen und Schulungen teil.

Der Berater, der für den Musterbetrieb tätig war, ist Herr Dipl.-Ing. (FH) Max Berater. Herr Berater ist Energieeffizienzberater für Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft, zertifizierter Energieberater und Energieauditor.

Seine Tätigkeitsschwerpunkte sind die Wärmeversorgung, die Kraft-Wärme-Kopplung, Erneuerbare Energien und Beleuchtung. Durch seine langjährige Tätigkeit in Führungspositionen in der Energiewirtschaft und als Inhaber der Beraterfirma ist Herr Berater in den Themen Energieeffizienz und Energieeinsparung informiert und ausgebildet.



## 2.2 Beschreibung des zu beratenden Unternehmens

Tabelle 2: Allgemeine Daten des Unternehmens

Unternehmensadresse	Musterbetrieb
Branche	1234 - Musterbetriebe
Gegründet	1900
Geschäftsführer	Herr Max Mustermann
Umsatz	2.550.000 Euro pro Jahr
KMU/nicht KMU	KMU
Mitarbeiter	100
Managementsysteme	
Betriebs-/Öffnungszeiten (Restaurantt)	06:00 – 18:00 Uhr

Durch den Musterbetrieb wurde folgender Mitarbeiter zum Energiebeauftragten bestellt:

1. Energiebeauftragter Herr Emil Testmann

Der Energieberater leitet die Datenerfassung und führt gemeinsam mit dem Energiebeauftragten die Begehung des Standortes sowie die erforderlichen Messungen an relevanten Energieverbrauchern durch.

Zum Musterbetrieb gehört der Standort:

- Muster Straße 1 in 12345 Musterstadt

## 2.3 Methodik

Die Durchführung der Energieberatung erfolgte nach den Maßstäben der DIN EN 16247-1 und wird von dem Energieberater wie folgt durchgeführt:

- **Einleitender Kontakt:** Gespräch zu Definition und Ausmaß des durchzuführenden Audits.
- **Auftaktbesprechung:** Ziel der Auftaktbesprechung ist die Bildung eines Energieteams. Des Weiteren werden hier die Rahmenbedingungen bezüglich der Energieberatung festgelegt. Es werden Ziele und Kriterien zur weiteren Vorgehensweise festgelegt.
- **Datenerfassung:** Die zu beratende Organisation liefert Daten und Dokumente, die für die Analyse des Energieeinsatzes relevant sind.
- **Außeneinsatz:** Im Rahmen einer Ortsbegehung wird das zu prüfende Objekt inspiziert und energierelevante Daten erhoben.
- **Analyse:** Durch die Analyse kommt es zu einer Aufschlüsselung des Energieverbrauchs und dementsprechend zur Ableitung von Maßnahmen welche die Effizienz des Unternehmens steigern können.
- **Bericht:** Der Bericht dient als Zusammenfassung sowie Veranschaulichung der durchgeführten Energieberatung.
- **Abschlussbesprechung:** In einer abschließenden Präsentation werden die Ergebnisse der Beratung dargestellt und anschließend überreicht.

## 2.4 Relevante Normen und Vorschriften

**Tabelle 3: Relevante Normen und Gesetze**

<b>Normen:</b>
EDL-G §§8 ff.
DIN EN 16247 Teil 1,2,5; DIN 50001
<b>Vorschriften:</b>
Merkblatt für Energieberatung der BAFA
Europäische Energieeffizienz-Richtlinie
EnEV 2014
Arbeitsschutzgesetz, Arbeitsstättenverordnung, UVV's

## 2.5 Motivation und Ziele, Rahmenbedingungen

Durch das beratende Unternehmen wurde der Einleitende Kontakt in Form eines Gesprächs durchgeführt. Im Gespräch wurden Grundlage, Ziele und Inhalte der Norm DIN EN 16247 erläutert, die Details zum Ablauf einer solchen Beratung umfassend dargestellt und auf die entsprechenden Fragen der Teilnehmer eingegangen.

Im Auftaktworkshop (Strukturiertes Interview) wurde im persönlichen Gespräch die Motivation des Musterbetriebes zur Energieberatung und die Ziele, die mit den Ergebnissen der Beratung verfolgt werden sollen, besprochen und protokolliert. Die Dokumentation erfolgte auf den gesonderten Formblättern „Strukturiertes Interview Deckblatt“ und „Strukturiertes Interview“. Die Formblätter sind dem Bericht als Anlage beigelegt.

Für die Energieberatung wurden die Zeitabläufe definiert.

Die Datenerfassung für den zu bewertenden Standort des Musterbetriebes wurde durch den Energiebeauftragten der Musterbetrieb in Verbindung mit den Mitarbeitern des Standortes vorgenommen.

Bereitgestellte Daten:

- Jahresrechnungen zu den Energieverbräuchen für die Jahre 2015-2017
- Datenerfassungstabelle der energetischen Hauptverbraucher mit Angaben über Nennleistung, Jahresbetriebsstunden und Auslastungsgrad zur Ermittlung des Energieverbrauchs
- Sonstige Informationen wie z.B. Werksangaben, Schätzwerte etc.

Das Energieberatung wurde nach der DIN EN 16247 und aufgrund der o.g. Daten erstellt. Da die Berechnungsergebnisse zum Teil auf Annahmen und Schätzungen basieren, können sie bestenfalls Anhaltspunkte für die einzuleitenden Maßnahmen sein. Sie ersetzen keine Fachplanung und sind weder Bemessungsgröße für die Auslegung noch kaufmännische Grundlage.

Die hier bezifferten Kosten und genannten Preise sind Nettoangaben und verstehen sich zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

Im Interview wurden folgende Erwartungen, Motivationen und Ziele der Musterbetrieb aufgenommen:

- Energieoptimierung der Bereiche XY und Z
- Senkung Energiekosten
- Verminderung des Energieverbrauches
- Steigerung der Energieeffizienz
- Energieeffizienz und Umsetzung als permanenter Prozess

Grundlagen für die Einordnung der Energieberatung in Projekte des Musterbetriebes sowie Evaluierungskriterien wurden im Strukturierten Interview in folgender Art erarbeitet:

- Aufzeigen von Ressourcen
- Kosten sind ein wichtiges Entscheidungskriterium
- Investitionsrechnung der Maßnahmen unter Beachtung der jeweiligen Nutzungsdauer

Für die Energieberatung wurden in der gemeinsamen Beratung (Workshop) der Geltungsbereich, die Systemgrenzen und der Grad der Gründlichkeit festgelegt.

Geltungsbereich: der Standort des Musterbetriebes

Systemgrenzen: Bewertung von Strom- und Wärmeenergie sowie Kraftstoff  
Amortisationszeiten, Wirtschaftlichkeitsberechnung  
Erhebung Gesamtenergieverbrauch 100%, mindestens 90%-  
Erfassung des Gesamtenergieverbrauches in der  
Energieberatung,

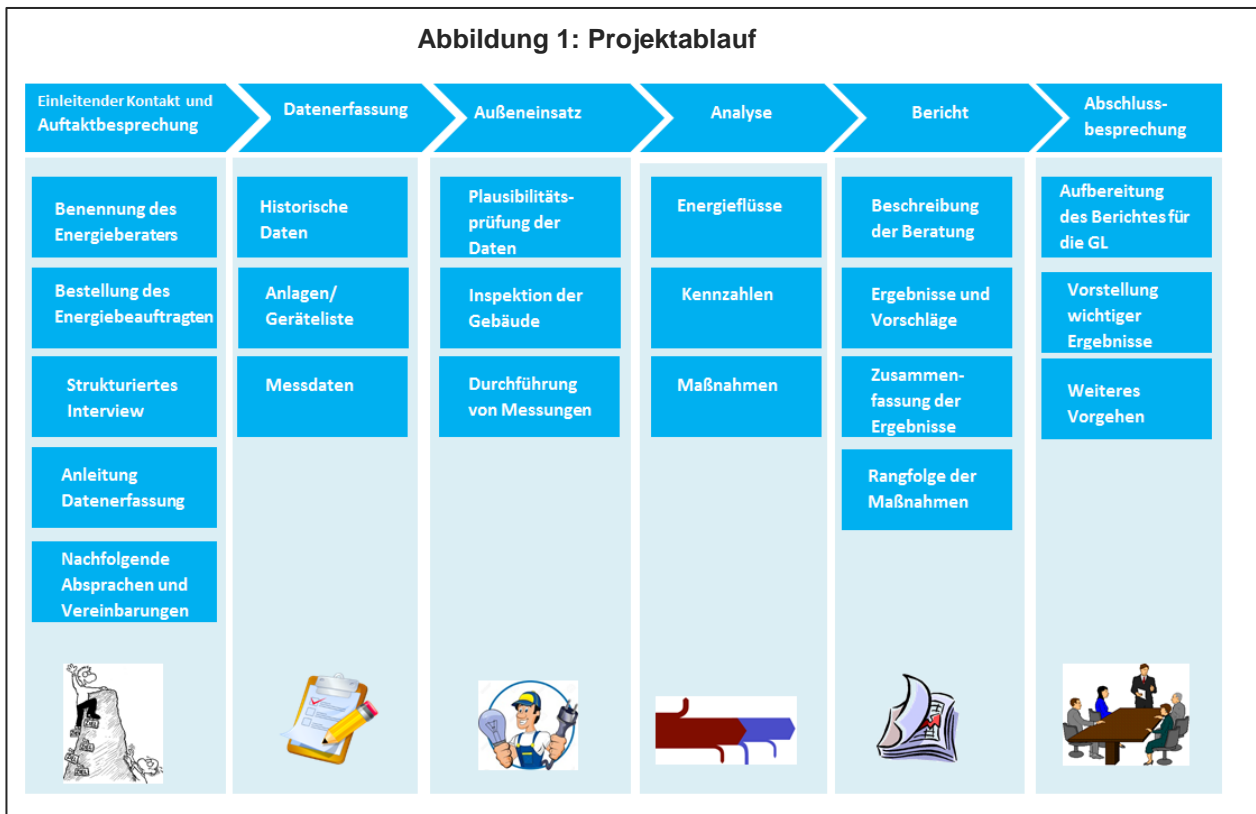
Grad der Gründlichkeit: Grobkostenschätzung mit Wirtschaftlichkeitsanalyse und  
Angabe des Amortisationszeitraums

### 3 Beratungsplan

In nachfolgender Tabelle sind die Aktionen der Energieberatung und die entsprechenden Verweise zu den Inhalten gegeben.

Tabelle 4: Aktionen der Energieberatung

Aktion	Datum	Verweis
Einleitender Kontakt		
Auftaktbesprechung		Dokument „Strukturiertes Interview“
Datenerfassung		
Plausibilisierung der Datenerfassung		Datenerfassungstabellen
Vor-Ort-Begehung		
Auswertung, Analyse, Berichterstellung		
Abschlussbesprechung		Protokoll Abschlussbesprechung



## 4 Analyse des Energieverbrauchs

### 4.1 Messaufbau

Für die Energieberatung ist die Durchführung von Messungen vorgeschrieben.

Durch das beratende Unternehmen wurden folgende Messungen vorgeschlagen und durchgeführt:

- a) Messung des Stromverbrauches ausgewählter Stromverbraucher 1
- b) Messung des Stromverbrauches ausgewählter Stromverbraucher 2
- c) Messung der Beleuchtung an ausgewählten Arbeitsplätzen und von Verkehrswegen zur Kenntniserlangung über die vorhandene Beleuchtungsstärke an den betreffenden Orten
- d) Messung der Raumtemperatur und der Luftfeuchtigkeit im Raum zur Ermittlung möglicher energetischer Mehrverbräuche (Heizwärme, Klimatisierungswärme)
- e) Messung der Feuchtigkeit der Gebäudeaußenwand zur Ermittlung der möglichen Einflussnahme der Wärmedurchgangskoeffizienten

Der Messaufbau für die einzelnen Messungen erfolgte wie im Folgenden beschrieben:

zu a) Zusammenschaltung der Verbraucher und Messung der Leistungsaufnahme während des Betriebes mittels VA-Messgerät,

Messgerät: Voltcraft Energy Logger 4000

zu b) Messung der Leistungsaufnahme während des Betriebes mittels VA-Messgerät,

Messgerät: Voltcraft Energy Logger 4000

zu c) Ermittlung der Lichtstärke auf der Oberfläche der Arbeitsplätze/Verkehrswege mittels Luxmeter

Messgerät: Luxmeter LX1010B

zu d) Messung von Raumtemperatur und Raumlufffeuchte in einem exemplarischen Büroraum mittels Thermometer und Hygrometer

Messgerät: Thermometer und Hygrometer TFA Germany

zu e) zerstörungsfreie Messung der Mauerwerksfeuchte mittels Feuchtigkeitsmessgerät an der Gebäudeaußenwand

Messgerät: Feuchtigkeitsmesser von C+P

### **Erläuterung zu den Messungen**

zu a) Stromverbrauch

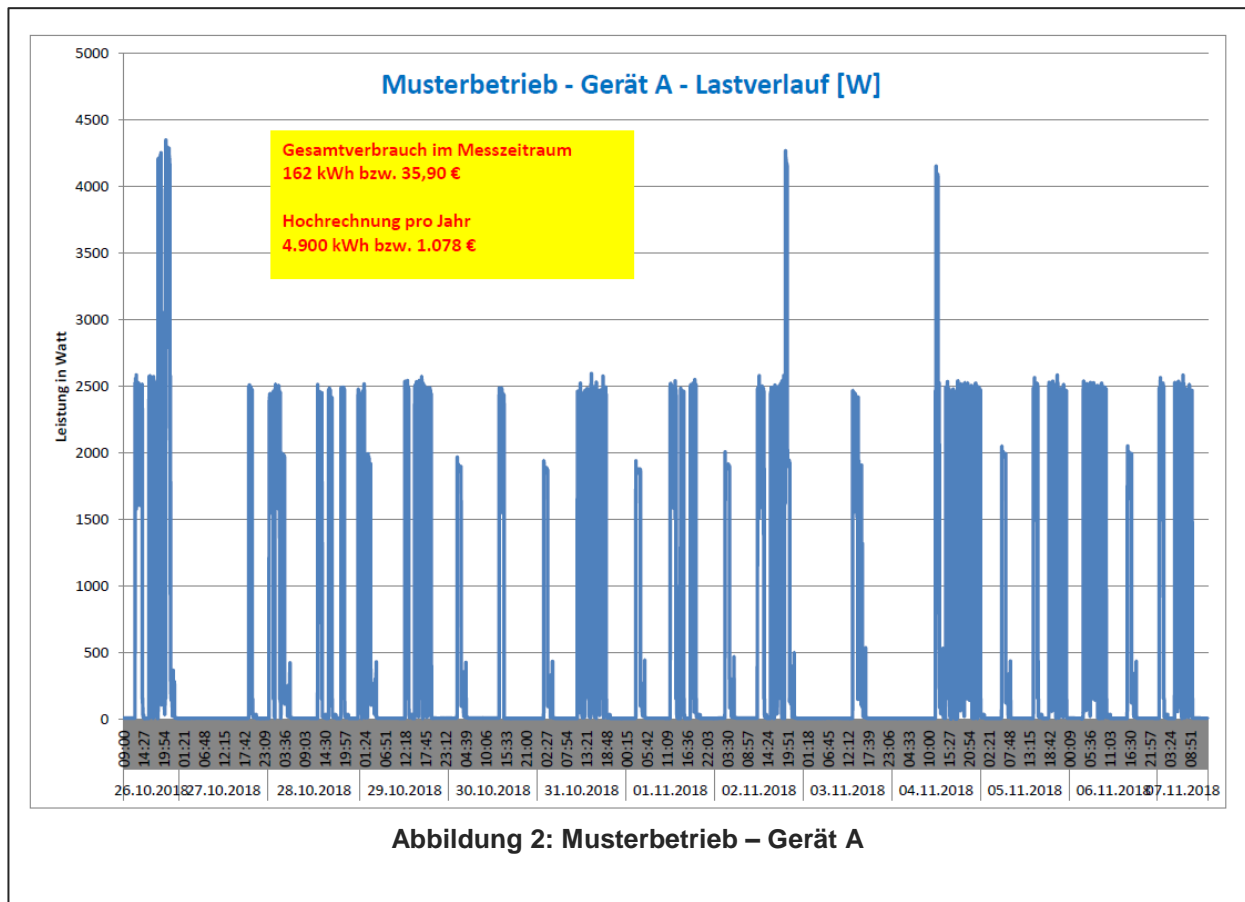
Die Leistungsaufnahme von Gerät A wurde näher untersucht, indem temporär der Stromverbrauch gemessen und daraus der Jahresverbrauch berechnet wurde.

Bei der Messung wurde der Stromverbrauch über 12 Tage / 294 Stunden ermittelt, um einen durchschnittlichen Verbrauch pro Betriebsstunde zu berechnen.

Dieser durchschnittliche Verbrauch wurde mit den Betriebsstunden multipliziert und so der Jahresverbrauch von Gerät A hochgerechnet. In den zu betrachteten Objekt erfolgte die Ermittlung des Gesamtjahresverbrauches für die Geräte A durch weitere Multiplikation mit der Anzahl der weiteren Geräte.

Die Messungen und die Hochrechnungen zeigen, dass die durchgeführten Schätzungen für die Wäscherei bereits sehr nah an die tatsächlichen Verbrauchswerte herankommen und damit als Grundlage für weitere Schritte verwendet werden können.





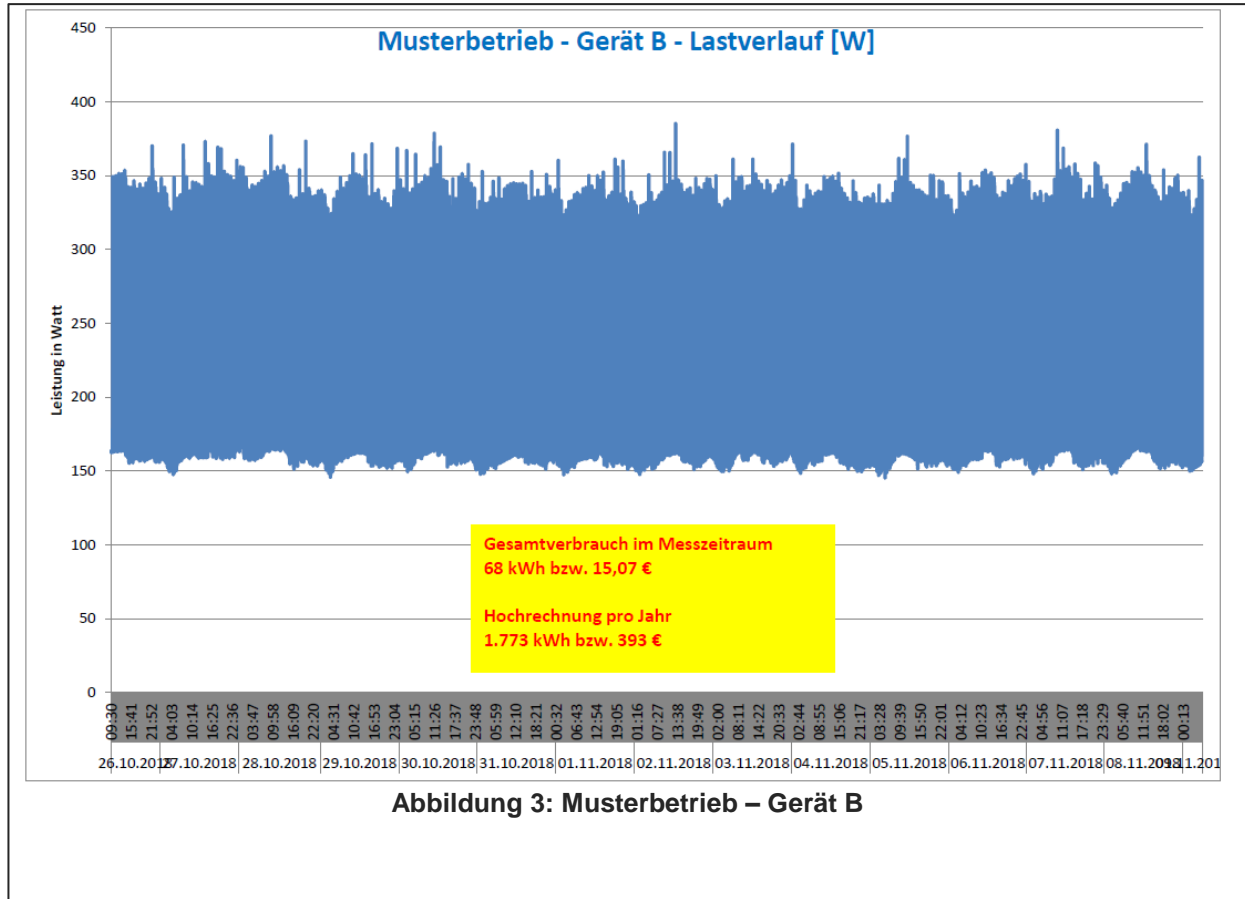
zu b) Stromverbrauch Gerät B

Die Leistungsaufnahme von Gerät B wurde näher untersucht, indem temporär der Stromverbrauch gemessen und daraus der Jahresverbrauch berechnet wurde.

Bei der Messung wurde der Stromverbrauch über 14 Tage / 334 Stunden ermittelt, um einen durchschnittlichen Verbrauch pro Betriebsstunde zu berechnen.

Dieser durchschnittliche Verbrauch wurde mit den Betriebsstunden multipliziert und so der Jahresverbrauch von Gerät B hochgerechnet. In den zu betrachteten Objekt erfolgte die Ermittlung des Gesamtjahresverbrauches für die Geräte B durch weitere Multiplikation mit der Anzahl der Geräte B.

Die Messungen und die Hochrechnungen zeigen, dass die durchgeführten Schätzungen für die Geräte B bereits sehr nah an die tatsächlichen Verbrauchswerte herankommen und damit als Grundlage für weitere Schritte verwendet werden können.



#### zu c) Ermittlung der Lichtstärke auf der Arbeitsplatzoberfläche

Die Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsoberfläche wird unter Nutzung des Tageslichtes, der Deckenbeleuchtung und, soweit vorhanden, mit der Arbeitsplatzbeleuchtung einzeln und jeweils kombiniert gemessen.

Im Vergleich zu den gem. Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) ASR A3.4 Beleuchtung erforderlichen Belichtungswerten wurden die Messwerte hinsichtlich ihrer Abweichung zur Norm bewertet und Vorschläge zur Optimierung der Lichttechnik und somit zur Stromverbrauchsoptimierung für die Büroräume erarbeitet.

Analog erfolgte die Bewertung des exemplarischen Verkehrswegs.

#### zu d) Messung von Raumtemperatur und Raumluftfeuchte

Die Messung dieser Positionen dient der Ermittlung der zur Beheizung (Kühlung) der Räume aufgewandten Wärme- bzw. Elektroenergie.

Die Messwerte wurden verglichen mit den Richtlinien der Arbeitsstättenverordnung ASR A6 Raumtemperatur und hieraus Rückschlüsse zur Optimierung des Wärme- und Stromverbrauchs gezogen.

Die zusätzliche Messung der Raumlufffeuchte auf Grundlage der ArbStättV ASR5 Lüftung dient der Information über das „Behaglichkeitsgefühl“ für die Mitarbeiter. Die Luftfeuchte hat darüber hinaus Einfluss auf die Gesundheit der Mitarbeiter, insbesondere bezogen auf die Luftwege, Augen und die Haut.

#### zu e) zerstörungsfreie Messung der Mauerwerksfeuchte

Die Messung wurde zur Bewertung des bautechnischen Zustandes der Gebäudehülle (speziell der Außenwand) durchgeführt.

Grundsätzlich gilt, dass sich Feuchte im Mauerwerk auf die Wärmeleitfähigkeit des/r Baustoffe/s der Außenwände auswirkt. Umso höher die Feuchtigkeitswerte der Außenwand, desto höher der Wärmedurchlass. Somit wird durch feuchte Außenwände eine höhere Wärmetransmission stattfinden, weshalb der Heizwärmebedarf innerhalb des Gebäudes steigt.

Die Feuchte im Mauerwerk sollte 10 ... 15% nicht übersteigen, dies konnte in den Messungen am Gebäude des Musterbetriebes nachgewiesen werden.

## 4.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung zum Gesamtenergieverbrauch wurde auf Grundlage der Gesamtdatenerfassungstabelle des beratenden Unternehmens durch den Musterbetrieb vorgenommen. Es wurden alle für die Ermittlung des Ausgangszustands bezüglich der Energieverbräuche (Elektroenergie, Wärmeenergie) erforderlichen Verbräuche in dieser Tabelle erfasst und aufgenommen.

**Tabelle 5: Gesamt-Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> Emissionen**

<b>Gesamt-Energieverbrauch Musterbetrieb</b>				
	<b>Strom</b>	<b>Erdgas</b>	<b>Benzin</b>	<b>Gesamt</b>
	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/a</b>
<b>GESAMT</b>	<b>72.379</b>	<b>204.673</b>	<b>5.646</b>	<b>282.698</b>
	25,60%	72,40%	2,00%	100%
	<b>Strom</b>	<b>Erdgas</b>	<b>Benzin</b>	<b>Gesamt</b>
	<b>t CO<sub>2</sub>e/a</b>	<b>t CO<sub>2</sub>e/a</b>	<b>t CO<sub>2</sub>e/a</b>	<b>t CO<sub>2</sub>e/a</b>
<b>GESAMT</b>	<b>15</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>67</b>
	22,55%	74,70%	2,76%	100%

Für den zu bewertenden Standort des Musterbetriebes erfolgte auf Grundlage einer spezifischen Datenerfassungstabelle die detaillierte Erfassung nachfolgender Daten:

- zu bewertendes Unternehmen mit Firmensitz
- Geschäftsführer
- Anzahl der Mitarbeiter
- Umsatz des Geschäftsjahres vor dem Audit
- Angaben zu Grundflächen (Nutzflächen) und beheizten Flächen
- Arbeitszeiten
- Dokumente, aus denen die zu erfassenden Daten hervorgehen (mitgeltende Unterlagen)
- Verbräuche und Rechnungen zur elektrischen Energie und Wärmeenergie
- Aufteilung des Verbrauchs an elektrischer Energie (Erfassung der Hauptverbraucher) zur Ermittlung von Maßnahmen der Verbrauchsoptimierung
- Aufteilung des Wärmeverbrauchs

Durch Eintrag der Daten in die objektbezogene Datenerfassungstabelle und durch in der Tabelle hinterlegte Kennziffern erfolgte die grafische Darstellung des Energieverbrauchs und der Energiekosten zu den betrachteten Verbrauchsarten (Strom, Wärme, Kraftstoffe). Eine erste Ansicht der Verbrauchs- und Kostenverteilung wurde somit bereits zur Datenerfassung ermöglicht.

### 4.3 Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte auf Basis der Tabellen zur Datenerfassung.

Die Auswertung der Datenerfassung und des Außeneinsatzes wird hier kurz zusammengefasst.

Ausgangsbasis:

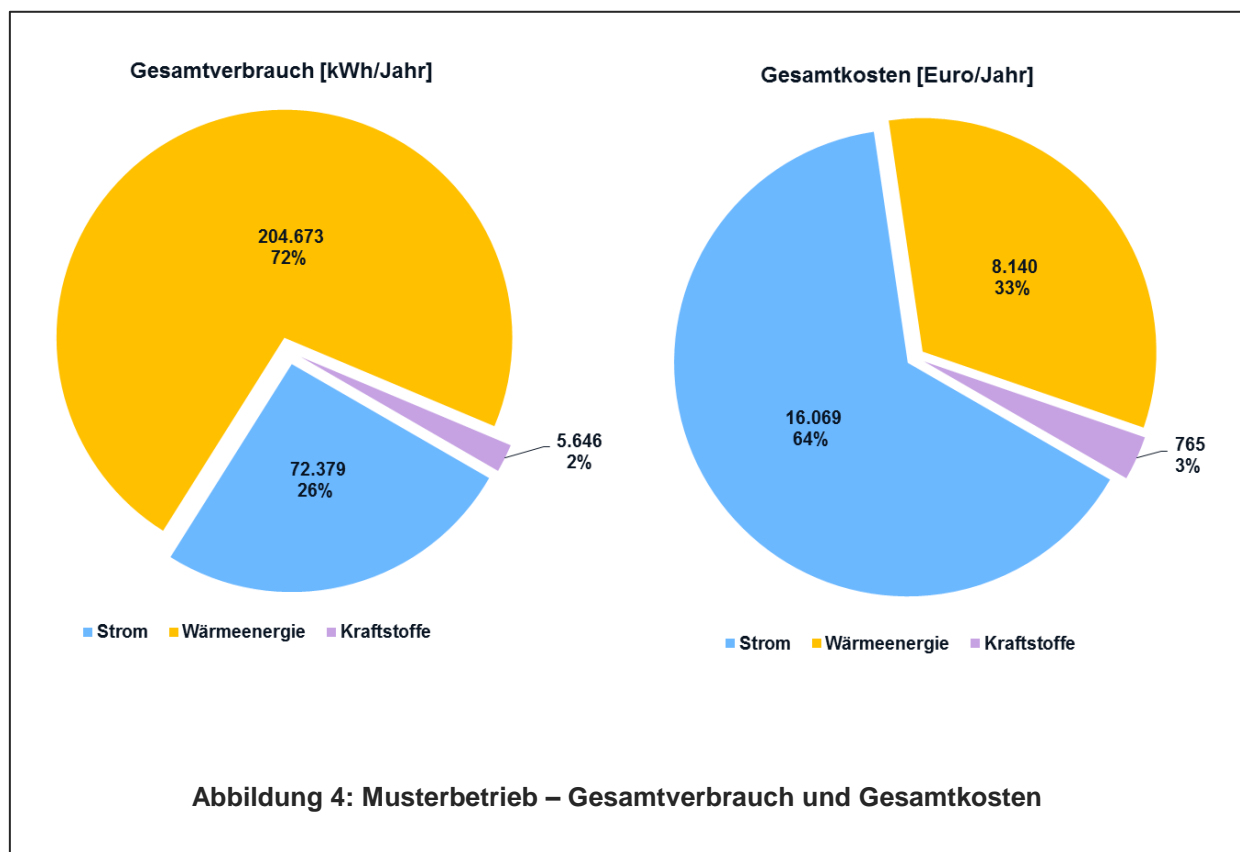
Zum Vergleich der erfassten Daten der einzelnen Objekte werden in der Bewertung der Gebäude drei Vergleichswerte herangezogen:

- Der **Bestwert** stellt den technisch machbaren Wert für Gebäude mit vergleichbarer technischer Ausstattung dar, der eine **klare, zukunftsweisende Zielstellung** für die bewerteten Gebäude darstellt.
- Der **Benchmark** ist der durchschnittliche Wert für Gebäude mit vergleichbarer technischer Ausstattung. Es sind Gebäude aus ganz Deutschland in die Berechnung dieses Wertes eingeflossen.
- Der **Ist-Wert** ist der rechnerisch aus den Verbrauchsdaten ermittelte Wert für das bewertete Objekt (wird in den Erfassungstabellen der Objekte ausgewiesen).

Die Kennziffern für Best- und Benchmark-Werte für Mustergebäude mit höherer technischer Ausstattung sind:

Tabelle 6: Kennziffern – Quelle: XXXXXX

		Bestwert	Benchmark	IST-Wert
<b>Stromverbrauchszahl</b>	kWh/m <sup>2</sup> a	15 ... 20	76 ... 200	38
<b>Wärmeverbrauchszahl</b>	kWh/m <sup>2</sup> a	40 ... 55	144 ... 340	100



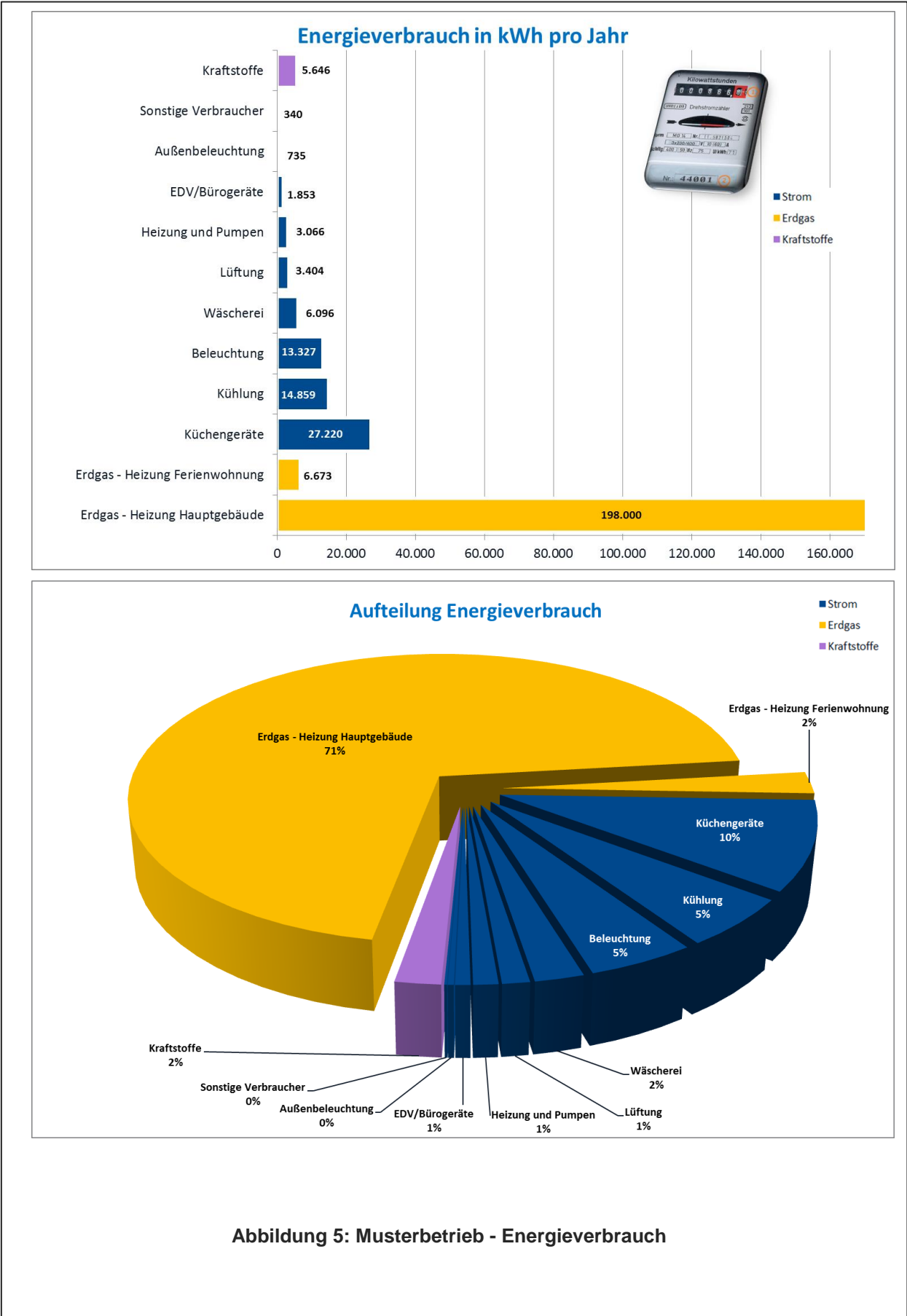


Abbildung 5: Musterbetrieb - Energieverbrauch

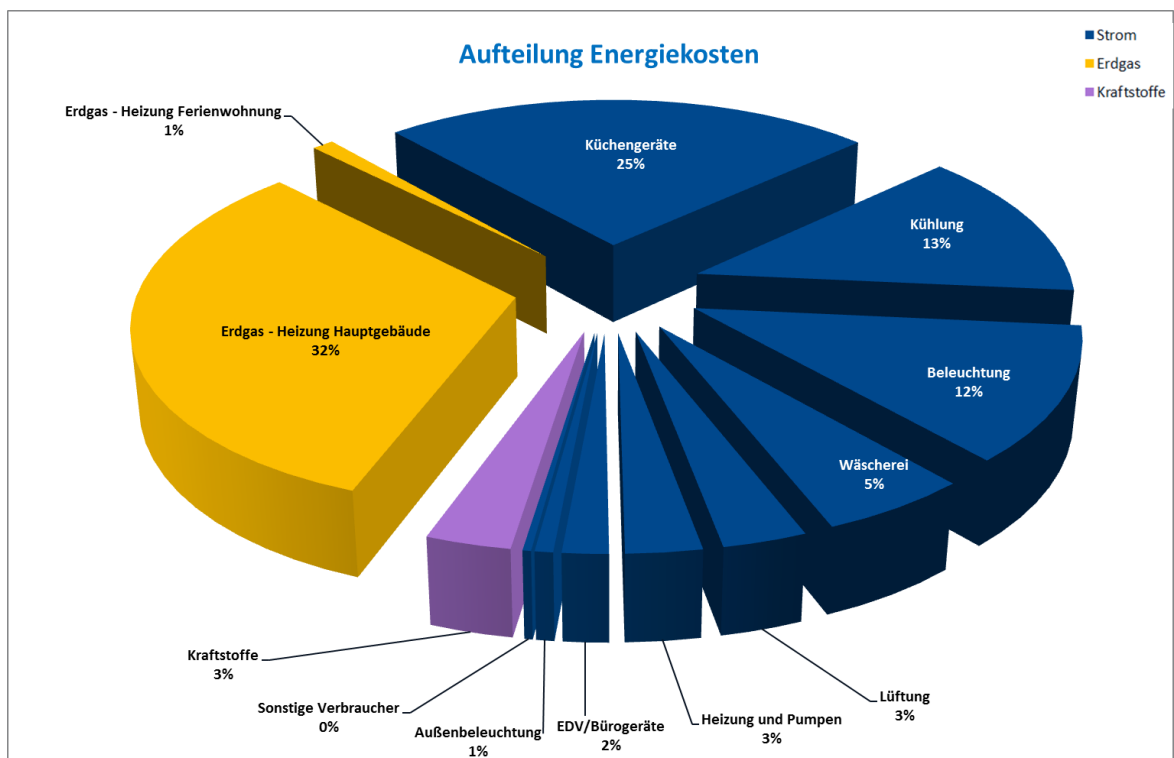
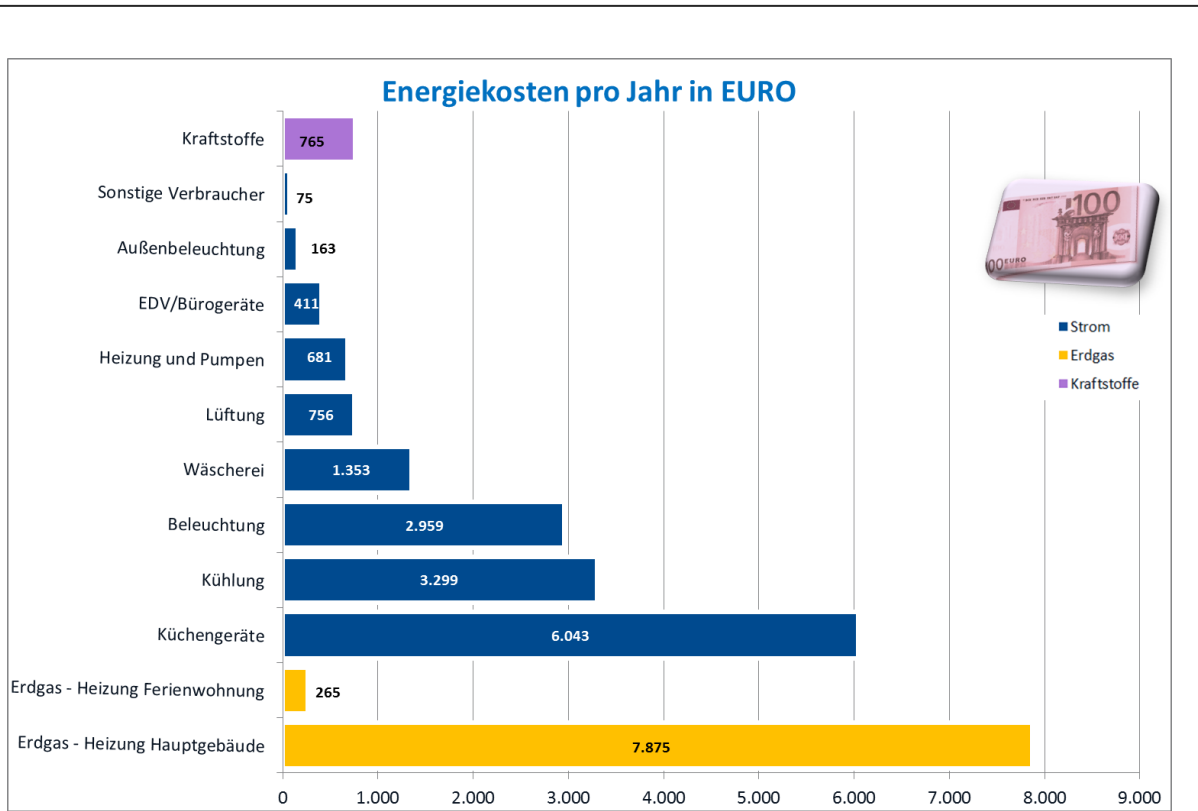
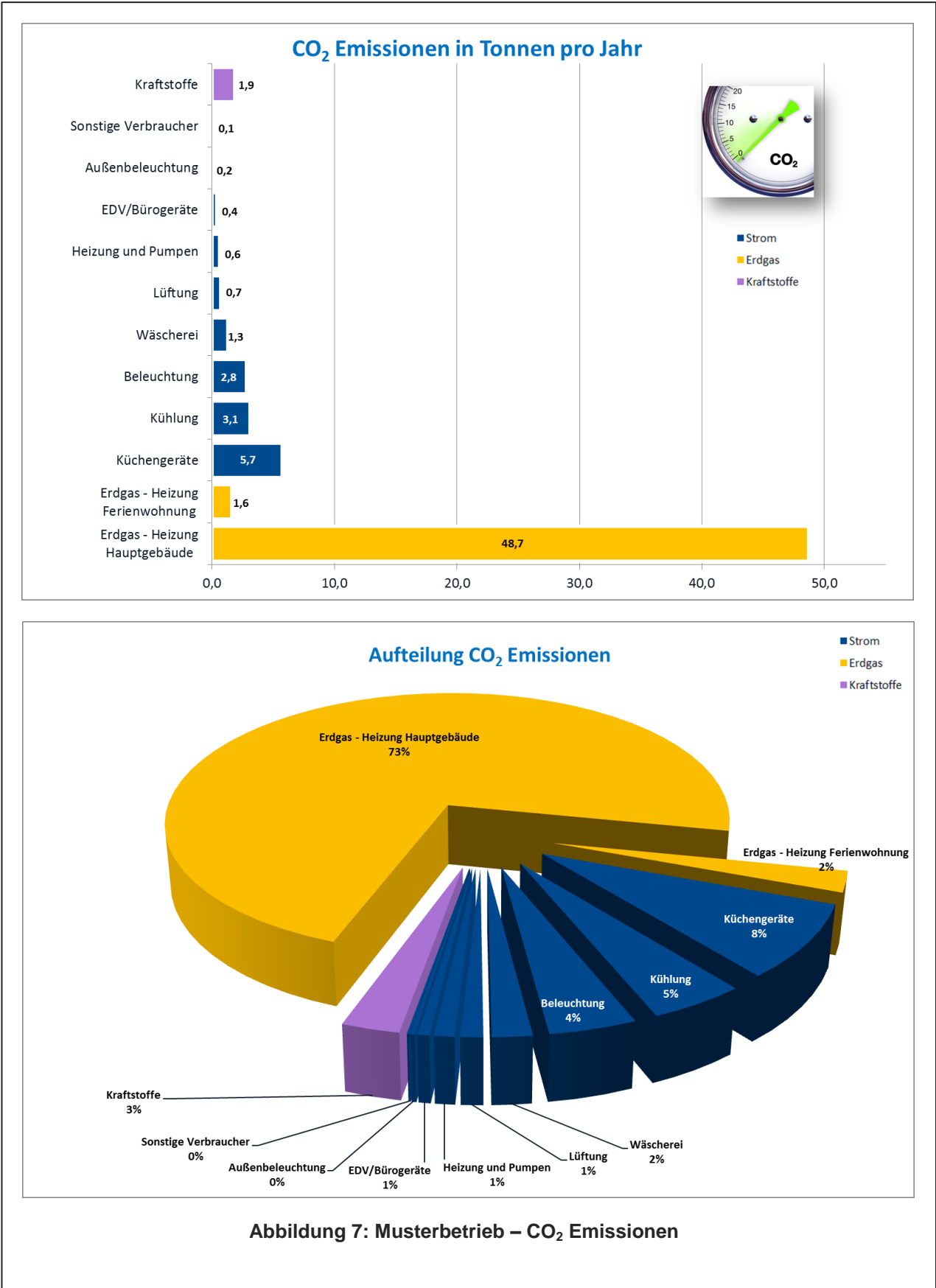


Abbildung 6: Musterbetrieb – Energiekosten





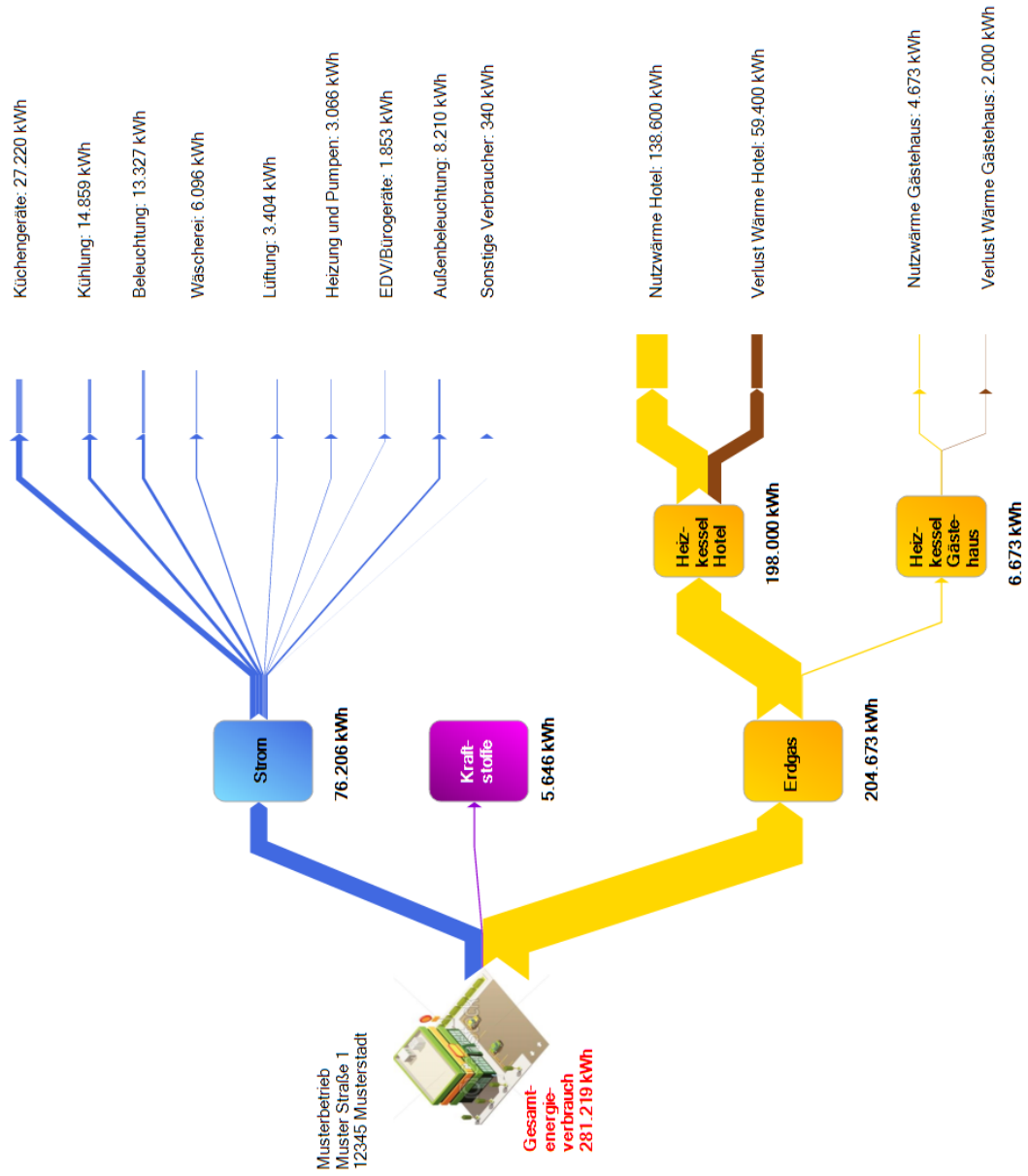


Abbildung 8: Musterbetrieb – Energiefluss Schema

## 5 Effizienzsteigernde Maßnahmen

### 5.1 Eingesetzte Energieträger

Der Musterbetrieb bezieht Energie in Form von Strom, Erdgas und Benzin.

Der Strombezug erfolgt über die Stadtwerke Musterstadt, Musterstadt. Die wesentlichen Stromverbraucher sind die Küchengeräte, die Kühlung und die Beleuchtung. Der durchschnittliche Verbrauch im Referenzzeitraum lag bei ca. 72 MWh pro Jahr. Das führt zu Jahresstromkosten von ca. 16.000 Euro bei einem durchschnittlichen Nettobezugspreis von 22,20 ct/kWh. Alle genannten Preise sind Nettopreise und verstehen sich zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. Alle anderen Steuern und Abgaben und der Grundpreis sind in den oben genannten Preisen enthalten.

Ein Vergleich des Strompreises bei diesem Abnahmeverhalten hat ergeben, dass ein Wechsel des Anbieters im Moment keinen Preisvorteil ergeben würde. Es sollte jedoch jährlich der aktuelle Preis überprüft werden, um hier eventuell einen günstigeren Lieferanten zu finden.

Der Erdgasbezug erfolgt ebenfalls über die Stadtwerke Musterstadt GmbH, Musterstadt. Erdgas wird benötigt zur Beheizung. Im Referenzzeitraum lag der durchschnittliche Erdgasverbrauch bei rund 205 MWh pro Jahr zu Kosten von rund 8.100 Euro pro Jahr. Der Nettobezugspreis liegt durchschnittlich bei ca. 3,98 ct/kWh. Dieser Preis beinhaltet neben den reinen Energieträgerkosten auch sämtliche Steuern und Abgaben, sowie die Netzentgelte. Die gesetzliche Mehrwertsteuer ist nicht enthalten.

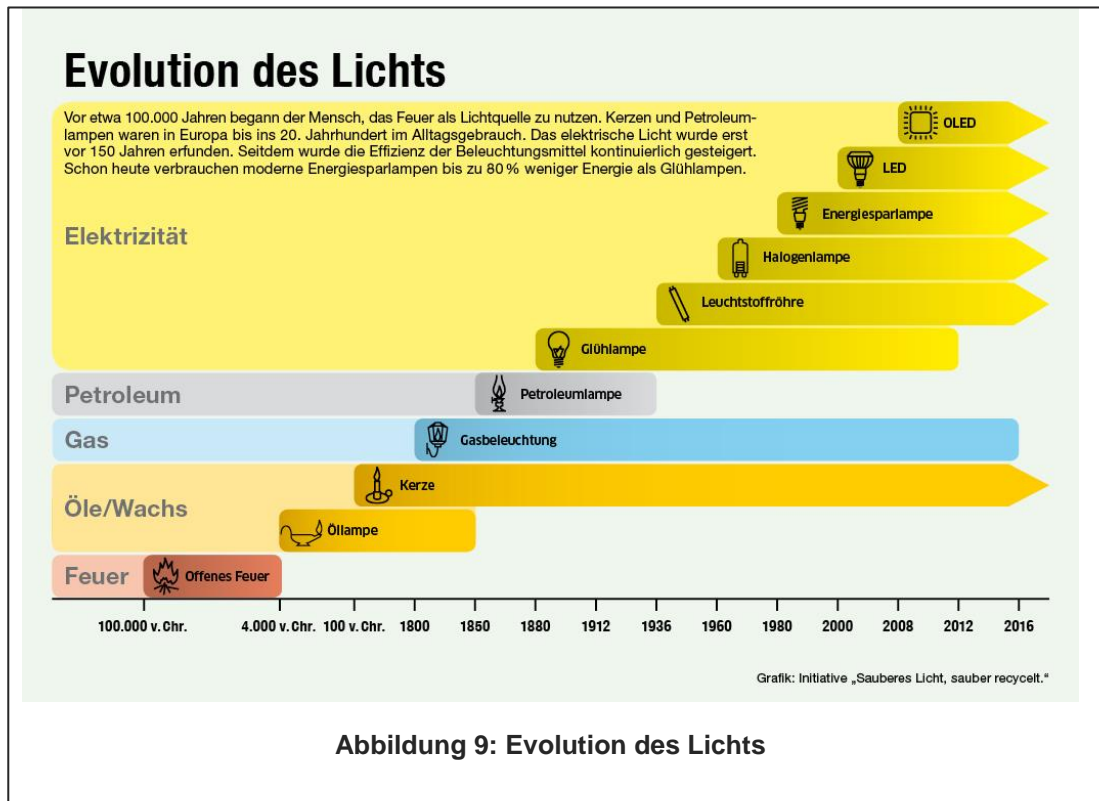
Ein Wechsel des Anbieters im Bereich Erdgas würde Sinn machen. Der Preisvorteil beträgt ca. 650 Euro pro Jahr.

Der Kraftstoffbezug in Form von Benzin erfolgt an öffentlichen Tankstellen. Im Referenzzeitraum lag der durchschnittliche Benzinverbrauch bei rund 5.600 kWh pro Jahr zu Kosten von rund 765 Euro pro Jahr. Der Nettobezugspreis liegt durchschnittlich bei ca. 13,55 ct/kWh. Dieser Preis beinhaltet neben den reinen Energieträgerkosten auch sämtliche Steuern und Abgaben. Die gesetzliche Mehrwertsteuer ist nicht enthalten.

Eine Empfehlung zur Einsparung liegt im Beobachten der aktuellen Tankstellenpreise.

## 5.2 Beleuchtung

Die Nutzung der Elektronik bietet die Möglichkeit die Energiekosten erheblich zu reduzieren.



### Vorteile der LED Beleuchtung

#### Verhalten

- Maximale Helligkeit 100% sofort nach dem Einschalten
- Gleichmäßig helle Ausleuchtung  
Flimmerfrei, ideales Leuchtmittel für Arbeitsplatz, Büro, Halle, Lager oder Geschäftsräume
- Geräuschfrei, kein störendes Brummen des Vorschaltgeräts
- Helligkeit sehr viel konstanter über die Lebensdauer im Vergleich zum Helligkeitsverlust bei einer Leuchtstoffröhre (LED-Beleuchtung typisch ca. 5% über 1.000 Stunden)
- Beleuchtungsstärke direkt vergleichbar mit Leuchtstoffröhren.
- Sehr lange Lebensdauer (50.000 Std im Vergleich zu 6.500 Std einer Leuchtstoffröhre)
- Lebensdauer einer LED-Leuchte bei 24 Stunden pro Tag ca. 5,7 Jahre, im Vergleich zu 0,74 Jahren bei Leuchtstoffröhren.

- LED-Leuchten sind besonders geeignet bei wirtschaftlichen Dauereinsatz wie z.B. in Parkhäusern, Garagen, Gängen, Lagerhallen, Büro, Hochregallager oder Werkstatt

#### Kostenreduzierung

- Hoher Wirkungsgrad und damit geringer Energieverbrauch (durch Wegfall von Starter und Vorschaltgerät Einsparung von ca. 13 Watt). Beispiel 150 cm Leuchtstoffröhre: Gesamtleistung = 58 W + 13 W = 71 W
- Einsparung von Stromkosten (bei 150 cm Leuchtstoffröhre: 22 W gegenüber 71 W gleich ca. 70 % Energieeinsparung)
- Reduzierung von Wartungskosten, LED-Leuchten sind praktisch wartungsfrei
- Reduzierung von Wechselkosten
- Reduzierung der Klimatisierungskosten durch Geringe Wärmeentwicklung
- Reduzierung der Lagerkosten von Leuchtmitteln
- Reduzierung der Transportkosten von Leuchtmitteln
- Reduzierung der Entsorgungskosten

#### Bruchsicherheit, Splitterschutz

- Hohe Bruchsicherheit aufgrund von Polycarbonat (PC) Abdeckung, kein Splitterschutz notwendig

#### Amortisation

- Aufgrund der eingesparten Stromkosten Amortisation innerhalb kurzer Zeit. Werden alle Kosteneinsparungen (siehe oben: Kostenreduzierung) eingerechnet, macht sich eine LED-Leuchte in weniger als 2 Wechselzyklen einer Standard-Leuchtstoffröhre bezahlt

Die Umstellung der Beleuchtung im Musterbetrieb ist bereits seit Jahren im Gange. Es besteht hier akut kein weiterer Handlungsbedarf. Die gemessenen Beleuchtungswerte unterschreiten nicht die Werte der Arbeitsstätten-Verordnung. Am Standort sind überwiegend LED Leuchten im Einsatz. Nur im Bereich der Küche sind noch Leuchtstoffröhren im Einsatz. Es wurden 270 – 1.200 Lux gemessen (Messprotokolle in der Anlage).

Die Beleuchtung umfasst einen Anteil von ca. 17% des Strombedarfs und ca. 5% des Gesamtenergiebedarfs des Hotels

#### Vorschlag (geringinvestiv)

*Aus Erfahrungswerten und unter Beachtung der eingesetzten Leuchten wird angesetzt, dass mindestens 10 % Elektroenergie durch bewussteren Umgang mit der Beleuchtung eingespart werden kann.*

Mit Präsenzmeldern können die Stromkosten für die Beleuchtung in untergeordneten Räumen um bis zu 70% reduziert werden.

Präsenzmelder erfassen die Anwesenheit von Personen im Raum und messen gleichzeitig die Intensität des natürlichen Lichts. Wird ein vorher festgelegter Helligkeitsgrad unterschritten, genügen kleinste Bewegungen, um die Beleuchtung zu aktivieren. Reicht die Umgebungshelligkeit jedoch aus oder erkennt der Melder keine Anwesenheit mehr, schaltet er das Licht wieder aus. Ideal für

Konferenzräume, lange Flure, Keller, WC's und Eingangsbereiche etc.

Die Melder reagieren je nach Typ auf Bewegung, Geräusche oder Infraschall, d.h. z.B. den Luftdruck, der von sich öffnenden Türen erzeugt wird. Manche Melder kombinieren verschiedene Signale.

Der Präsenzmelder kann alternativ für Schaltuhren resp. Bewegungsmelder eingesetzt werden.

Bei einer eventuellen Sanierung der Beleuchtung, sollte über den Einsatz von Präsenzmeldern mit nachgedacht werden.

#### Vorschlag (geringinvestiv)

*Es ist insbesondere für wenig genutzte Räume (Lager, Archiv, etc.) die Nutzung von automatischen Ein-/Abschaltssystemen zu prüfen. Der Einsatz von Präsenzmeldern sollte bei jeder Umbaumaßnahme in Konferenzräumen geprüft werden.*

*Diese Maßnahmen sind auch bei Umstellung auf LED-Beleuchtungsmitteln zusätzlich möglich.*

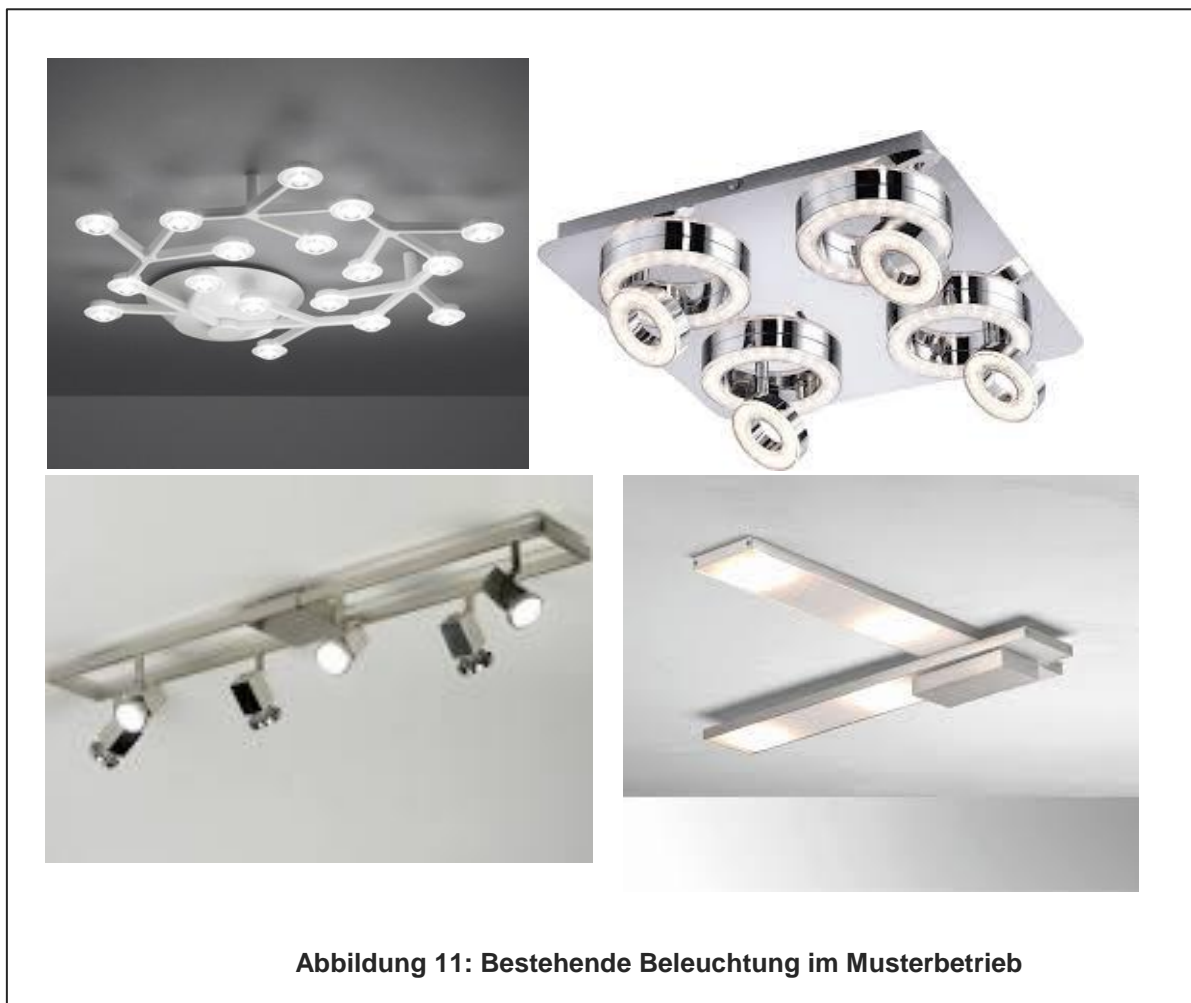
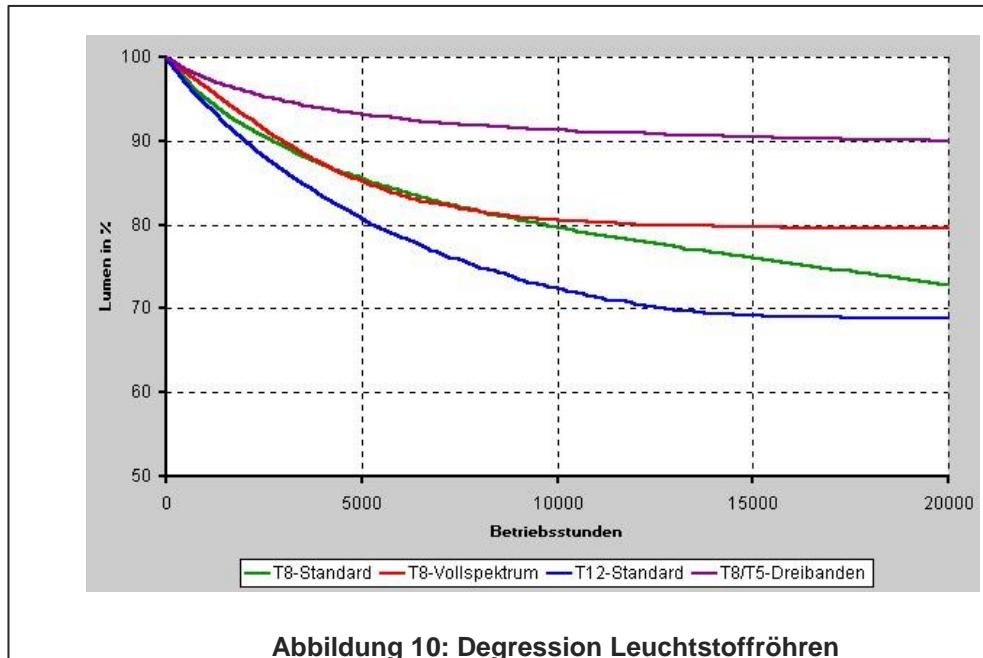
#### Überlegung – Hygiene-Beleuchtung

*Der Einsatz der sogenannten Hygiene Beleuchtung dient zur Bekämpfung der Verbreitung von Krankheitserregern durch aerogene Übertragung (husten, niesen) und der Beseitigung von Ausgasungen aus Einrichtungsgegenständen, Baustoffen und Bürotechnik (speziell Laserdrucker) sowie schlechten Gerüchen.*

*Die Hygiene Leuchten reinigen die Luft in äußerst effektiver Weise und sind damit in der Lage, durch aerogene Übertragung verursachte Infektionen wirksam zu verhindern. Der Einsatz erfolgt in LED-Panels. Beschichtet wird die transparente äußere Abdeckscheibe der Leuchte auf der dem Raum zugewandten Seite. Die aktive Schicht ist damit im direkten Kontakt mit der sie umgebenden Raumluft. Aufgrund ihrer sehr geringen Stärke ist die aktive HighTech-Beschichtung transparent und damit völlig lichtdurchlässig. Zu empfehlen wäre eine Hygiene Leuchte im Bereich der Rezeption.*

Die bestehende Beleuchtungsanlage im Bereich Küche und Erdgeschoß, die überwiegend noch mit Leuchtstoffröhren ausgerüstet ist, unterliegt einer sogenannten Degression, d.h.

einem Verlust an Lichtleistung in Bezug auf die Betriebsstunden. Innerhalb von 4 Kalenderjahren beträgt der Verlust ca. 20%, bezogen auf ca. 2.200 Betriebsstunden jährlich.



### Ist-Situation Beleuchtung (Innen)

- Im Bereich Erdgeschoß (vorwiegend Küche) mit noch T8 Leuchtstoffröhren im Betrieb
- Ermittelter Stromverbrauch: 1.066 kWh/Jahr
- Ermittelte Stromkosten: 236 Euro/Jahr
- Ermittelter CO<sub>2</sub> Ausstoß: 0,2 Tonnen/Jahr

### Schwachpunkte:

- Klassische Leuchtmittel (Leuchtstoffröhren) im Einsatz
- keine Bewegungs- oder Präsenzmelder vorhanden
- Beleuchtungszonen nur zum Teil vorhanden

### Potenziale:

- Umstellung der Beleuchtung auf moderne Beleuchtungssysteme, z.B. LED
- Das Einsparvolumen kann bis zu 600 kWh/Jahr bzw. 133 Euro/Jahr betragen
- Der CO<sub>2</sub> Ausstoß reduziert sich um ca. 0,126 Tonnen/Jahr

**Empfehlung:** Im Rahmen von zukünftigen Sanierungsarbeiten ist der Einsatz moderner Beleuchtungstechnik zu empfehlen.

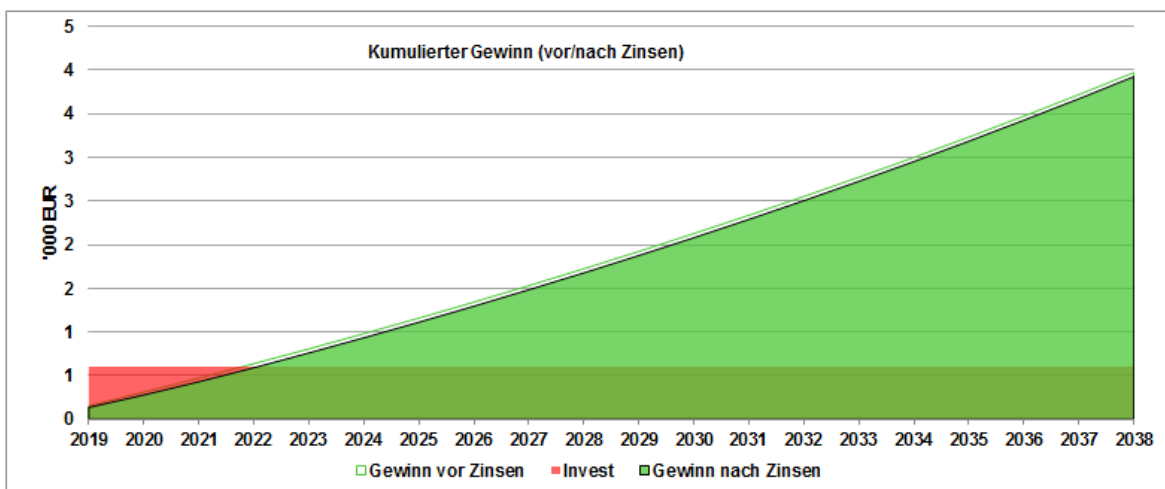
### Investitionskalkulation LED Beleuchtung

Die Grundlage der Kalkulation basiert auf folgenden Maßnahmen:

- Austausch der bestehenden Beleuchtung (T8 Leuchtstoffröhren)
- Einsatz LED Leuchten

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für die LED, Planung und Montage. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 20 Jahre
- Investitionssumme 600 EUR
- Sonstige Kosten 20 EUR/Jahr
- Energiekosteneinsparung 130 EUR/Jahr



Einsparpotential			
	kWh	Geldwert	Tonnen CO <sub>2</sub>
Pro Jahr	600 kWh	130 Euro	0 Tonnen CO <sub>2</sub>
<b>In 20 Jahren</b>	<b>12.000 kWh</b>	<b>4.000 Euro</b>	<b>3 Tonnen CO<sub>2</sub></b>

Investition	Statische Amortisation	Interne Verzinsung	Netto-Barwert
600 €	4,1 a	27,8%	2.280 €
	Steigerung Energiekosten		3% p.a.
	Interner Kalkulationssatz		3%

Abbildung 12: Wirtschaftlichkeit Beleuchtung



## 5.3 Küchengeräte

### Ist-Situation

- Kaffeeautomaten, Konvektomat, Mikrowelle, Salamander, Geschirrspüler, Brater, Induktionsherd, Tellerwärmer, etc.
- Verschiedene Anschlusswerte von 300 Watt bis 16,3 KW
- Unterschiedliche Betriebszeiten
- Geschätzter Gesamtverbrauch: ca. 27 MWh pro Jahr bzw. ca. 6.000 Euro pro Jahr

### Potenziale

- Stand-by Verluste von elektrischen Geräten vermeiden, bzw. auf das notwendige Maß zu reduzieren
- Restwärme nutzen
- Grillen mittels eines Kombidämpfers anstatt eines Röstgrills
- Garen vorzugsweise mit einem Vakuumgarer

Zum Vergleich:

<u>Garen mit:</u>	<u>relativer Energieverbrauch:</u>
Vakuumgarer:	50 %
Combidämpfer:	100 %
Drucksteamer:	160 %

- Beim Warmhalten von Speisen nach Möglichkeit auf Wasserbad verzichten
- Geschirrspüler: Auf Vorspülen verzichten, nur bei vollem Gaststättenbetrieb nutzen, sonst per Hand spülen
- Nur voll ausgelastete Maschinen betreiben
- Ersatz des Konvektomaten durch einen multifunktionalen Heißluftdämpfer mit einer möglichen Ersparnis von bis zu 55 Prozent Energie
- Reduzierung des elektrischen Verbrauches des Durchlauferhitzers in der Spülmaschine durch Warmwasseranschluss für die Geschirrspülmaschine

- Modernisierung von Küchengeräten (e.g. Backöfen mit Umluftbetrieb, Induktionstechnik, Einsatz von Geräten der Klasse A++ bei Ersatz )
- Energieträgersubstitution, d. h. Umstellung auf Gasgeräte für die Küche auf Basis Erdgas. Dazu gehören Geräte mit Gas-Kochfeldern aus Glaskeramik, Unterbau- und Einbauherde mit konventionellen Gasbackofen oder Gas-Kombibackofen mit Wahlmöglichkeit im Umluftbetrieb.
- Die Möglichkeit einer gasbeheizten Spülmaschine ist ebenfalls zu prüfen
- Eventuell über ein Lastmanagement nachdenken – dauerhafte Senkung der Leistungsspitze beim Strom

## 5.4 Kühlgeräte

### Ist-Situation

- Kühlkammer, Kühlschränke, Kühltruhen, diverse Kühler
- Verschiedene Anschlusswerte von 300 Watt bis 5 KW
- Unterschiedliche Betriebszeiten
- Geschätzter Gesamtverbrauch: ca. 15 MWh/Jahr bzw. ca. 3.300 Euro pro Jahr

### Potenziale

- Möglichst getrennte Aufstellung der Kühlanlagen entfernt von den Wärmeerzeugern
- Kühlaggregate nicht zustellen – freie Zirkulation gewährleisten
- Ausschöpfen oberer Kühlgrenztemperaturen durch Einsatz von elektronischen Thermostaten
- Bei den Kühlanlagen sollte überprüft werden, ob unter Berücksichtigung der Produktqualität eine Anhebung der Kühltemperaturen möglich ist.
- Je niedriger die Verdampfungstemperatur ist, desto höher ist der Energiebedarf der Kälteanlage.
- Jedes Grad das niedriger ist, als notwendig, hat einen Energiemehrbedarf von 3% am Motor der Kälteanlage zur Folge.
- Regelmäßig abtauen, sofern nicht bereits automatisch vorhanden

- Die Verdampfer der Kühlräume sollten regelmäßig enteist werden. Vereiste Verdampfer verschlechtern den Wirkungsgrad der Wärmeübertragung.
- Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Türen zu den Kühlräumen nicht länger als notwendig geöffnet sind. Neben der Erwärmung der Kühlräume erhöht sich auch die Luftfeuchte. Dies beschleunigt das Vereisen der Verdampfer.
- Des Weiteren empfehlen wir die Türdichtungen regelmäßig zu reinigen und mit Talkum einzureiben, um die Geschmeidigkeit der Dichtungen zu erhalten und einen dichten Türschluss zu gewährleisten.

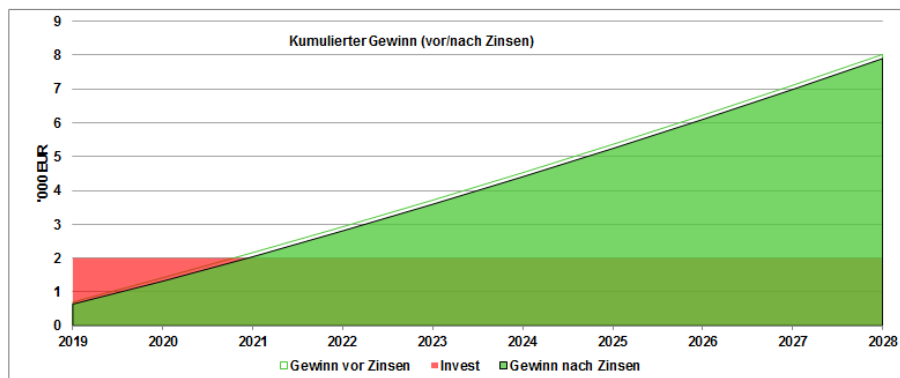
### Investitionskalkulation Kühlung

Die Grundlage der Kalkulation basiert auf folgenden Maßnahmen:

- Austausch von Kühltruhen
- Einsatz von Kühltruhen der Effizienzklasse A+++

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für die Kühltruhen. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 10 Jahre
- Investitionssumme 2.000 EUR
- Energiekosteneinsparung 700 EUR/Jahr



	Einsparpotential		
	kWh	Geldwert	Tonnen CO <sub>2</sub>
Pro Jahr	3.000 kWh	700 Euro	1 Tonne CO <sub>2</sub>
<b>In 10 Jahren</b>	<b>30.000 kWh</b>	<b>8.000 Euro</b>	<b>6 Tonnen CO<sub>2</sub></b>

Investition	Statische Amortisation	Interne Verzinsung	Netto-Barwert
2.000 €	2,9 a	35,8%	4.796 €

Steigerung Energiekosten 3% p.a.

Interner Kalkulationssatz 3%

**Abbildung 13: Wirtschaftlichkeit Kühlung**

## 5.5 Wäscherei

### Ist-Situation

- Anzahl der Waschmaschinen: 2, Anschlussleistung 5,3 kW
- Anzahl der Trockner: 1, Anschlussleistung 2,5 kW
- Gesamtverbrauch: ca. 6 MWh/Jahr bzw. ca. 1.400 Euro pro Jahr

### Potenziale

- Wäsche vorsortieren – nach Verschmutzungsgrad, leicht verschmutzte Wäsche getrennt mit kürzeren Waschgängen waschen
- Waschmaschinen richtig beladen – halbvolle Waschmaschinen benötigen fast genauso viel Energie wie volle
- Waschmaschinen an einen Warmwasseranschluss anschließen, um das Aufheizen von kaltem Wasser zu vermeiden – noch besser Wärmerückgewinnung nutzen
- Richtige Waschtemperatur wählen
- Schleuderprogramm ausnutzen – benötigt beim Trocknen weniger Energie, ideal 1200 U/min
- Muss trocknen immer mit dem Trockner erfolgen?
- Prüfung der Umstellung auf Erdgas
- Eventuell über ein Lastmanagement nachdenken, Wäscherei antizyklisch zur Küche betreiben – dauerhafte Senkung der Leistungsspitze beim Strom
- Bei Nichtbetrieb Geräte vom Stromnetz trennen (Stand by vermeiden)

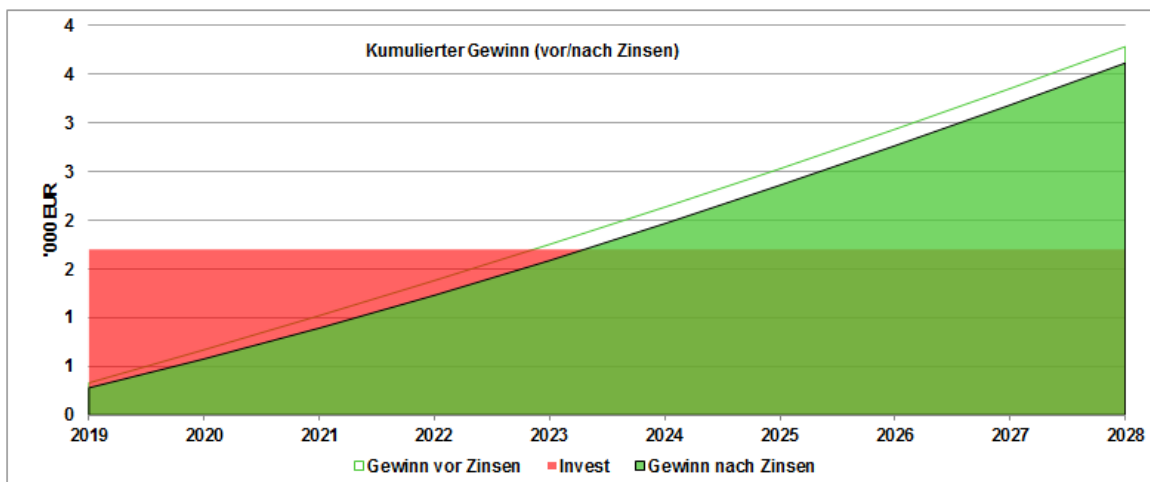
## Investitionskalkulation Wäscherei

Die Grundlage der Kalkulation basiert auf folgenden Maßnahmen:

- Austausch der bestehenden Waschmaschinen und Trockner
- Einsatz moderner Geräte mit Effizienzklasse A+++

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für die LED, Planung und Montage. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 20 Jahre
- Investitionssumme 1.700 EUR
- Energiekosteneinsparung 330 EUR/Jahr



Einsparpotential			
	kWh	Geldwert	Tonnen CO <sub>2</sub>
Pro Jahr	1.500 kWh	330 Euro	0 Tonnen CO <sub>2</sub>
<b>In 10 Jahren</b>	<b>15.000 kWh</b>	<b>3.800 Euro</b>	<b>3 Tonnen CO<sub>2</sub></b>

Investition	Statische Amortisation	Interne Verzinsung	Netto-Barwert
1.700 €	5,3 a	17,0%	1.504 €

Steigerung Energiekosten 3% p.a.

Interner Kalkulationssatz 3%

Abbildung 14: Wirtschaftlichkeit Wäscherei

## 5.6 Technische Gebäudeausstattung

### Bürogeräte / Arbeitshilfen / Fernsehgeräte

Bürogeräte bestehend aus PC und Bildschirm ist zu prüfen, ob dieser nach der Arbeit komplett ausgeschaltet werden kann. Beim Bildschirm wird empfohlen, diesen nach der Arbeit nicht im Standby zu betreiben, sondern komplett abzuschalten.

Der Betrieb von Druckern und Fotokopierer sollte abschaltbar erfolgen (z.B. Steckerleiste), um den stromzehrenden Stand-By-Betrieb zu vermeiden.

Bei Kopierern ist ein Großteil des verbrauchten Stroms auf den Stand-by-Modus zurückzuführen (Stromverbrauch ähnlich dem Drucker). Selbst bei einer guten Ausnutzung von 600 Seiten/Tag geht nicht einmal  $\frac{1}{4}$  des Stromverbrauchs auf den Kopiervorgang selbst zurück.

75 % der Energie werden verschwendet, während der Kopierer nicht benutzt wird.

Da Stand-by- oder Stromspartasten am Kopierer nur einen geringen Spareffekt von 10 – 20% haben, lohnt sich das Abschalten bereits bei einem Nichtbetrieb von 15 Minuten.

Ähnliches gilt für die Fernsehgeräte auf den Gästezimmern. Diese wurden gemessen und ergaben einen Standby-Verbrauch von 4,6 Watt im Standby. Das ergibt in der Hochrechnung einen Standby-Verbrauch von ca. 40 kWh pro Jahr bzw. 8,82 Euro pro Jahr und Fernseher.

Ebenfalls gemessen wurde der Standby-Verbrauch einer Schreibtischlampe. Diese hatte einen Verbrauch von 0,011 kWh/Nacht (8 Stunden). Das macht in der Hochrechnung 12 kWh pro Jahr bzw. 2,66 Euro pro Jahr.



Abbildung 15: Standby Verbrauch an einem Fernsehgerät und Schreibtischlampe

### Vorschlag (nichtinvestiv)

Da nicht alle Zimmer gleich ausgestattet sind, empfehlen wir ein Projekt mit den Azubis, wo in allen Zimmern die Fernsehgeräte und Steh- oder Nachttischlampen aufgenommen und der Stromverbrauch pro Tag gemessen wird. Danach steht fest, welche Geräte einen Standby-Verbrauch haben und welche nicht.

Sollten alle einen Standby-Verbrauch haben, kann das Einsparpotential bis zu 30% betragen.

### Wärmeversorgung



Abbildung 16: Heizungsanlagen Musterbetrieb

### Ist-Situation:

- Erdgas Heizkessel der Marke Buderus Logano GE315 mit einer Anschlussleistung von 200 kW (Hauptgebäude), Baujahr 1994 – neuer Weißhauptbrenner in 2004
- Erdgas Heizkessel der Marke Schäfer Interdomo mit einer Anschlussleistung von 17,5 kW (Gästehaus), Baujahr 1997
- Wärmeverbrauch: 204.673 kWh/Jahr
- Wärmekosten: 8.140 Euro/Jahr
- Die Anlagen unterliegen einer regelmäßigen Wartung
- Heizungspumpen sind noch nicht auf Energieeffizienzpumpen umgerüstet

### Schwachpunkte

- Altersbedingt besteht bei der z.Z. verwendeten Kesselanlagen keine Möglichkeit den vollen Energiegehalt des Energieträgers auszunutzen. Dadurch erhöht sich der Energieverbrauch der Anlagen im Vergleich zu modernen Heizungsanlagen.
- Abgaswerte liegen bei 120°C bzw. 140°C
- „veraltete“ Kesselsteuerung
- Keine Wärmerückgewinnung in der Abgasführung der Heizungsanlage
- Eventuell kein hydraulischer Abgleich beim statischen Heizungssystem durchgeführt
- Noch unregelte Heizungspumpen im Einsatz

### Potenziale

- Einsatz von Brennwerttechnik
- Im Vergleich mit der Bestandsanlage, besteht das Einsparpotenzial bei der Brennwerttechnik u.a. darin, dass der Energiegehalt des Energieträgers wesentlich besser genutzt wird. Des Weiteren sind die Einsparpotenziale in den vergleichsweise geringen Anlagenverlusten zu sehen,
- Die Brennwerttechnik nutzt die heißen Abgase, die über einen integrierten Wärmetauscher geführt werden und so den Rücklaufstrom der Heizungsanlage im Temperaturniveau anheben. Um gute Kondensationsvoraussetzungen zu schaffen, sind Abgastemperaturen möglichst unter 55°C anzustreben.
- Die technischen Voraussetzungen zur Installation dieser Technik, wie z.B. die besondere Abgasführung oder die örtlichen Gegebenheiten zur Kondensatableitung, sind mit dem Heizungsbauer abzustimmen.
- Austausch der noch unregulierten Heizungspumpen

**Empfehlung:** Umrüstung der Heizungsanlage und Anpassung an den tatsächlichen Verbrauch

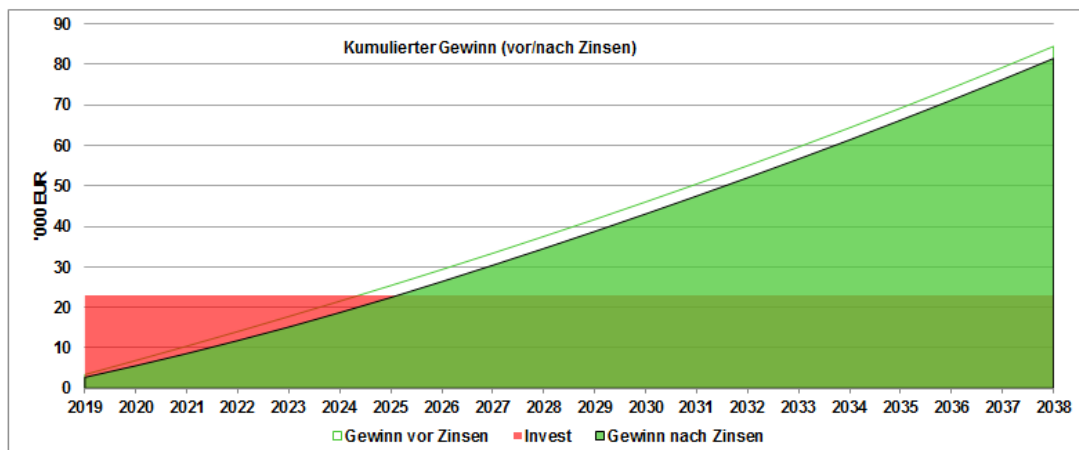


Die Grundlage der Kalkulation basiert auf folgenden Maßnahmen:

- Errichtung einer Heizzentrale mit Brennwerttechnik inklusive Schornsteinsanierung
- Umstellung auf Hocheffizienzpumpen

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für die Heizungsanlage, Schornstein, Hocheffizienzpumpen, Planung und Montage. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 20 Jahre
- Investitionssumme 23.000 EUR
- Sonstige Kosten 1.000 EUR/Jahr
- Energiekosteneinsparung 2.400 EUR/Jahr



Einsparpotential			
	kWh	Geldwert	Tonnen CO <sub>2</sub>
Pro Jahr	60.000 kWh	2.400 Euro	15 Tonnen CO <sub>2</sub>
<b>In 20 Jahren</b>	<b>1.200.000 kWh</b>	<b>84.500 Euro</b>	<b>295 Tonnen CO<sub>2</sub></b>

Investition	Statische Amortisation	Interne Verzinsung	Netto-Barwert
23.000 €	7,1 a	15,8%	38.479 €

Steigerung Energiekosten 3% p.a.

Interner Kalkulationssatz 3%

Abbildung 17: Wirtschaftlichkeit Heizungsumstellung Hauptgebäude

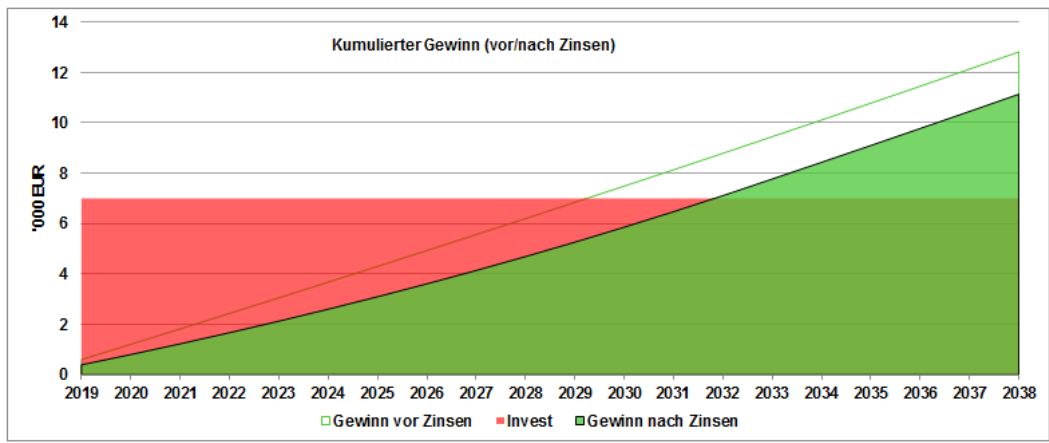
### Investitionskalkulation Heizungsumstellung Gästehaus

Die Grundlage der Kalkulation basiert auf folgenden Maßnahmen:

- Errichtung einer Heizzentrale mit Brennwertechnik inklusive Schornsteinsanierung
- Umstellung auf Hocheffizienzpumpen

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für die Heizungsanlage, Schornstein, Hocheffizienzpumpen, Planung und Montage. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 20 Jahre
- Investitionssumme 7.000 EUR
- Sonstige Kosten 500 EUR/Jahr
- Energiekosteneinsparung 110 EUR/Jahr



Einsparpotential			
	kWh	Geldwert	Tonnen CO <sub>2</sub>
Pro Jahr	2.000 kWh	110 Euro	0 Tonnen CO <sub>2</sub>
<b>In 20 Jahren</b>	<b>40.000 kWh</b>	<b>12.800 Euro</b>	<b>10 Tonnen CO<sub>2</sub></b>

Investition	Statische Amortisation	Interne Verzinsung	Netto-Barwert
7.000 €	13,8 a	6,4%	2.478 €
	Steigerung Energiekosten		3% p.a.
	Interner Kalkulationssatz		3%

**Abbildung 18: Wirtschaftlichkeit Heizungsumstellung Gästehaus**

Überprüfung Innentemperaturen in den Räumen in der Heizperiode:

Die DIN EN 12831 sieht folgende Temperaturen vor (Auszug aus der DIN):

**Tabelle 7: Normtemperaturen**

Norm-Innentemperaturen Ifd. Nr.	Raumart	$\theta_{int}$ [ °C ]
2	Büroräume, Sitzungszimmer, Ausstellungsräume, Haupttreppenräume, Schalterhallen	+ 20
8	WC-Räume	+ 20
9	Beheizte Nebenräume (Flure, Treppenhäuser)	+ 15
10	Unbeheizte Nebenräume (Keller, Treppenhäuser, Abstellräume);	+ 10

Die Arbeitsstättenrichtlinie 5 und 6/1,3 schreibt für Büroarbeiten eine Temperatur von  $\geq 20^{\circ}\text{C}$ , für überwiegend nicht sitzende Tätigkeit  $\geq 17^{\circ}\text{C}$  und für sitzende Tätigkeit  $\geq 19^{\circ}\text{C}$ .

Greenpeace schlägt vor, die Temperatur in den Büroräumen auf 18 bis 20 °C einzuregeln.

Die Temperaturmessung im Haus am 21.11.2018 ergab eine Temperatur von 22°C bis 25°C. Eine Reduzierung der Raumtemperatur um 1 °C bringt Heizenergieeinsparungen von 6 - 10%.

Vorschlag (nichtinvestiv)

*Die Temperatur im Haus kann im Durchschnitt um mindestens 2 bis 4 K reduziert werden. Eine Reduzierung der Raumtemperatur um 1 °C bringt Heizenergieeinsparungen von 6 - 10%.*

Ein weiterer Faktor ist die Nachtabenkung der Heizung.

Vorschlag (geringinvestiv)

*Die Regelung der Thermostate der Heizkörper ist frei zugänglich. Damit kann die Stellung des Reglers ständig verändert werden. Es ist zu prüfen, ob es eine Lösung gibt, diese „Manipulationsmöglichkeit“ zu minimieren. Das führt zu einer einheitlichen Innentemperatur im Gebäudekomplex und zu einer Heizkosteneinsparung von bis zu 5%.*

Vorschlag (geringinvestiv)

*Die eingesetzten Heizungsumwälzpumpen sind teilweise differenzdruckgeregelt. Moderne, drehzahlgeregeltete Heizungspumpen sind eine Modernisierungsmaßnahme, die im Vergleich zu den installierten Umwälzpumpen bereits Einsparpotential bringen. Diese können auch dann eingesetzt werden, wenn eine Modernisierung geplant ist, da sie i. d. R. auch den dann*

*anstehenden Anforderungen genügen.  
Einsparpotenzial Heizkosten besteht bis zwischen 5 und 8%.*

Zu Beginn der Heizperiode sollten die Heizkörper geprüft und bei Bedarf entlüftet werden.

#### Vorschlag (geringinvestiv)

*Ein hydraulischer Abgleich sollte unbedingt vorgenommen werden. Das Potenzial gegenüber nicht abgeglichenen Heizungssystemen kann bis zu 15 Prozent Effizienzsteigerung betragen, die Umwälzpumpen benötigen zudem weniger Strom.*

Bei Umsetzung dieser investiven Vorschläge entfällt der Großteil der nichtinvestiven Vorschläge. Die in den nichtinvestiven Vorschlägen bezeichneten Lösungen werden auf Grund der Umsetzung des jeweils neuesten Standes der Regeln der Technik in den investiven Maßnahmen vollständig eingeschlossen.

Darüber hinaus wird durch intelligente Regelung in Abhängigkeit der Außentemperatur stets eine optimale Heizkurve gefahren.

## Überlegung Blockheizkraftwerk (BHKW)

Im Rahmen einer Heizungsoptimierung macht es Sinn, über den Einsatz eines BHKW nachzudenken. Hier ist der Vorteil, dass neben der Wärmeerzeugung auch der Strom selbst produziert wird. Das Problem besteht aber in der kontinuierlichen Wärmeabnahme, auch in den Sommermonaten. Wir haben zwar den exakten Wasserverbrauch zum Duschen, Wäsche und für die Geschirrspülmaschine nicht erfasst, gehen aber in unseren Überlegungen von einem ganzjährigen Warmwasserbedarf aus. Wir rechnen deshalb hier mit einem Schätzwert. In der Literatur und aus Benchmarkanalysen wird von einem Warmwasserbedarf von ca. 1 - 2 m<sup>3</sup> pro Tag ausgegangen. Um das warme Wasser zu erzeugen, ist somit ein Aufwand von ca. 40 - 45 MWh pro Jahr nötig.

Folgende Variante wäre denkbar. Einsatz eines BHKW im Leistungsbereich 5,5 kW<sub>elektrisch</sub> und 12,5 kW<sub>thermisch</sub>, der bestehende Heizölheizkessel kann zum Spitzenbedarf vorerst erhalten bleiben oder wird durch ein Flüssiggas-Brennwertgerät ersetzt, welches dann den Spitzenbedarf abdeckt.

Nach einer ersten groben Hochrechnung könnte das BHKW bei einer Jahreslaufleistung von ca. 5.000 Stunden einen Wärmeertrag von ca. 62,5 MWh pro Jahr und einen Stromertrag von ca. 27,5 MWh pro Jahr realisieren.

Damit könnten ca. 39% des benötigten Stroms selbst produziert werden. Das wäre eine jährliche Einsparung von bis zu 5.000 Euro. Die Investitionen würden bei ca. 40.000 Euro liegen. Der Platzbedarf wäre noch zu prüfen.

Um hier exakte Aussagen zu machen, müssen in einer Energieeffizienz-Detailberatung die genauen Wärmeabnehmer, der Warmwasserbedarf und die exakten Kosten für das BHKW ermittelt werden.

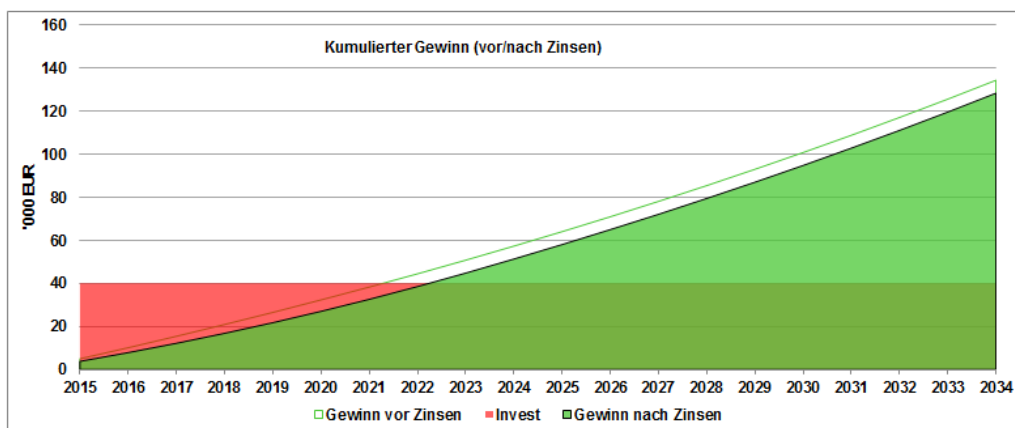
### Investitionskalkulation BHKW

Die Grundlage der Kalkulation basiert auf folgenden Maßnahmen:

- Errichtung eines BHKW mit Pufferspeicher

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für das BHKW, Pufferspeicher, Einbindung in das bestehende Heizungssystem, Planung und Montage. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 20 Jahre
- Investitionssumme 40.000 EUR
- Energiekosteneinsparung 5.000 EUR/Jahr



Einsparpotential			
	kWh	Geldwert	Tonnen CO <sub>2</sub>
Pro Jahr	- kWh	5.000 Euro	0 Tonnen CO <sub>2</sub>
<b>In 20 Jahren</b>	<b>- kWh</b>	<b>134.400 Euro</b>	<b>0 Tonnen CO<sub>2</sub></b>

Investition	Statische Amortisation	Interne Verzinsung	Netto-Barwert
40.000 €	8,2 a	13,8%	57.087 €

Steigerung Energiekosten 3% p.a.

Interner Kalkulationssatz 3%

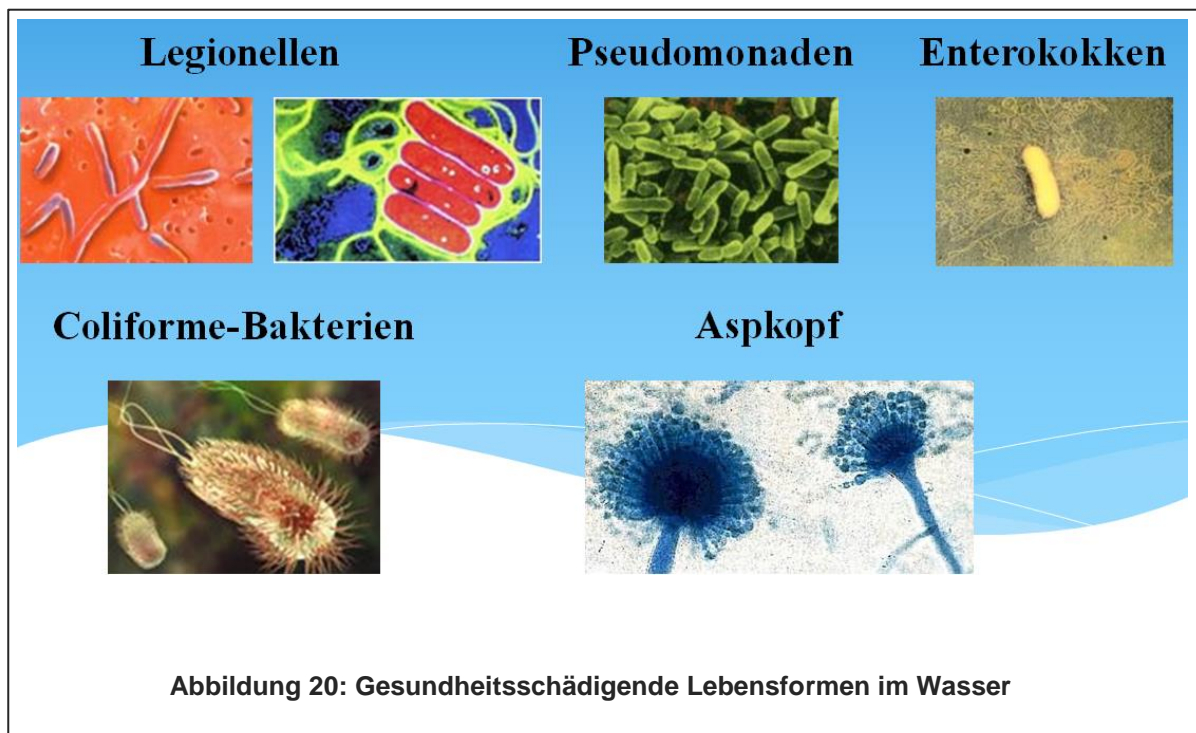
**Abbildung 19: Wirtschaftlichkeit BHKW**

## 5.7 Trinkwasserdesinfektion

Die Qualität des Trinkwassers spielt u.a. im Bereich Hotel und Gaststätten eine große Rolle. Viren und Bakterien können innerhalb kürzester Zeit ihre DANN verändern. Deshalb sind sie in der Lage, selbst gegen chemische Mittel resistent zu werden.

Natriumhypochlorid tötet nicht nur Viren und Bakterien, sondern zerlegt sie in ihre atomaren Bestandteile. Somit ist es den Erregern unmöglich gegen Natriumhypochlorid resistent zu werden.

Besitzer und Betreiber haften für das Wasser und die Leitungssysteme in ihrem Gebäude nach der Wasseruhr. Die Leitungen sind gefüllt mit Kalkablagerungen und Biofilmen. Eine Entkalkungsanlage ist bei Ihnen in Betrieb. Trinkwasser ist versetzt mit Legionellen, Viren, Bakterien, Keimen und Pilzen. Oftmals fehlt es am Wissen über effektive Trinkwasserdesinfektion.





Es gibt verschiedene zugelassene Desinfektionsmethoden. Am Häufigsten finden wir die thermische Desinfektion über das Aufheizen des Warmwasserspeichers. Hierzu wird aber ein Energieträger (bei Ihnen Erdgas) benötigt, um das Speicherwasser von ca. 15°C auf 65°C bis 70°C aufzuheizen.

Eine wirksame Alternative ist die Desinfektion mit Natriumhypochlorid. Dafür werden nur die Grundstoffe Wasser und Kochsalz (Natriumchlorid) benötigt. Durch ein elektrolytisches Verfahren wird dabei Natriumhydrochlorid hergestellt. Dabei werden folgende Vorteile erzielt:

- Zerstört Biofilme nachhaltig
- Anpassung an die jeweiligen Gegebenheiten vor Ort
- Depotwirkung
- Schneller und zeitnaher Wirkungsgrad
- Desinfektion im gesamten System inkl. Entnahmestellen
- Rein ökologisch
- Schont das Rohrleitungssystem
- Energieeinsparung durch Temperatursenkung
- Auch bei Niedrigtemperaturen und im Kaltwasser wirksam
- Behandeltes Wasser für den menschlichen Verbrauch amtlich zugelassen
- Geruchs- und Geschmacksneutral
- Ohne gesundheitsschädliche Nebenprodukte
- Kostengünstig möglicherweise Kostenneutral
- Weder ätzend oder giftig



Und: eine thermische Desinfektion (Aufheizung) ist nicht mehr erforderlich!

Folgende Irrtümer bestehen beim Anwender:

- Kaltwasser ist frei von Legionellen
- Thermische Desinfektion vernichtet Legionellen
- Wasseruntersuchungen müssen nicht durchgeführt und dem Gesundheitsamt vorgelegt werden
- Leitungen müssen nicht gespült werden
- Einmal die Woche die Temperatur hochfahren desinfiziert Trinkwasser
- Es existiert kein Problem mit dem Trinkwasser

Realität in der Praxis:

- Legionellen, Viren oder Bakterien haben einen Vermehrungszyklus innerhalb von 24 Stunden. So werden Erbinformationen in kürzester Zeit an die Nachkommen weitergegeben. So können z.B. Legionellen auch gegen hohe Temperaturen resistent werden.
- Auch im Kaltwasser vermehren sich diese Schädlinge. Kunden meinen, mit hoher Temperatur sei das Thema gelöst. Aber sie heizen nur das Warmwasser und das ist schon nutzlos. Außerdem hohe Temperaturen > 80°C können zwar kurzfristig Legionellen im Wasser töten, der Biofilm bleibt aber erhalten. Da sind Spülungen auch nur eine unbefriedigende Teillösung.
- Der Biofilm ist für die Verringerung des Durchflussquerschnittes im Zusammenhang mit Kalk verantwortlich. Außerdem fördert er enorm die Zersetzung des Rohrmaterials.
- Da Hotels noch nicht kontinuierlich von Gesundheitsämtern überprüft werden, glauben die Betreiber, dass sie nicht verantwortlich wären. Sollten aber Untersuchungen eine zu hohe Belastung ergeben, wird unter Umständen das Hotel geschlossen und erst nach Behebung des Problems wieder eröffnet werden. Ein fast irreparabler Schaden.



Abbildung 22: Biofilm



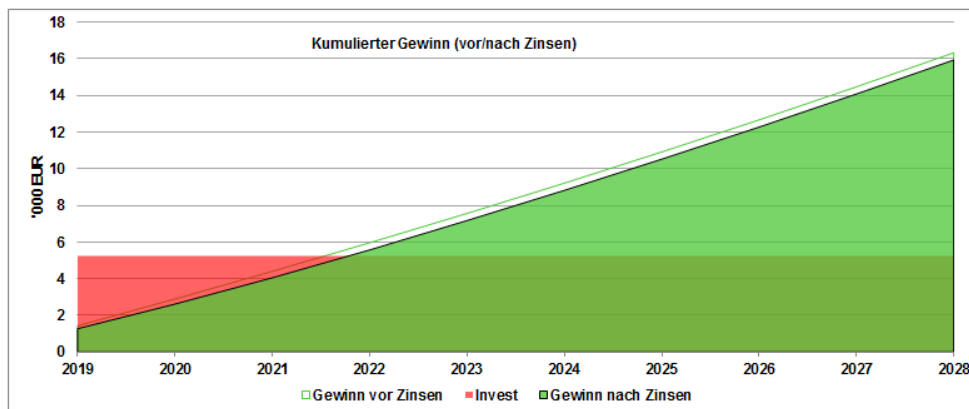
## Investitionskalkulation Trinkwasserdesinfektionsanlage

Die Grundlage der Kalkulation basiert auf folgenden Maßnahmen:

- Errichtung einer Trinkwasserdesinfektionsanlage

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für das BHKW, Pufferspeicher, Einbindung in das bestehende Heizungssystem, Planung und Montage. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 10 Jahre
- Investitionssumme 5.250 EUR
- Energiekosteneinsparung 1.425 EUR/Jahr

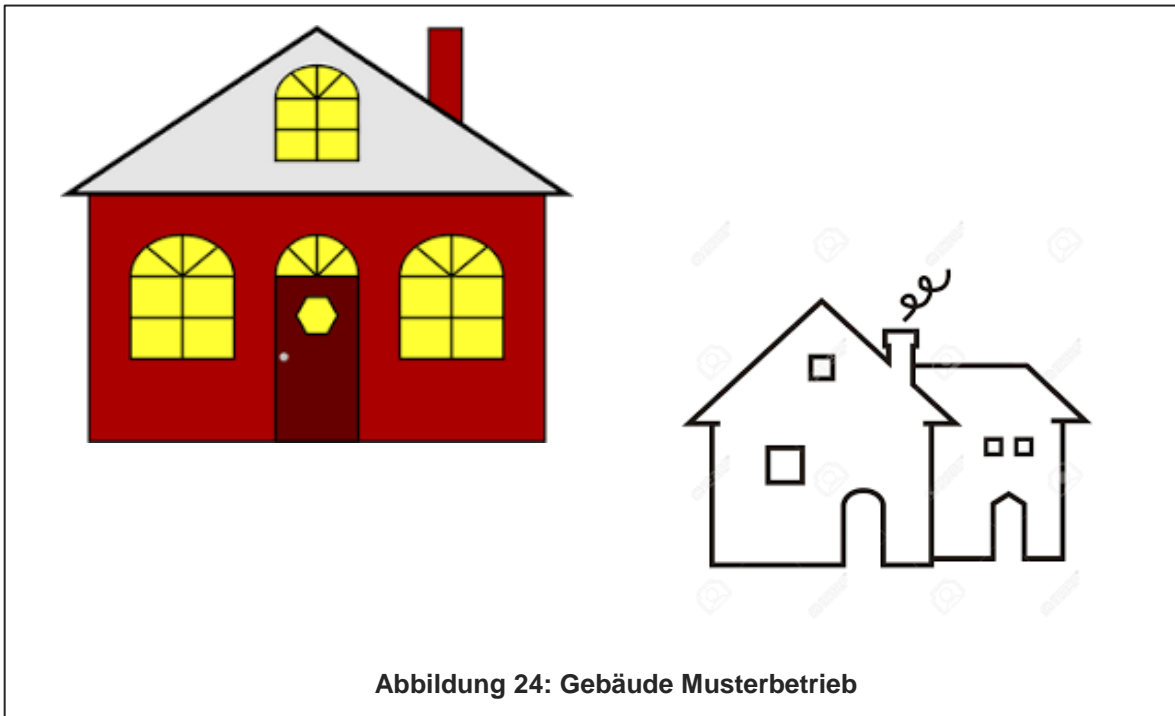


	Einsparpotential		
	kWh	Geldwert	Tonnen CO <sub>2</sub>
Pro Jahr	35.844 kWh	1.430 Euro	9 Tonnen CO <sub>2</sub>
<b>In 10 Jahren</b>	<b>358.440 kWh</b>	<b>16.300 Euro</b>	<b>88 Tonnen CO<sub>2</sub></b>

Investition	Statische Amortisation	Interne Verzinsung	Netto-Barwert
5.250 €	3,8 a	26,7%	8.585 €
	Steigerung Energiekosten		3% p.a.
	Interner Kalkulationssatz		3%

Abbildung 23: Wirtschaftlichkeit Wasseraufbereitung

## 5.8 Gebäudehülle



Die Gebäude des Musterbetriebes bestehen seit Beginn des 20. Jahrhunderts. Der äußere Zustand ist als sehr gut zu beschreiben. Die Gebäude befinden sich im Eigentum der Familie.

### Fassade:

Die Fassade des Gebäudes besteht aus einem Klinkerbau und im Bereich des Gastraumes aus großen Fensterflächen. Die Außenwandstärke beträgt ca. 60 cm und ist innenseitig verputzt bzw. mit Bauplatten verkleidet. Die heutigen Anforderungen an den Wärmeschutz der Fassade werden aufgrund der baujahresbezogenen Anforderungen an den Wärmeschutz nicht mehr erreicht. Der Wärmedurchgangskoeffizient für die Außenhülle lässt sich auf Grundlage der vorbezeichneten Daten schätzen auf  $U_{\text{vorh.}} = 0,5 \dots 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Anforderung der EnEV 2016 (gültig im Berichtsjahr) wäre  $U_{\text{erf.}} = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .



**Abbildung 25: Außenwandstärke Musterbetrieb**

Alternativen zur Fassadendämmung sind Innenwanddämmungen. Deren Einsatz ist jedoch in mehrerer Hinsicht bedenklich. Bauphysikalisch aufgrund der Verschiebung des Taupunktes in das Mauerwerk/die Außenwandbauteile, raumtechnisch aufgrund der Minderung der Raumflächen und bautechnisch aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Qualität der Ausführung. Darüber hinaus ist eine dauerhafte, sachgerecht eingebaute Dampfbremse zur Vermeidung der Bildung von Kondenswasser innerhalb der Außenwandbereiche schwer umsetzbar, insbesondere wenn im Lebensdauerzyklus durch Umbauten Beschädigungen an der Dampfbremse hervorgerufen werden. Eine neuartige Wärme-Reflexionsisolierung, wobei nicht gedämmt sondern isoliert wird, kann hier Abhilfe schaffen. Diesbezüglich wären aber weitere Untersuchungen nötig, die über die Anforderung dieser Energieberatung hinausgehen.

Fehlstellen, wie Defekte im Putz, etc. der Außenhülle wurde zur Besichtigung nicht festgestellt. Solche „Fehler“ können zum Eindringen von Feuchtigkeit in die Außenwand führen und dementsprechend auch in die dort verbaute Isolierstoffschicht. Wartung und stetige Kontrolle sind hier erforderlich, um eine Verminderung des Wärmeisoliervermögens zu vermeiden.

#### Fenster:

An den Fenstern ist eine Glasbezeichnung nicht sichtbar. Sie werden deshalb auf die Jahre 1990/2000 geschätzt. Der zum Zeitpunkt der Montage gültige Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster lag bei ca.  $U=3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Die Fenster entsprechen damit nicht mehr den energetischen Anforderungen der heutigen Zeit ( $U_{\text{erf.}}=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Ein Austausch ist jedoch nicht notwendig. Dies ist auch deshalb der Fall, da die Fenster über optimale Dichtungsgummis gegen Wärmeaustausch ausgeführt sind.



**Abbildung 26: Fenster mit Dichtung**

Fußboden:

Der Fußboden und die Außenwände im Kellergeschoß weisen keinerlei Probleme auf. Eine Feuchtemessung ergab 0%.

Dach:

Die Isolierung der Dachflächen konnte aufgrund der zerstörungsfreien Bewertung nicht überprüft werden. Eine Isolierung der oberen Geschoßdecke konnte ebenfalls nicht überprüft werden.

Geht man von der baujahrestypischen Bauweise aus, erfüllt das Dach heute nicht mehr die gesetzlichen Anforderungen ( $U_{\text{erf.}} = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Eine energetische Sanierung ist dennoch nur zu empfehlen, wenn Undichtigkeiten an der Dachdichtung auftreten.

Empfehlung:

Eine Komplettsanierung der Gebäudehülle ist aus jetziger Sicht nicht erforderlich. Sollten Undichtheiten an Fenstern oder Türen auftreten, können diese, unter Beachtung der jeweils gültigen Anforderung an die EnEV beseitigt werden. Gleiches gilt für Sanierungsbedarf an Dach und Fassade.

Eine Sanierung der gesamten Außenhülle erfordert eine fachgerechte Planung unter Einbeziehung eines Energieberaters zur Prüfung des Erreichens der jeweils notwendigen Wärmedurchgangskoeffizienten.

## 5.9 Mitarbeitersensibilisierung und Energiedaten-Managementsystem (EDMS)

Grundlage für ein energiebewusstes Handeln ist die ständige Messung und Überwachung des Energieverbrauchs. Der tatsächliche Verbrauch sollte regelmäßig mit dem erwartenden bzw. auch historischen Verbrauchswerten verglichen werden. Nur so können Verbrauchsabweichungen ermittelt und Gegenmaßnahmen schnell ergriffen werden.

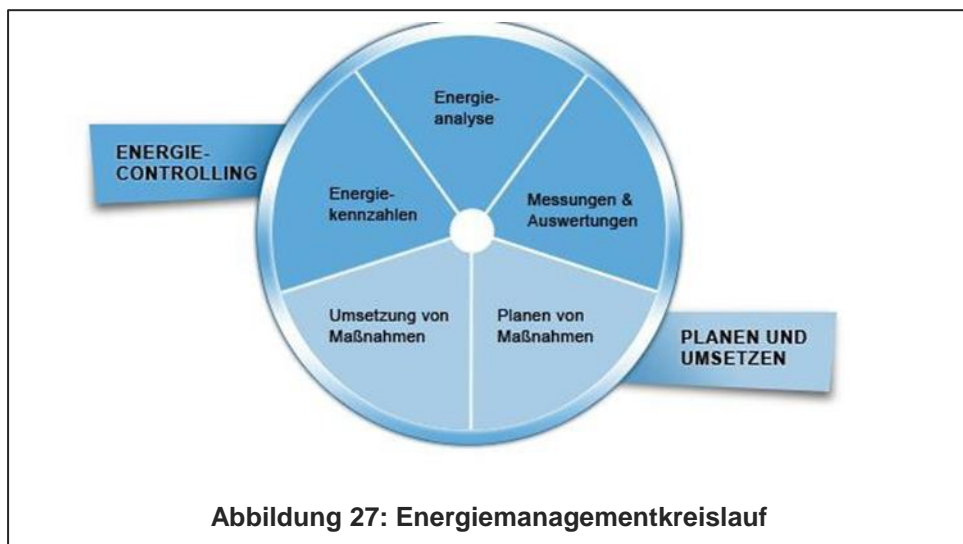
Beim Musterbetrieb sind die Mitarbeiter zur effizienten Energienutzung teilweise sensibilisiert. Zukünftig könnten der bewusste Umgang mit Energie durch kontinuierliche Schulungen intensiviert werden. Hierbei könnten im Bereich Energieverbrauch Einsparungen (nach Praxiserfahrungen 3%) von ca. 8.400 kWh/a bzw. 750 Euro/a möglich sein. In der Praxis hat sich die Veröffentlichung von unternehmensspezifischen Energiekennzahlen mit dem Vergleich zum privaten Energieverbrauch bewährt. Zum Beispiel der Gesamtstromverbrauch des Musterbetrieb im Durchschnitt 2016-2017 entspricht dem Stromverbrauch von ca. 18 Haushalten einer 4-köpfigen Familie.

Der Geschäftsprozess des Musterbetriebes ist teilweise energieintensiv. Es gibt aber im Moment noch keine Möglichkeit, den Energieverbrauch einer entsprechenden Verbrauchseinheit zuzuordnen. Energieströme, aus denen eine Optimierung des

Energieverbrauchs pro Verbrauchergruppe abgeleitet werden kann, können ebenfalls noch nicht exakt bestimmt werden. Kontinuierliche Verbrauchsmessungen und deren Auswertung finden nicht statt. Die Kontrolle, wie sich Neuinvestitionen auf den Energieverbrauch auswirken, ist ein wichtiger Bestandteil im Hinblick auf die Optimierung des Energieverbrauchs. Das wird heute im Hotel noch nicht praktiziert. Die Einführung eines Energiedaten- Managementsystems hilft dem Unternehmen, Einsparpotenziale im Energieverbrauch aufzudecken und die Wirksamkeit bereits umgesetzter Einsparpotenziale zu verfolgen.

#### Potenziale:

- IST- Analyse- Quantitative Darstellung des Gesamtenergiebezugs, die verdeutlicht in welchen Bereichen die Energiemengen verbraucht werden (wer verbraucht was).
- Identifizierung/Visualisierung der größten Verbraucher, technische und ökonomische Auswertung der Daten.
- Visualisierung der Einsparpotenziale.
- Auffälligkeiten im Prozess werden erkannt, es können konkrete Energieeinsparpotenziale bestimmt werden.
- Definition von Energiekennzahlenbildung z.B. kWh/m<sup>2</sup>.
- Prozessdaten, z.B. Betriebszeiten und Auslastung der unterschiedlichen Verbraucher können kontinuierlich erfasst und ausgewertet werden.
- Ziel ist eine stetige energetische Verbesserung der Prozesse.



Schritte zur Einführung eines EDMS

- Erfassung und Visualisierung von Energieverbrauchern im Rahmen von temporären Messungen
- Ermittlung wichtiger kritischer Messpunkte
- Definition der relevanten Energiekennzahlen in einer Energie-Scorecard
- Visualisierung von Einsparzielen und Erfüllungsgrad

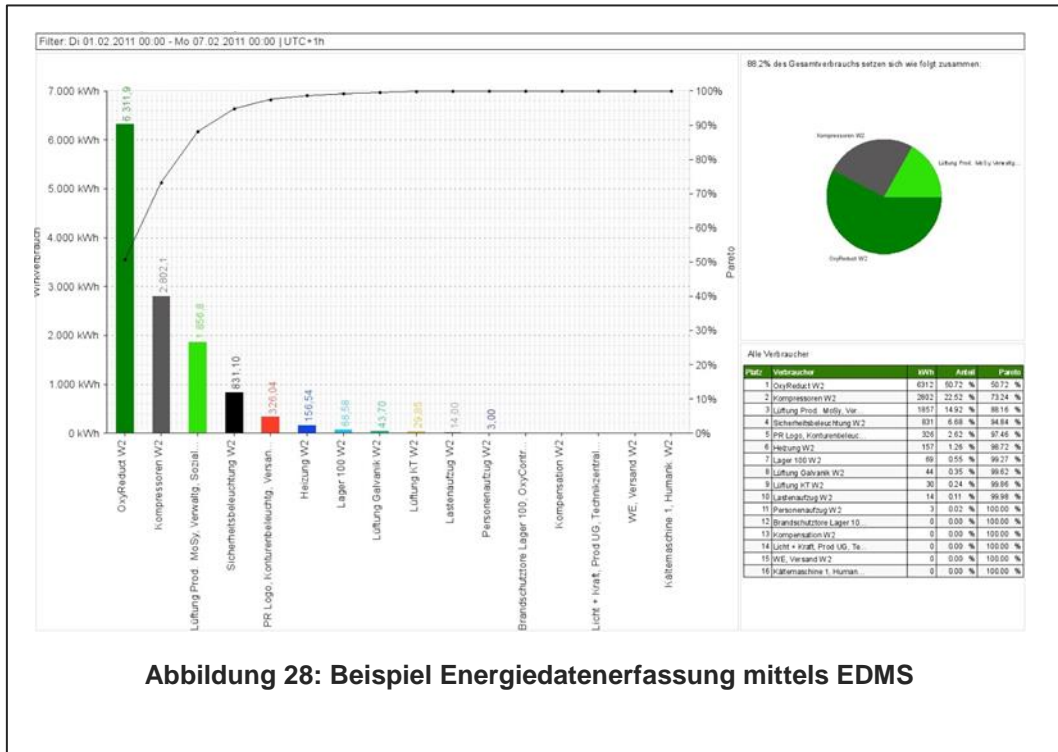
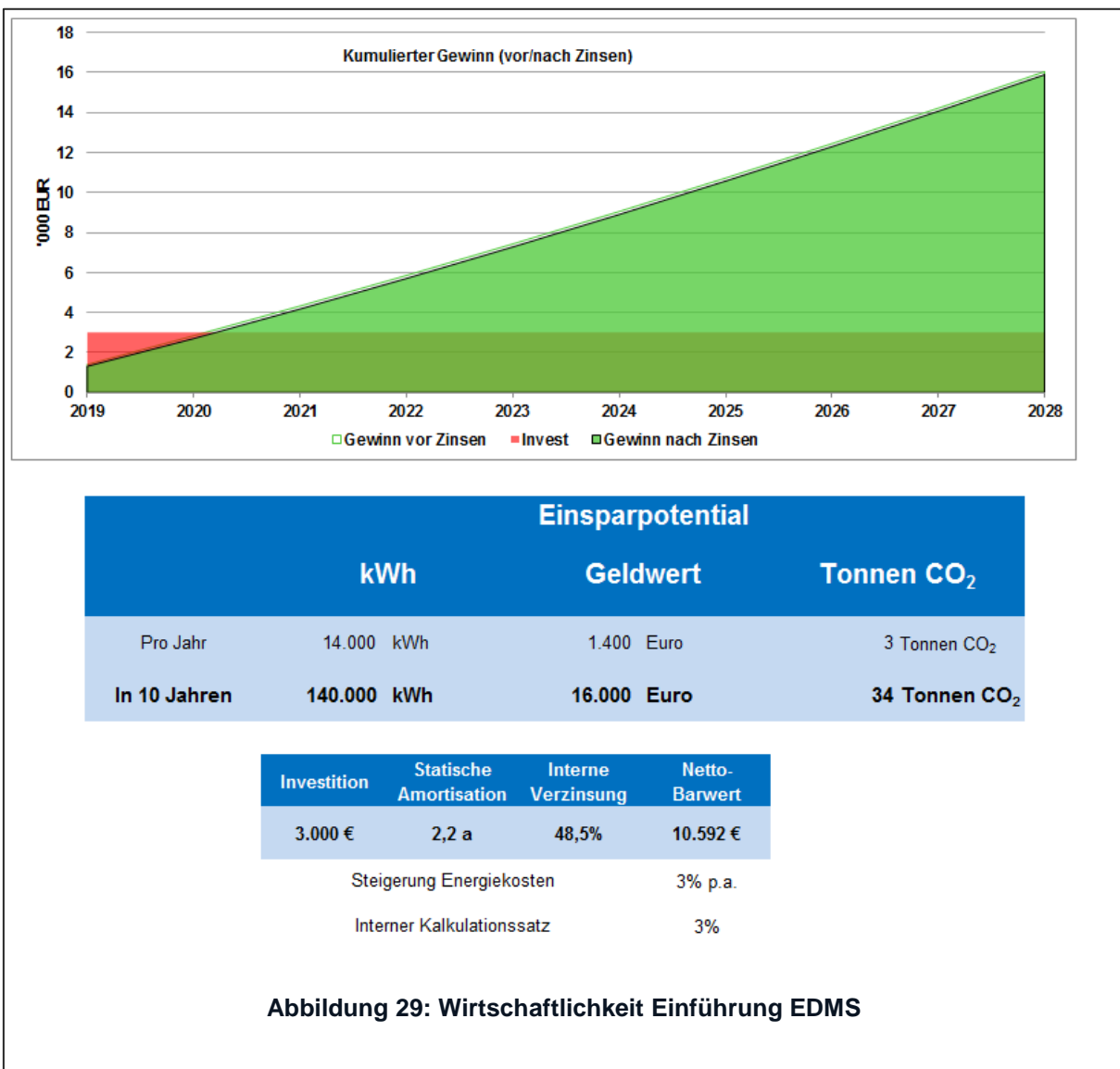


Abbildung 28: Beispiel Energiedatenerfassung mittels EDMS

## Investitionskalkulation Einführung EDMS

Die Kalkulation beinhaltet die Kosten für die Einführung eines EDMS im Musterbetrieb. Kalkulatorisch berücksichtigt wurden 2 Stück Wärme- und Stromzähler inkl. Bereitstellung der Software. Die Montage- und Materialkosten wurden mit einer Pauschale, die aufgeführten Einsparpotenziale anhand von Erfahrungswerten aus der Praxis, mit 5 Prozent vom Strom- und Wärmeenergieverbrauch bewertet. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Kennzahlen:

- Nutzungsdauer 10 Jahre
- Investitionssumme ca. 3.000 €
- Energiekosteneinsparung ca. 1.400 €/a



## 6 Energiekennzahlen

Ein bewährtes Hilfsmittel, um verdeckte Verbraucher zu identifizieren, stellen Kennzahlen (Energy Performance Indicators – EnPIs) dar, die einen Anstieg des Verbrauchs sichtbar machen. Kennzahlen sind dafür da, dass sich der Musterbetrieb für die kommenden Jahre daran orientieren und den Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> mindestens einmal jährlich kontrollieren und vergleichen kann. Dementsprechend spiegeln Kennzahlen den Ist-Zustand, hinsichtlich der Energieverbrauchsmengen- und Kosten, wieder. Es kann schneller auf Änderungen im Verbrauch reagiert werden.

Nachfolgend ist eine Tabelle der ermittelten Kennzahlen wiedergegeben. Sie beziehen sich auf die Flächen, die beim Musterbetrieb ins Verhältnis zum Strom- und Wärmeverbrauch gesetzt wurden.

Entsprechend der vorhandenen Datenlage lassen sich folgende spezifische Kennzahlen bilden.

Gesamt-Stromverbrauch							
Bezugsgröße	Energieleistungskennzahl	2016	2017	2018	2019	2020	Einheit
Gesamtfläche	Stromverbrauch (kWh) pro Gesamtfläche	39,06	38,094				kWh/m <sup>2</sup>
Entwicklung zum Vorjahr			-0,971				kWh/m <sup>2</sup>
			- 2,5%				%
Gesamt-Stromverbrauch							
Bezugsgröße	Energieleistungskennzahl	2016	2017	2018	2019	2020	Einheit
Übernachtungen	Stromverbrauch (kWh) pro Übernachtungen	13,50	9,663				kWh/ÜB
Entwicklung zum Vorjahr			-3,832				kWh/ÜB
			- 28,4%				%

**Tabelle 8: Energiekennzahlen Strom**



Gesamt-Wärmeenergieverbrauch							
Bezugsgröße	Energieleistungskennzahl	2016	2017	2018	2019	2020	Einheit
beheizte Fläche	Wärmeenergie (kWh) pro beheizte Fläche	84,31	100,45				kWh/m <sup>2</sup>
Entwicklung zum Vorjahr*			16,13				kWh/m <sup>2</sup>
			+ 19,1%				%

Gesamt-Wärmeenergieverbrauch							
Bezugsgröße	Energieleistungskennzahl	2016	2017	2018	2019	2020	Einheit
Übernachtungen	Wärmeenergie (kWh) pro Übernachtungen	26,98	19,81				kWh/ÜB
Entwicklung zum Vorjahr*			-7,17				kWh/ÜB
			- 26,6%				%

**Tabelle 9: Energiekennzahlen Wärme**

Die Verbrauchsdaten Wärme sind witterungskorrigiert.

Energieverbrauch-Gesamt							
Bezugsgröße	Energieleistungskennzahl	2016	2017	2018	2019	2020	Einheit
Gesamtfläche	Gesamtenergie (kWh) pro Gesamtfläche	123,38	138,54				kWh/m <sup>2</sup>
Entwicklung zum Vorjahr			15,16				kWh/m <sup>2</sup>
			+ 12,3%				%

Energieverbrauch-Gesamt							
Bezugsgröße	Energieleistungskennzahl	2016	2017	2018	2019	2020	Einheit
Übernachtungen	Gesamtenergie (kWh) pro Übernachtungen	40,48	29,48				kWh/ÜB
Entwicklung zum Vorjahr			-11,00				kWh/ÜB
			- 27,2%				%

**Tabelle 10: Energiekennzahlen Gesamtverbrauch**

Die Kennzahlen für 2016-2017 wurden anhand vorliegender Verbrauchswerte (Strom und Wärme) sowie der angegebenen Flächen für 2016-2017 berechnet.

## 7 Fördermöglichkeiten

### Investitionszuschüsse zum Einsatz hocheffizienter Querschnittstechnologien

#### Ziel und Gegenstand

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unterstützt investive Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz durch den Einsatz von hocheffizienten und am Markt verfügbaren Querschnittstechnologien.

Zwei unterschiedliche Verfahren stehen hierbei zur Auswahl:

#### Einzelmaßnahmen (1.Verfahren):

Ersatz von einzelnen Anlagen bzw. Aggregaten durch hocheffiziente Anlagen bzw. Aggregate mit einem Netto-Investitionsvolumen von 2.000 bis 30.000 EUR je Antragsteller in folgenden Querschnittstechnologien:

- elektrische Motoren und Antriebe
- Pumpen (außer Heizungspumpen)
- Ventilatoren sowie Anlagen zur Wärmerückgewinnung in raumluftechnischen Anlagen
- Druckluftherzeuger sowie Anlagen zur Wärmerückgewinnung in Druckluftherzeugern
- Wärmerückgewinnungs- und Abwärmenutzungsanlagen für eine Wärmenutzung in Prozessen
- Dämmung von industriellen Anlagen bzw. Anlagenteilen

Die Förderfähigkeit wird anhand technischer Effizienzkriterien beurteilt.

#### Optimierung technischer Systeme (2. Verfahren):

Bei der Optimierung technischer Systeme wird auf der Grundlage eines unternehmensindividuellen Energieeinsparkonzeptes der Ersatz sowie die Neuanschaffung förderfähiger Querschnittstechnologien bezuschusst. Darüber hinaus können Maßnahmen gefördert werden, die dazu beitragen, die Energieeffizienz einer Querschnittstechnologie unter Berücksichtigung ihrer Systemanbindung zu verbessern.

Im Förderstrang Optimierung technischer Systeme ist zu Beginn durch einen Energieberater im Rahmen einer detaillierten Energieberatung ein Energieeinsparkonzept zu erstellen, in

dem die Verwendung von hocheffizienten Querschnittstechnologien zur Optimierung des betrachteten Systems geprüft und bewertet wurde. Die Maßnahmen sind nur förderfähig, wenn eine Energieeinsparung von mindestens 25 % gegenüber dem IST-Zustand des jeweiligen technischen Systems erzielt und nachgewiesen wird. Neuanschaffungen werden nur gefördert, wenn diese hocheffizient sind. Dabei erfolgt der Effizienznachweis über die im Merkblatt zur Einzelmaßnahme festgelegten Mindesteffizienzkriterien.

### Antragsberechtigte

Antragsberechtigt sind kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gemäß KMU-Definition der EU sowie sonstige Unternehmen mit bis zu 500 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von höchstens 100 Mio. EUR.

Energiedienstleister mit vergleichbarer Unternehmensgröße sind antragsberechtigt, wenn sie die genannten Energieeffizienzmaßnahmen sowie andere Energiedienstleistungen bei einem antragsberechtigtem Unternehmen erbringen bzw. durchführen und dabei in gewissem Umfang das finanzielle Risiko tragen.

### Art und Höhe der Förderung

Bei Einzelmaßnahmen wird der Ersatz einzelner Anlagen durch hocheffiziente Anlagen mit einem nicht rückzahlbaren Zuschuss in Höhe von 30% für KMU und sonstigen Unternehmen mit 20% gefördert. Das Fördermaximum liegt bei 30.000 Euro des Netto-Investitionsvolumens je Antragsteller.

Bei der systemischen Optimierung muss das Netto-Investitionsvolumen mind. 30.000 betragen und ist auf 100.000 Euro begrenzt.

### Voraussetzungen

Das Vorhaben muss in Deutschland durchgeführt werden.

Geförderte Anlagen müssen mindestens drei Jahre zweckentsprechend betrieben werden.

Nicht gefördert werden:

- Maßnahmen, deren Durchführung auf einer gesetzlichen Verpflichtung oder behördlichen Anordnung beruht
- Erwerb und Verwendung gebrauchter Anlagen sowie neuer Anlagen mit überwiegend gebrauchten Anlagenteilen
- Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
- Energiemanagementsysteme

- Eigenleistungen des Antragstellers
- bereits begonnene Projekte

Nicht gefördert werden zudem Unternehmen mit einer öffentlichen Beteiligung von 25% oder mehr sowie Antragsteller, über deren Vermögen ein Insolvenzverfahren beantragt oder eröffnet worden ist.

### Antragsverfahren

Anträge an das:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Frankfurter Straße 29–35 65760 Eschborn

Tel. (06196) 908-883

Fax (06196) 908-800

E-Mail: QST@bafa.bund.de

Internet: <http://www.bafa.de>

Antragsformulare sind über die Internetseite des BAFA erhältlich.

### Heizungsoptimierung

#### Förderfähige Investitionen

- Ersatz von Heizungs-Umwälzpumpen und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente
- Umwälzpumpen und
- Warmwasser-Zirkulationspumpen
- Einschließlich der Kosten für den fachgerechten Einbau und direkt mit der Maßnahme verbundenen Materialkosten
- Heizungsoptimierung durch einen hydraulischen Abgleich bei bestehenden Heizsystemen
- In Verbindung mit dem hydraulischen Abgleich können zusätzliche Investitionen und Optimierungsmaßnahmen an bestehenden Anlagen gefördert werden. Dabei handelt es sich um die Anschaffung und die fachgerechte Installation von:
  - voreinstellbaren Thermostatventilen
  - Einzelraumtemperaturreglern
  - Strangventilen
  - Technik zur Volumenstromregelung
  - Separater Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik und Benutzerinterfaces
  - Pufferspeichern
  - die professionell erledigte Einstellung der Heizkurve

### Art und Höhe der Förderung

Die Förderung beträgt 30 % der Nettoinvestitionskosten für Leistungen sowohl im Zusammenhang mit dem Ersatz von Heizungs-Umwälzpumpen und Warmwasser-Zirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen als auch im Zusammenhang mit dem hydraulischen Abgleich, höchstens jedoch 25.000 Euro pro Standort.

### Antragsverfahren

Anträge an das:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Frankfurter Straße 29–35 65760 Eschborn

Tel. (06196) 908-883

Fax (0 61 96) 908-800

E-Mail: [QST@bafa.bund.de](mailto:QST@bafa.bund.de)

Internet: <http://www.bafa.de>

Antragsformulare sind über die Internetseite des BAFA erhältlich.

### **Weitere Fördermöglichkeiten**

Auf Grund der sich ständig veränderten Förderungen empfehlen wir weitere Fördermöglichkeiten auf folgenden Seiten kontinuierlich und individuell zu prüfen:

- <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/index.html>
- <http://www.foerderdatenbank.de/>

## 8 Schlussfolgerung

Der Musterbetrieb beschäftigt sich bereits seit geraumer Zeit mit Energieeffizienzmaßnahmen. So wurde u.a. die Umstellung der Beleuchtung auf moderne LED-Systeme bereits weitestgehend durchgeführt.

Ein Gebäude- und Energiemanagement ist eine empfehlenswerte Einrichtung zur Erfassung von bedarfs- und verbrauchsabhängigen Daten für Strom und Heizenergie.

Es wird so auch ein Frühwarnsystem installiert, wodurch sich Rückschlüsse auf notwendige Reparatur- oder Investitionsmaßnahmen ziehen lassen.

Folgende grobe Abfolge der Schritte zum Gebäude-/Energiemanagement wird vorgeschlagen:

### 1. Schritt:

Monatliche Aufschreibung der vorhandenen Zählerstände und Betriebsstunden der Aggregate. Hierfür ist ein sogenannter „Pendelbogen“ hilfreich, der sich bewährt hat. In der Liste werden die Zahlen eingetragen und durch den Verantwortlichen resp. Energieberater/Ingenieurbüro erfolgt die Auswertung mit entsprechenden Schlussfolgerungen.

### 2. Schritt:

Erfolgskontrolle der Durchsetzung aller Energiesparmaßnahmen. Hierbei bietet sich an, die betrieblichen Kennwerte mit anderen Objekten zu vergleichen.

### 3. Schritt:

Die sorgfältige Erfassung, Aufbereitung und Bewertung der Energiedaten ist Voraussetzung für ein erfolgreiches Energiecontrolling. Die Zieldefinition mit anschließender Überprüfung dient der Erfolgskontrolle und Anpassung.

Der Bericht weist Maßnahmen zur Energieeinsparung aus, die durch die Energieberatung erfasst worden sind. Die Einsparungen durch zusätzliche Dämmungen, durch Erneuerung energieeffizienter Fensterelemente und nachhaltige Änderungen im System der haustechnischen Anlagen wurden erläutert und sollten in die Investitionsvorbereitung einbezogen werden.

Insofern sollen abschließend die Maßnahmen zusammengestellt werden, die in der Folgezeit realisiert werden sollten.

1. Aufbau eines Energiemanagements
2. Prüfung der Nutzung von alternativer Energie
3. Einbeziehung der Energiedaten in die Mitarbeiterinformationen
4. Mitarbeiterinformation zu geeigneten Zeitpunkten (vorrangig vor der Heizperiode) zu Energiefragen und zur Haustechnik etc.
5. Visualisierung des Energieverbrauchs auf Handzetteln etc..

Es ist immer eine Nutzermotivation erforderlich, um das Verhalten der Mitarbeiter in Bezug auf energetisches Verhalten zu ändern.

Mit dieser Arbeit wurden Teilbereiche des nachhaltigen Energiemanagements betrachtet. Mit der Analyse werden erste Unterlagen für ein vorzuschlagendes Energiecontrolling geschaffen.

Es zeigt sich in der Bearbeitung, dass wesentliche Energiespareffekte durch bewusstes Handeln der Mitarbeiter erzielt werden können. Das oft im privaten Umfeld vorhandene umweltorientierte Verhalten und unterschiedliche Vorwissen der Beteiligten im betrieblichen Alltag auch zu praktizieren, sollte das Ziel sein. Dazu kann eine Auftaktkampagne zur Steigerung der Energieeffizienz das Basiswissen vermitteln. Das Feedback, aber auch die Darstellung der erfolgten Einsparungen, ist wichtig für die Motivation aller beteiligten Personen.

## Stichprobencharakter

Auf Grund der Quantität und der Komplexität der Energieverbraucher im Unternehmen, kann eine Energieberatung immer nur eine Stichprobe sein. Die Auflistung der vorgeschlagenen Einsparpotenziale bedeutet nicht zwangsläufig, dass in beratenden oder nicht beratenden Bereichen des Unternehmens keine weiteren Einsparpotenziale bestehen.

## Geheimhaltung Datenschutz

Alle während der Energieberatung erlangten Daten und Informationen werden ausschließlich für die Projektabwicklung verwendet. Eine Weitergabe an Dritte erfolgt nicht.

## Haftungsausschluss

Die Inhalte dieses Energieberichts wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erstellt. Für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte kann eine Haftung jedoch nicht übernommen werden. Schadenersatzansprüche des Kunden/Lizenznehmers sind ausgeschlossen, soweit nachfolgend nichts anderes bestimmt ist. Der vorstehende Haftungsausschluss gilt auch zu Gunsten der gesetzlichen Vertreter und Erfüllungsgehilfen des Anbieters, sofern der Kunde Ansprüche gegen diese geltend macht. Von dem vorgenannten Haftungsausschluss ausgenommen sind Schadenersatzansprüche aufgrund einer Verletzung des Lebens, des Körpers, der Gesundheit und Schadenersatzansprüche aus der Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Wesentliche Vertragspflichten sind solche, deren Erfüllung zur Erreichung des Ziels des Vertrages notwendig ist. Von dem Haftungsausschluss ebenfalls ausgenommen ist die Haftung für Schäden, die auf einer vorsätzlichen oder grob fahrlässigen Pflichtverletzung des Anbieters, seiner gesetzlichen Vertreter oder Erfüllungsgehilfen beruhen.



### **Abschlussbemerkung**

Der Abschlussbericht wurde nach bestem Wissen und aufgrund der uns vorliegenden Daten erstellt.

Alle hier bezifferten Kosten sind Nettokosten. Die genannten Preise sind Nettopreise und verstehen sich zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

Beraterstadt, xx.xx.xxxx

---

Max Berater