

Klimaschutz-Teilkonzept  
„Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“  
für die Stadt Kempen

Anhang Maßnahmensteckbriefe

**Stand**  
August 2015

**Auftraggeber**  
Stadt Kempen

Die Erstellung dieses Klimaschutz-Teilkonzeptes wurde gefördert durch die Bundesrepublik Deutschland, Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Förderkennzeichen: 03KS5950

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE  
**KLIMASCHUTZ**  
INITIATIVE

**Auftraggeber:**

Stadt Kempen  
Buttermarkt 1  
47906 Kempen  
[www.kempen.de](http://www.kempen.de)

**Erstellt durch:**

Adapton Energiesysteme AG  
Franzstraße 53  
52064 Aachen  
[www.adapton.de](http://www.adapton.de)

## Inhaltsverzeichnis

Nr.	Maßnahme	Seite
G-1	Rathaus – Dämmung oberste Geschossdecke.....	2
G-2	Rathaus – Fortführung der im Brandbereich bereits durchgeführten Maßnahmen ....	4
G-3	Verwaltungsnebenstelle Antoniusstraße und KiTa Tabaluga – Sanierung Gebäudehülle .....	6
G-4	Luise-von-Duesberg Gymnasium – Sanierung Fensterfassade Atrium.....	8
T-1	Rathaus – Analyse des Stromverbrauchs und Reduzierung der Grundlast.....	10
T-2	Verwaltungsnebenstelle Antoniusstraße und KiTa Tabaluga – Konzept Wärmeversorgung .....	12
T-3	Erich-Kästner-Realschule – Sanierung Wärmeverteilung und -übergabe .....	14
T-4	Luise-von-Duesberg Gymnasium – Sanierung Beleuchtung .....	16
T-5	Dreifachturnhalle Ludwig-Jahn-Straße – Analyse des Stromverbrauchs und Reduzierung der Grundlast.....	18
T-6	Turnhallen Grundschulzentrum Süd – Sanierung der Wärmeversorgung .....	20
T-7	Gebäudeübergreifend – Ausbau Solarenergienutzung (Photovoltaik für Eigenverbrauch).....	22
O-1	Gebäudeübergreifend – Aufbau Klimaschutzmanagement eigene Liegenschaften .	24
O-2	Gebäudeübergreifend – Aufbau Energiemonitoring, Pilotprojekt Erich-Kästner- Realschule .....	26
O-3	Gebäudeübergreifend – Nutzerschulung/Motivation zum klimafreundlichen Nutzerverhalten .....	29
O-4	Gebäudeübergreifend – Qualitätssicherung zur Effizienz bei Maßnahmen .....	30

**Handlungsfeld: Gebäudehülle**
**G-1**
**Rathaus – Dämmung oberste Geschossdecke**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Am 1966 errichteten Rathaus wurde 1977 ein Erweiterungsbau gemäß Wärmeschutzverordnung 1977 angebaut. Ein Teilbereich des 1. OGs wurde nach einem Brand im Jahr 2010 saniert.

Das Dach weist bauart- und altersbedingt folgende Schwachstellen auf:

- Die oberste Geschossdecke ist nicht gedämmt (U-Wert laut Bauteilkatalog 1,4 W/m<sup>2</sup>K). Da es prinzipiell gemäß EnEV 2014 eine Nachrüstpflicht bis 2016 gibt, besteht hier Handlungsbedarf.
- Bei Starkregen tritt Feuchtigkeit im Ratssaal auf.

**Ziele:**

- Reduzierung der Wärmeverluste
- Abdichtung des Daches
- Substanz- und Werterhalt des Gebäudes
- Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Dämmung der obersten Geschossdecke

Hierfür wird eine Unterkonstruktion mit begehbare und belastbare Oberfläche aufgebracht und diese mit 16 cm Wärmedämmung gefüllt (U-Wert 0,24 W/m<sup>2</sup>K). Alle Maßnahmen werden entsprechend der Anforderungen der EnEV 2014 an den Wärmeschutz ausgeführt.

Vor Umsetzung der Maßnahme muss eine bauphysikalische Betrachtung vorgenommen werden.

**Grundlagen und Annahmen:**

- Investitionskosten (alle Angaben ohne Umsatzsteuer, gerundet):
  - Dämmung inkl. Unterkonstruktion und Dielung als Belag: 80.000 € (80 €/m<sup>2</sup>)
  - Baunebenkosten, Planung (10 %): 8.000 €
  - Unvorhergesehenes (10 %): 8.800 €
- Einsparpotentiale/Nutzen:
  - Reduzierung der Transmissionswärmeverluste um ca. 83 %
  - Reduzierung des Fernwärmeverbrauchs um ca. 53.000 kWh/a

**Handlungsoptionen:**

- Verzicht auf Gestaltung der Oberfläche als Lagerfläche, falls Lagerfläche nicht benötigt

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	-
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Mittelfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Reduzierung Wärmeverbrauch, Keine Undichtigkeiten
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Hoch
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klärung der zukünftigen Nutzung des Dachbodens</li> <li>▪ Aufmaßermittlung und Vergabe der Maßnahme</li> </ul>

<b>Technische Bewertung</b>				
	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (absolut) (relativ)</b>	
<b>Energieverbrauch Fernwärme</b> durch Transmissionswärmeverluste	64.080 kWh/a	10.985 kWh/a	53.095 kWh/a	83 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	4 t/a	1 t/a	3 t/a	83 %
<b>Wirtschaftliche Bewertung</b>				
<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)</b>	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	3.396 €/a	582 €/a	2.814 €/a	7.056 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
<b>Haushaltsentlastung</b>				2.864 €/a
<b>Investitionskosten</b>		96.800 €		
<b>Amortisationsdauer</b>		17,9 a		

**Handlungsfeld: Gebäudehülle/Gebäudetechnik**
**G-2**
**Rathaus – Fortführung der im Brandbereich bereits durchgeführten Maßnahmen**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Der im Jahr 1967 errichtete Teil des Rathauses weist bauart- und altersbedingt folgende Schwachstellen auf (ausführliche Beschreibung siehe Gebäudesteckbrief):

- Im Erdgeschoss (Foyer, Servicestelle) sind einfachverglaste Fenster eingebaut, teilweise mit thermisch nicht getrennten Stahlrahmen. Diese weisen sehr hohe Wärmeverluste auf.
- Aufgrund schlechter Dämmungseigenschaften und fehlendem äußeren Sonnenschutz heizen sich die Räume bei langer Sonneneinstrahlung sehr stark auf. Ohne Sonnenschutz bzw. Sonnenschutzverglasung ist eine Nutzung der Räume daher im Sommer problematisch.
- Die Fassade ist ungedämmt.
- Das mit Kupferblech belegte Dach ist teilweise ungedämmt und teilweise undicht.
- Die Wärmeverteilung ist aufgrund hydraulischer Probleme schlecht regulierbar. Dadurch beeinflusst das Abregeln einzelner Heizkreise auch die Temperatur in anderen Heizkreisen.
- Die Heizkörperregler sind schwer zugänglich.
- Die Beleuchtung ist durch geänderte Nutzung in vielen Räumen nicht mehr bedarfsgerecht. Überwiegend sind Leuchten mit alten, ineffizienten Vorschaltgeräten verbaut.

Um das Gebäude weiter in vollem Umfang nutzen zu können und den Betriebs- und Instandhaltungsaufwand zu reduzieren, sind eine Reihe von Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik sinnvoll.

Exemplarisch wurden solche Maßnahmen bereits in Teilen des 1. Obergeschosses umgesetzt, wo aufgrund eines Brandes mehrere Räume grundlegend saniert wurden.

**Ziele:**

- Substanz- und Werterhalt des Gebäudes
- Senkung des Wärme- und Stromverbrauchs
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Fassade
- Fensteranlage
- Heizungsinstallation
- Beleuchtung

Bei den Maßnahmen werden die Anforderungen der EnEV 2014 an den Wärmeschutz nach Möglichkeit beachtet. Aufgrund von Einschränkungen durch die Denkmalsatzung ist jedoch eine EnEV-konforme Sanierung nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich. Vor Umsetzung der Maßnahme muss eine bauphysikalische Betrachtung vorgenommen werden.

**Fassade, Innenwände:**

- Aufbringen einer Innendämmung im Brüstungsbereich wie auch an den Fensterlaibungen
- Errichtung von Brandschotts bis zur Geschosdecke

**Fensteranlage:**

- Austausch der Fenster gegen solche mit Sonnenschutzverglasung (U-Wert 1,3 W/m<sup>2</sup>K)
- Herstellen eines Luftdichten Abschlusses zur Fassade

**Heizung:**

- Installation von Plattenheizkörpern mit voreinstellbaren Thermostatventilen

**Beleuchtung:**

- Installation von getrennt schaltbaren, effizienten Spiegelrasterleuchten (bzw. Bildschirmarbeitsplatzleuchten, wo notwendig)
- Erneuerung der gesamten Elektroinstallation

**Handlungsoptionen:**

- Beleuchtung: Installation einer tageslicht- und präsenzabhängigen Regelung
- Beleuchtung: Installation von LED-Leuchten
- Beleuchtung: Installation von Arbeitsplatzleuchten (Stehleuchten)

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	-
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Langfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Senkung des Strom- und Wärmeverbrauchs
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Gering
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auswertung der bereits umgesetzten Maßnahmen</li> </ul>

**Technische und wirtschaftliche Bewertung**

In Abstimmung mit D 65 erfolgt hier keine Bewertung, da es sich um eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen handelt, die sich gegenseitig beeinflussen.

**Handlungsfeld: Gebäudehülle**
**G-3**
**Verwaltungsnebenstelle Antoniusstraße und KiTa  
Tabaluga – Sanierung Gebäudehülle**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Die Gebäudehülle des 1965 errichteten Gebäudes weist bauart- und altersbedingt folgende Schwachstellen auf:

- Die Außenwände sind ohne Wärmedämmung ausgeführt. Die Heizkörper liegen in Heizkörpernischen, wodurch sich Wärmebrücken ergeben.
- Die Aluminiumrahmen der Fenster sind thermisch nicht getrennt. Die innenliegenden Rollladenkästen sind ungedämmt.
- Das Flachdach ist sehr schlecht gedämmt. Es gibt im jedoch Sommer keine Probleme mit Überhitzung der Räume.
- Im Treppenhaus ist eine Wand mit einer großen Bleiverglasung (Einfachverglasung) ausgeführt.

Das Gebäude wird langfristig in der Nutzung der Stadt Kempen bleiben und sollte daher dringend saniert werden.

**Ziele:**

- Substanz- und Werterhalt des Gebäudes
- Reduzierung der Wärmeverluste und Erhöhung der Behaglichkeit der Bewohner/Nutzer
- Vermeiden von Bauschäden durch Schimmelbildung
- Schaffung einer Kostengrundlage zum Vergleich mit anderen Optionen wie Anmietung oder Neubau von Flächen

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

*Flachdach:*

- Erneuerung der Wärmedämmschicht
- Erneuerung der Dachhaut
- Keine Sanierung von tragenden Bauteilen oder Strukturen

*Fassade:*

- Installation eines Wärmedämmverbundsystems (WDVS)

*Fensteranlage:*

- Austausch der Fenster gegen solche mit Wärmeschutzverglasung (U-Wert 1,3 W/m<sup>2</sup>K)
- Nachträgliche Innendämmung der Rollladenkästen

Alle Maßnahmen werden entsprechend der Anforderungen der EnEV 2014 an den Wärmeschutz ausgeführt. Vor Umsetzung der Maßnahme muss eine bauphysikalische Betrachtung vorgenommen werden.

*Grundlagen und Annahmen:*

- Investitionskosten (alle Angaben ohne Umsatzsteuer, gerundet):
  - Dämmung Fassade: 231.000 € (WDVS, 150 €/m<sup>2</sup>)
  - Fenster inkl. Dämmung Rollladenkästen: 193.000 € (Kunststoff, 490 €/m<sup>2</sup>)
  - Dach: 245.000 € (170 €/m<sup>2</sup>)
  - Gerüst, Baustelleneinrichtung: 23.000 €
  - Demontagen, Abbrucharbeiten etc.: 35.000 €
  - Baunebenkosten, Planung (10 %): 73.000 €
  - Unvorhergesehenes (10 %): 80.000 €

- Einsparpotentiale/Nutzen:
  - Reduzierung der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste um ca. 86 % bzw. 288.000 kWh/a
  - Reduzierung des Erdgasverbrauchs um ca. 320.000 kWh<sub>H<sub>2</sub></sub>/a

**Handlungsoptionen:**

- Beschränkung der Maßnahme auf einen der zwei Schwerpunkte Dachsanierung oder Fassade und Fensteranlage:
  - Teilmaßnahme Dachsanierung: Investitionskosten: 296.000 €, Amortisationsdauer: 23,0 Jahre
  - Teilmaßnahme Sanierung Fassade und Fensteranlage: Investitionskosten: 583.000 €, Amortisationsdauer: 91,2 Jahre (nicht wirtschaftlich)
- Austausch der Rollläden und Rolllädenkästen gegen solche mit Innendämmung

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	-
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel und Fördermittel (ggf. als „Leuchtturmprojekt“ in Verbindung mit Maßnahme „T-2 Sanierung der Wärmeversorgung“)
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Mittelfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Reduzierung Wärmeverbrauch, Komfortverbesserung, Steigerung der Vermietbarkeit
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Hoch
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klärung der Flächennutzung im Obergeschoss und ggf. Umbau der leer stehenden Wohnung</li> <li>▪ Planung und Vergabe der Maßnahme</li> <li>▪ Abstimmung mit Maßnahme T-2</li> </ul>

**Technische Bewertung**

	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (absolut) (relativ)	
<b>Energieverbrauch Erdgas</b> angegeben als Brennwert in kWh <sub>H<sub>2</sub></sub>	370.633 kWh/a	50.353 kWh/a	320.280 kWh/a	86 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	84 t/a	11 t/a	73 t/a	86 %

**Wirtschaftliche Bewertung**

<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	17.002 €/a	2.310 €/a	14.692 €/a	36.838 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	0 €/a	0 €/a	0 €/a	0 €/a
<b>Haushaltsentlastung</b>				-1.285 €/a
<b>Investitionskosten</b>		880.458 €	Inklusive Kosten für die Bestandssicherung	
<b>Amortisationsdauer</b>			Alleine aufgrund Energieeinsparung keine - Amortisation möglich	

**Handlungsfeld: Gebäudehülle**
**G-4**
**Luise-von-Duesberg Gymnasium – Sanierung Fensterfassade Atrium**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Bei dem 1966 errichteten Luise von Duesberg Gymnasium wurde 2010 ein Teil der Glasfassade des Atriums ausgetauscht. Diese Sanierungsmaßnahme betraf in etwa die Hälfte der Glasfläche. Dagegen sind die Nord-Ost- und die Süd-Ost-Fensterfassade nicht saniert.

Diese Bereiche weisen bauart- und altersbedingt folgende Schwachstellen auf:

- Die Stahlrahmen der Fenster sind thermisch nicht getrennt. Der U-Wert der alten Fenster (teils Einfachverglasung) beträgt lediglich ca. 4,3 W/m<sup>2</sup>K, so dass sich hohe Wärmeverluste ergeben.
- Einzelne Rahmenbestandteile weisen starke Korrosionsschäden auf. Dies beeinträchtigt möglicherweise die Stabilität der Fensteranlage.

**Ziele:**

- Vermeidung von Sicherheitsproblemen
- Substanz- und Werterhalt des Gebäudes
- Senkung des Wärmeverbrauchs

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Austausch der Fenster (ca. 20 % der betrachteten Fläche)
- Austausch der feststehenden Verglasung (ca. 80 % der Fläche)

Alle Maßnahmen werden entsprechend der Anforderungen der EnEV 2014 an den Wärmeschutz ausgeführt (Wärmeschutzverglasung mit U-Wert 1,3 W/m<sup>2</sup>K).

Vor Umsetzung der Maßnahme muss eine bauphysikalische Betrachtung vorgenommen werden.

**Grundlagen und Annahmen:**

- Investitionskosten (alle Angaben ohne Umsatzsteuer, gerundet):
  - Fensterelemente bzw. feststehende Verglasung: 85.000 € (Kunststoffrahmen, 490 €/m<sup>2</sup> bzw. 220 €/m<sup>2</sup>)
  - Abbruch und Entsorgung der vorhandenen Fensteranlage: 15.500 € (50 €/m<sup>2</sup>)
  - Gerüst, Baustelleneinrichtung etc.: 5.000 €
  - Baunebenkosten, Planung (10 %): 10.500 €
  - Unvorhergesehenes (10 %): 11.600 €
- Einsparpotentiale/Nutzen:
  - Reduzierung der Transmissionswärmeverluste um ca. 70 % bzw. 44.000 kWh/a sowie der Lüftungswärmeverluste (Annahme: ca. 10.000 kWh/a)
  - Reduzierung des Fernwärmeverbrauchs um ca. 54.000 kWh/a

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	-
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Langfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Reduzierung Wärmeverbrauch, Komfortverbesserung
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Hoch
<b>Nächste Schritte</b>	Prüfung der Stabilität der korrodierten Profile

<b>Technische Bewertung</b>				
	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (absolut) (relativ)</b>	
<b>Energieverbrauch Fernwärme</b>	73.181 kWh/a	19.101 kWh/a	54.079 kWh/a	74%
<b>Energieverbrauch Strom</b>				
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	4,2 t/a	1,1 t/a	3,1 t/a	74%
<b>Wirtschaftliche Bewertung</b>				
<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)</b>	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	3.879 €/a	1.012 €/a	2.866 €/a	7.187 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				
<b>Haushaltsentlastung</b>				1.667 €/a
<b>Investitionskosten</b>		127.483 €	Ohne Abzug von „Ohne- hin-Kosten“	
<b>Amortisationsdauer</b>		25,7 a		

**Handlungsfeld: Organisation**
**T-1**
**Rathaus – Analyse des Stromverbrauchs und Reduzierung der Grundlast**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Der Stromverbrauchskennwert des Rathauses liegt mit 39 kWh/(m<sup>2</sup>BGFa) weit über dem Zielwert entsprechend ages-Studie. Dieser liegt bei lediglich 10 kWh/(m<sup>2</sup>BGFa).

Verursacht wird der hohe Stromverbrauch v. a. durch hohen Kunstlichtbedarf aufgrund der relativ dunklen Räume. Hinzu kommen der Betrieb veralteter Elektrogeräte (z.B. Kühlschränke) und diverse Sonderverbräuche, wie der Betrieb des Marktbrunnens und die Weihnachtsbeleuchtung.

Der Stromverbrauch wird nur durch den EVU-Zähler erfasst. Da im Gebäude keine Strom-Unterzähler vorhanden sind, besteht keine Möglichkeit, den Verbrauch einzelner Gebäudeteile oder Anlagen zu messen.

Die Auswertung des Lastprofils ergab eine Grundlast von 15 kW. Diese liegt nachts an und an Wochenenden teilweise auch tagsüber. Typische Grundlastverbraucher sind Server inkl. Klimatisierung, Heizungs-Umwälzpumpen, Rechner, Beamer und ähnliche Geräte.

Auf die Grundlast entfallen rund 12 % des Stromverbrauchs. Dadurch entstehen Kosten von derzeit ca. 4.300 €/a (netto, ohne Preissteigerung).

**Ziele:**

- Identifizierung der wesentlichen Energieverbraucher (Anlagen, Räume, Bereiche) und Ermittlung der Ursachen des hohen Stromverbrauchs
- Ermittlung und Reduzierung von Grundlasten (nachts, Wochenenden) und Lastspitzen

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Durchführung von Kurzzeit-Messungen an den Elektro-Unterverteilungen
- Auswertung der Messungen und Ableitung von Handlungsempfehlungen
- Kommunikation der Messergebnisse im Rathaus mit dem Ziel, das Nutzerverhalten positiv zu beeinflussen
- Bei Bedarf Durchführung weiterer Messungen an einzelnen Verbrauchern

**Grundlagen und Annahmen:**

- Investitionskosten: Für die Durchführung von Messungen an Unterverteilungen, inkl. Wiederholungsmessung, ca. 2.000 €
- Einsparpotentiale: Grundlast wird von 15 kW auf rund 11 kW abgesenkt (25 %, Annahme auf Basis eigener Erfahrungen)

**Handlungsoptionen:**

- Erstellung eines Monitoringkonzepts zum Einbau von Zwischenzählern

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	Stadtwerke: Durchführung von Messungen
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel Verwaltung
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Mittelfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Verbrauchssenkung
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Alle Gebäude mit relevantem Anteil am Stromverbrauch
<b>Nächste Schritte</b>	Durchführung von Kurzzeit-Messungen (1 - 2 Wochen) an Unterverteilungen

<b>Technische Bewertung</b>				
	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (absolut) (relativ)</b>	
<b>Energieverbrauch Fernwärme</b>				
<b>Energieverbrauch Strom</b>	45.000 kWh/a	33.750 kWh/a	11.250 kWh/a	25 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	25 t/a	18 t/a	6 t/a	25 %
<b>Wirtschaftliche Bewertung</b>				
<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)</b>	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	8.415 €/a	6.311 €/a	2.104 €/a	3.163 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				
<b>Haushaltsentlastung</b>				2.995 €/a
<b>Investitionskosten</b>		2.000 €		
<b>Amortisationsdauer</b>		0,6 a		

**Handlungsfeld: Gebäudetechnik**
**T-2**
**Verwaltungsnebenstelle Antoniusstraße und KiTa  
Tabaluga – Konzept Wärmeversorgung**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Die Situation der Versorgung des gesamten Gebäudekomplexes mit Raumwärme und Trinkwarmwasser (TWW) lässt sich wie folgt darstellen:

- Die Heizwärmeversorgung erfolgt von der zentralen Kesselanlage im Kellergeschoss (Brennwertkessel). Die Verteilung erfolgt über Steigleitungen an den Außenwänden, die altersgemäß schlecht bzw. gar nicht isoliert sind. Am Heizungsverteiler sind keine Hocheffizienzpumpen installiert.
- Die Versorgung mit TWW erfolgt für die Kita und für zwei von drei der Wohnungen ebenfalls zentral. Die Zirkulationsleitungen verursachen hohe Wärmeverluste.
- Der Trinkwarmwasserbereiter (geschätztes Volumen ca. 1.000 l) ist auf die ursprüngliche Nutzung des Gebäudes ausgelegt und daher mehrfach überdimensioniert. Die Dämmung ist beschädigt und der gesamte Apparat ist abgängig. Die Versorgungssicherheit ist gefährdet, es besteht Handlungsbedarf.
- Sowohl der Trinkwarmwasserbereiter wie auch die Rohrleitungen am Heizkessel und der Heizungsverteiler sind schlecht isoliert und verursachen hohe Abstrahlverluste.
- Auch im Sommer muss die Kesselanlage inkl. Verteiler in Betrieb sein, um die Versorgung mit TWW zu gewährleisten. Dadurch entstehen hohe Verteilungs- und Bereitschaftsverluste. Der Jahresnutzungsgrad des Kessels geht ebenfalls zurück.
- Die Heizkreisverteilung bildet die Nutzungszeiten schlecht ab. Nicht genutzte Gebäudeteile (ca. 25 % Leerstand in Kellergeschoss und einer Wohnung) lassen sich nicht abschließen und werden unnötig beheizt.

**Ziele:**

- Wiederherstellung der Versorgungssicherheit mit TWW
- Senkung des Brennstoffverbrauchs der TWW-Versorgung

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Aufbau einer dezentralen, erdgasbasierten TWW-Versorgung für Kita und Wohnungen: jede Wohnung sowie je 2 Kita-Gruppen werden von einer Brennwert-Therme versorgt
- Stilllegung und teilweise Rückbau der zentralen Versorgung

**Grundlagen und Annahmen:**

- Da kein Wärmemengenzähler oder Wasserzähler für die TWW-Versorgung existiert, wurde der Bedarf für TWW sowie die Verluste auf Basis der Informationen zu Nutzung etc. ermittelt und mit Verbrauchskennwerten auf Plausibilität geprüft. Es ergaben sich folgende Bedarfswerte (inkl. Wohnungen):
  - Trinkwarmwasser rund 200 m<sup>3</sup>/a bzw. 7.000 kWh/a
  - Zirkulations- und Speicherverluste 21.000 kWh/a (sehr hoch aufgrund des defekten Speichers, Schätzwert)
  - Erdgasverbrauch rund 31.100 kWh<sub>HS</sub>/a
- Einsparpotentiale/Nutzen:
  - Vermeidung der Zirkulations- und Speicherverluste durch dezentrale Erwärmung im Durchflussprinzip: 21.000 kWh/a oder 23.300 kWh<sub>HS</sub>/a

- Investitions- und Betriebskosten (alle Angaben ohne Umsatzsteuer, gerundet):
  - Herstellung der Erdgasversorgung (3 neue Erdgas-Hausanschlüsse inkl. Baukostenzuschuss, Leitungsführung bis Wohnungen im OG): 9.000 € (Annahme)
  - Installation von 5 Thermen inkl. Abgasleitung: 25.000 €
  - Stilllegung und teilweise Rückbau der zentralen Versorgung: 5.000 € (Annahme)
  - Planung, Nebenkosten (10 %): 3.900 €
  - Unvorhergesehenes (10 %): 4.300 €
  - Schornsteinfeger und Wartung: 1.000 €/a (5 Anlagen, jeweils 200 €/a)
  - Grundpreis Erdgas: 500 €/a (jeweils 100 €/a)

**Handlungsoptionen:**

- Erneuerung des Heizungsverteilers und Dämmung aller heizungstechnischen Anlagen (Nachrüstpflicht gemäß EnEV 2014)
- Anpassung der Heizungsverteilung, um eine bedarfs- und nutzungsgerechte Versorgung zu ermöglichen
- Beibehaltung der zentralen Versorgung: Der Einsatz eines BHKWs als zentrale Versorgungseinheit der Liegenschaft mit Wärme und Trinkwarmwasser ist denkbar, da der Wärmebedarf insgesamt hoch genug ist. Die genauere Prüfung auf Wirtschaftlichkeit sollte zuvor in Absprache mit den Stadtwerken durchgeführt werden.

Die Installation eines Mikro-BHKWs oder einer solarthermischen Anlage für die TWW-Bereitung erscheint in Zusammenhang mit der dezentralen Versorgungsvariante dagegen als nicht empfehlenswert.

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	Optional Stadtwerke zur Errichtung eines BHKW
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Contracting
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Langfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Senkung des Wärme- und Stromverbrauchs
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Hoch
<b>Nächste Schritte</b>	Berechnung der Bedarfswerte und Vergabe der Maßnahme

**Technische Bewertung**

	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (absolut)	(relativ)
<b>Energieverbrauch Erdgas</b> angegeben als Brennwert in kWh <sub>H<sub>2</sub></sub>	34.533 kWh/a	8.633 kWh/a	25.900 kWh/a	75 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	8 t/a	2 t/a	6 t/a	75 %

**Wirtschaftliche Bewertung**

<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	1.589 €/a	397 €/a	1.191 €/a	1.669 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	0 €/a	1.500 €/a	-1.500 €/a	-1.711 €/a
<b>Haushaltsentlastung</b>				-3.997 €/a
<b>Investitionskosten</b>		47.200 €	Inklusive Kosten für die Bestandssicherung	
<b>Amortisationsdauer</b>			Alleine aufgrund Energieeinsparung keine Amortisation möglich	

**Handlungsfeld: Gebäudetechnik**
**T-3**
**Erich-Kästner-Realschule – Sanierung Wärmeverteilung und -übergabe**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Der Schulkomplex umfasst die Schulgebäude, Turnhalle und Aula. Der gesamte Komplex wird mit Fernwärme beheizt. Schulgebäude, Erweiterungsbau, Sporthalle und Aula werden von der Heizzentrale im Schulgebäude mit Wärme versorgt. Dazu liegen Erdleitungen von der Heizzentrale im Schulgebäude bis zum Erweiterungsbau und zur Sporthalle.

Die liegenschaftsinterne Wärmeverteilung weist folgende Schwachstellen auf:

- Die alten Plattenheizkörper haben aufgrund der Einbausituation keine selbsttätig regelnden Ventile. In Verbindung mit der schlechten Regelbarkeit der Heizkreise werden viele Räume nicht richtig beheizt (vor allem im Erweiterungsbau, zu warm/zu kalt).
- Die Heizkreise sind nicht hydraulisch abgeglichen, so dass die Pumpen einen unnötig hohen Stromverbrauch aufweisen. Strangreguliertventile sind nicht vorhanden.
- Die Regelung der Heizkreise ist durch hohe Druck- und Temperaturunterschiede nur schwer möglich.
- Die Heizungsverteilung ermöglicht nicht die bedarfsabhängige Beheizung einzelner Gebäudebereiche oder Räume. Dies betrifft vor allem die Treppenhäuser, die dadurch häufig überheizt werden.
- In der Folge sind die drehzahlgeregelten Umwälzpumpen wenig nutzbringend, da eine andauernde Wärmeanforderung durch die alten Plattenheizkörper ohne Ventilregelung auftritt.
- Weiterhin entstehen hohe Wärmeverluste durch lange Erdleitungen bis zur Turnhalle oder zu dem Erweiterungsbau.

**Ziele:**

- Steigerung des Komforts durch nutzungs- und bedarfsgerechte Beheizung des Gebäudes
- Senkung des Heizwärme- und des Pumpstrombedarfs und dadurch Senkung der Energiekosten

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Austausch der Plattenheizkörper in Hauptgebäude und Erweiterungstrakt: Einbau von Universalheizkörpern mit geringer Bautiefe, inkl. Thermostatventilen und einstellbaren Rücklaufverschraubungen
- Einbau von Strangreguliertventilen in den Heizkreisen (Steigleitungen)
- Durchführung des hydraulischen Abgleichs; Prüfung und Abnahme des erfolgten Abgleichs, inkl. Abnahmeprotokoll

**Grundlagen und Annahmen:**

- Senkung des Heizenergiebedarfs um 5 % (Annahme). Da es keine Unterzähler gibt, wird dieser nicht gemessen. Er wurde daher auf rund 600 MWh/a für die betroffenen Gebäude abgeschätzt (gesamter Wärmebedarf inkl. Turnhalle und Trinkwarmwasserbedarf: 770 MWh/a).
- Senkung des Pumpstrombedarfs um 15 % durch Senkung des Fördervolumens und des Druckverlustes. Dadurch optimierter Betrieb der vorhandenen drehzahlgeregelten Pumpen.
- Investitionskosten (alle Angaben ohne Umsatzsteuer, gerundet):
  - Austausch von ca. 150 Heizkörpern (120 Hauptgebäude + 30 Erweiterungsbau): 132.000 € (inkl. Anpassung der Verteilungen und Installation von Thermostatventilen; Ventilköpfe als Behördenmodell)
  - Einbau von ca. 12 Strangreguliertventilen: 6.000 € (inkl. Entleerung/Befüllung Heizsystem)
  - Hydraulischer Abgleich: Verpflichtende Leistung gemäß VOB, daher in o.g. Kosten enthalten
  - Unvorhergesehenes, Planung (15 %): 37.000 €

**Handlungsoptionen:**

- Installation eines dezentralen Pumpensystems, z.B. Wilo Geniix (aufgrund des hohen baulichen Aufwands zur Installation von Bus- und Stromleitungen hier nicht weiter betrachtet)

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	-
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Langfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Senkung des Strom- und Heizenergiebedarfs; verbessertes Raumklima
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Nicht bekannt
<b>Nächste Schritte</b>	Alternativkonzept prüfen (Vor-Ort-Termin notwendig)

**Technische Bewertung**

	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (absolut) (relativ)</b>	
<b>Energieverbrauch Fernwärme</b>	600.000 kWh/a	570.000 kWh/a	30.000 kWh/a	5 %
<b>Energieverbrauch Strom</b>	15.750 kWh/a	13.388 kWh/a	2.363 kWh/a	15 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	43 t/a	40 t/a	3 t/a	7 %

**Wirtschaftliche Bewertung**

<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)</b>	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	30.545 €/a	28.723 €/a	1.822 €/a	4.833 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				
<b>Haushaltsentlastung</b>				-2.727 €/a

<b>Investitionskosten</b>		174.600 €	Ohne Abzug von „Ohne-hin-Kosten“
<b>Amortisationsdauer</b>			Alleine aufgrund Energieeinsparung keine - Amortisation möglich

**Handlungsfeld: Gebäudetechnik**
**T-4**
**Luise-von-Duesberg Gymnasium – Sanierung Beleuchtung**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

In den Klassenräumen sind zweiflammige Leuchten installiert. Die Langfeldleuchten (opake Wannenneuchten) sind mit T8-Lampen ausgerüstet und werden mit ineffizienten KVG betrieben.

Die spezifische Leistung liegt bei rund 20 W/m<sup>2</sup>, während nach der VDI-Richtlinie 3807 für Klassenräume 7 W/m<sup>2</sup> anzustreben sind.

Durch Umstellung auf T5-Lampen in Verbindung mit hocheffizienten Spiegelrasterleuchten lässt sich die installierte Leistung stark reduzieren und die Anzahl der Lampen halbieren. Die Beleuchtungsstärke entspricht dabei dennoch den gesetzlichen Anforderungen.

**Ziele:**

- Steigerung des Beleuchtungskomforts
- Verringerung des Stromverbrauchs

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Klassenräume: Austausch von zweiflammigen T8-Leuchten gegen Spiegelrasterleuchten mit T5-Lampen (Leistung je nach Bedarfsberechnung), Installation einer tageslicht- und präsenzabhängigen Regelung
- Flure: Austausch der vier- und zweiflammigen Leuchten gegen effiziente Leuchten mit T5-Lampen, Installation von Bewegungsmeldern

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Maßnahme mit dem 6-Jahres-Programm für den Brandschutz an Schulen abgestimmt wird.

**Grundlagen und Annahmen:**

- Berechnung wurde für 18 Klassenzimmer und drei Flure durchgeführt
- Ermittlung des derzeitigen Verbrauchs pro Klassenzimmer:
  - 12 Leuchten à 2x58 W
  - Vollbenutzungstunden pro Jahr: 1.200 (Annahme)
- Einsparpotentiale:
  - 12 Leuchten à 35 W
  - Für Klassenräume: Tageslicht- oder präsenzabhängige Regelung
  - Vollbenutzungstunden pro Jahr: 960 (Annahme: 20 % Einsparung durch Regelung)
- Beibehaltung der Anzahl und Position der Leuchten
- Investitionskosten (zzgl. USt., 10 % Mengenrabatt in Einzelsummen berücksichtigt):
  - Demontage/Entsorgung: 12.100 € (40 €/Leuchte)
  - Leuchten inkl. Montage: 55.000 € (Klassenzimmer: 200 €/Leuchte, Flur: 150 €/Leuchte)
  - Beleuchtungssteuerung: 15.100 € (800 € je Klassenzimmer bzw. Flur)
  - Unvorhergesehenes (10 %): 8.200 €

**Handlungsoptionen:**

- Installation von LED-Leuchten (im Vergleich mit T5-Leuchten höhere Einsparungen und höhere Investitionskosten, für die jedoch Fördermittel verfügbar sind)

<b>Umsetzung</b>				
<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt			
<b>Weitere Akteure</b>	-			
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel			
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Kurzfristig			
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Reduzierung Stromverbrauch, Reduzierung Wartungsaufwand			
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Hoch			
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durchführung von Beleuchtungsberechnungen für verschiedene Raumtypen</li> <li>▪ Ausarbeitung des Sanierungskonzepts für alle Schulen unter Berücksichtigung des Brandschutzkonzeptes</li> <li>▪ Investitionsentscheidung, Aufnahme in Mittelfrist-Planung</li> </ul>			
<b>Technische Bewertung</b>				
	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (absolut)	(relativ)
<b>Energieverbrauch Fernwärme</b>				
<b>Energieverbrauch Strom</b>	40.435 kWh/a	5.599 kWh/a	34.836 kWh/a	86 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	22 t/a	3 t/a	19 t/a	86 %
<b>Wirtschaftliche Bewertung</b>				
<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	8.330 €/a	1.153 €/a	7.176 €/a	10.790 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	389 €/a	78 €/a	311 €/a	355 €/a
<b>Haushaltsentlastung</b>				3.565 €/a
<b>Investitionskosten</b>		90.451 €		
<b>Amortisationsdauer</b>		9,4 a		

**Handlungsfeld: Organisation**
**T-5**
**Dreifachturnhalle Ludwig-Jahn-Straße – Analyse  
des Stromverbrauchs und Reduzierung der Grund-  
last**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Der Stromverbrauchskennwert der Dreifachturnhalle liegt mit 56 kWh/(m<sup>2</sup>BGFa) weit über dem Zielwert entsprechend ages-Studie. Dieser liegt bei lediglich 8 kWh/(m<sup>2</sup>BGFa). Verursacht wird dies v.a. durch den hohen Kunstlicht- und Lüftungsstrombedarf.

Der Stromverbrauch selbst wird nur durch den EVU-Zähler erfasst. Da im Gebäude keine Strom-Unterzähler vorhanden sind, besteht keine Möglichkeit, den Verbrauch einzelner Gebäudeteile oder Anlagen zu messen. Das Lastprofil wird nicht gemessen.

Die Auswertung des Lastprofils eines sehr gut vergleichbaren Objektes ergab eine Grundlast von 5 kW. Diese liegt nachts und an Wochenenden teilweise auch tagsüber an.

Typische Grundlastverbraucher sind Lüftungsanlagen, Rechenzentrum/Server inkl. Klimatisierung, Umwälzpumpen (Heizung, Warmwasserzirkulation), Kühlmöbel in der Kantine, Beamer und Rechner.

Auf die Grundlast entfallen rund 12 % des Stromverbrauchs. Dadurch entstehen Kosten von derzeit ca. 2.800 €/a (netto, ohne Preissteigerung).

**Ziele:**

- Identifizierung der wesentlichen Energieverbraucher (Anlagen, Räume, Bereiche) und Ermittlung der Ursachen des hohen Stromverbrauchs
- Ermittlung und Reduzierung von Grundlasten (nachts, Wochenenden) und Lastspitzen

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Durchführung von Kurzzeit-Messungen an den Elektro-Unterverteilungen
- Auswertung der Messungen und Ableitung von Handlungsempfehlungen
- Bei Bedarf Durchführung weiterer Messungen an einzelnen Verbrauchern

**Grundlagen und Annahmen:**

- Investitionskosten: Für die Durchführung von Messungen an Unterverteilungen, inkl. Wiederholungsmessung, ca. 2.000 €
- Einsparpotentiale: Grundlast wird von 5 kW auf 3 kW abgesenkt (40 %, Annahme auf Basis eigener Erfahrungen)

**Handlungsoptionen:**

- Erstellung eines Monitoringkonzepts zum Einbau von Zwischenzählern

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	Stadtwerke: Durchführung von Messungen
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel Verwaltung
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Mittelfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Verbrauchssenkung
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Alle Gebäude mit relevantem Anteil am Stromverbrauch
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durchführung von Kurzzeit-Messungen (1 - 2 Wochen) an der Elektro-Hauptverteilung</li> <li>▪ Bei Bedarf weitere Messungen an Unterverteilungen</li> </ul>

<b>Technische Bewertung</b>				
	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (absolut) (relativ)</b>	
<b>Energieverbrauch Fernwärme</b>				
<b>Energieverbrauch Strom</b>	15.000 kWh/a	9.000 kWh/a	6.000 kWh/a	40 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	8 t/a	5 t/a	3 t/a	40 %
<b>Wirtschaftliche Bewertung</b>				
<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Nach Umsetzung</b>	<b>Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)</b>	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	2.805 €/a	1.683 €/a	1.122 €/a	1.687 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				
<b>Haushaltsentlastung</b>				1.519 €/a
<b>Investitionskosten</b>		2.000 €		
<b>Amortisationsdauer</b>		1,2 a		

**Handlungsfeld: Gebäudetechnik**
**T-6**
**Turnhallen Grundschulzentrum Süd – Sanierung  
der Wärmeversorgung**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Die Situation der Versorgung der Turnhalle mit Raumwärme und Trinkwarmwasser (TWW) lässt sich wie folgt darstellen (ausführliche Beschreibung: siehe Gebäudesteckbrief):

- Die Wärme wird vom Hausanschluss in der KGS Wiesenstraße mittels einer schlecht isolierten Nahwärmeleitung bereitgestellt.
- Da auch die TWW-Bereitung damit versorgt wird, ist die Nahwärmeleitung fast ganzjährig (während der Nutzung der Sporthalle) in Betrieb.
- Dadurch entstehen hohe Wärmeverluste sowie ein hoher Pumpstrombedarf.

**Ziele:**

- Senkung der Wärmeverluste und des Pumpstromverbrauchs

**Technisches Konzept:**

Im technischen Konzept werden folgende Sanierungsschwerpunkte betrachtet:

- Herstellung einer eigenen Wärmeversorgung auf Basis eines Erdgas-Hausanschlusses von Eichendorffstraße oder Bongert her (Fernwärme ist nicht verfügbar)
- Stilllegung der Nahwärmeleitung zwischen Schule und Turnhallen (ca. 40 m)

**Grundlagen und Annahmen:**

- Da kein Wärmemengenzähler für die Turnhallen existiert, wurden der Bedarf für TWW und Raumheizung sowie die Verluste rechnerisch ermittelt. Dies erfolgte auf Basis der Informationen zu Nutzung etc. und wurde mit Verbrauchskennwerten auf Plausibilität geprüft. Es ergaben sich folgende Bedarfswerte:
  - Raumheizung: 120 MWh/a
  - Trinkwarmwasser: 60 MWh/a (davon Zirkulations- und Speicherverluste 20 MWh/a)
  - Verluste auf Nahwärmeleitung: 30 MWh/a
- Einsparpotentiale/Nutzen:
  - Stilllegung der vorhandenen Nahwärmeleitung zwischen Schule und Turnhallen, Abschaltung außerhalb der Heizperiode: 21 MWh/a
- Investitionskosten (alle Angaben ohne Umsatzsteuer, gerundet):
  - Neuer Erdgashausanschluss (Baukostenzuschuss + Netzkostenbeitrag): ca. 8.500 €
  - Erdgas-Brennwertkessel 120 kW wandhängend, inkl. Regelung und Abgasleitung: 12.000 €
  - Anbindung an vorhandene Hydraulik der Turnhallen: 4.000 €
  - Nebenkosten, Planung: (10 %): 2.400 €
  - Unvorhergesehenes (10 %): 2.700 €

**Handlungsoptionen:**

- Versorgung auch der Regenbogenschule vom neuen Fernwärmehausanschluss und Stilllegung der Versorgungsleitung zwischen den Schulen
- Erneuerung bzw. Dämmung der Nahwärmeleitung zwischen den Schulen und evtl. der Turnhalle
- Errichtung einer Heizzentrale für die Turnhallen auf Erdgasbasis → Einsatz von BHKW oder Solarthermie prüfen

<b>Umsetzung</b>				
<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt			
<b>Weitere Akteure</b>	Stadtwerke: Sanierung Nahwärmeleitung, optional Errichtung Heizzentrale inkl. BHKW			
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Bei optionaler Erdgasversorgung: Anlagen- oder Wärmeliefercontracting			
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Mittelfristig			
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Einsparung bei Instandsetzungskosten, Verbrauchssenkung, CO <sub>2</sub> -Minderung			
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Weitere Liegenschaften mit Nahwärmenetz			
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leistungsbedarf ermitteln</li> <li>▪ Einsatz BHKW prüfen</li> </ul>			
<b>Technische Bewertung</b>				
	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (absolut) (relativ)	
<b>Energieverbrauch Wärme (Fernwärme und Erdgas)</b>	210.000 kWh/a	189.000 kWh/a	21.000 kWh/a	10 %
<b>Energieverbrauch Strom</b>	5.250 kWh/a	1.890 kWh/a	3.360 kWh/a	64 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	15 t/a	12 t/a	3 t/a	20 %
<b>Wirtschaftliche Bewertung</b>				
<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	12.112 €/a	10.370 €/a	1.741 €/a	2.504 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>				
<b>Haushaltsentlastung</b>				28 €/a
<b>Investitionskosten</b>		29.600 €		
<b>Amortisationsdauer</b>		14,8 a		

**Handlungsfeld: Gebäudetechnik**

**T-7**

**Gebäudeübergreifend – Ausbau Solarenergienutzung (Photovoltaik für Eigenverbrauch)**

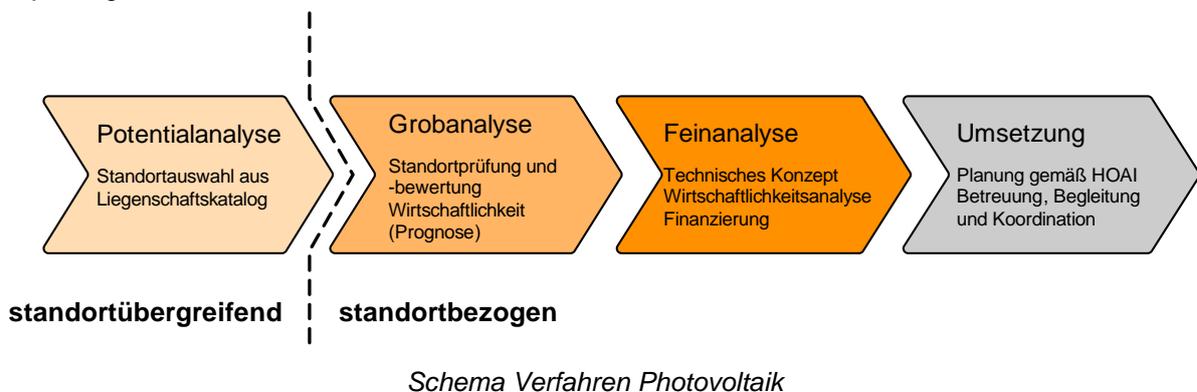
**Beschreibung**

**Hintergrund:**

Solare Strahlungsenergie ist in Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) zur Stromerzeugung nutzbar. Wärme kann mit solarthermischen Anlagen (Kollektoren) erzeugt werden.

Um diese Anlagen wirtschaftlich errichten und betreiben zu können, müssen die Aufstellflächen (i.d.R. Dächer) verschiedene Kriterien erfüllen, z.B. hinsichtlich Dachzustand/Sanierungsbedarf und Statik.

Zur effektiven Analyse, Konzeption und Umsetzung von PV-Anlagen an kommunalen Liegenschaften ist ein strukturiertes vierstufiges Verfahren sinnvoll, das in nachstehender Abbildung dargestellt ist. Mit diesem Verfahren werden die entscheidungsrelevanten Fragestellungen zum frühestmöglichen Zeitpunkt geklärt und so kostenintensive Fehlinvestitionen vermieden.



**Ziele:**

- Identifizierung geeigneter Flächen (Reihenuntersuchung von Dachflächen, ggf. Freiflächen)
- Errichtung von PV- oder solarthermischen Anlagen auf/bei kommunalen Gebäuden zur Senkung der Energiekosten (Strom- und Wärmeeinsparung)
- Verpachtung von Flächen an Dritte, z.B. Energiegenossenschaften, zur Errichtung von PV-Anlagen (wirtschaftlich ist dies wegen der EEG-Novellierung 2014 jedoch wenig attraktiv)

**Konzept:**

*Standortübergreifend:* Durchführung einer Reihenuntersuchung (Potentialanalyse) anhand von Luftbildern; hierbei Beurteilung von Größe, Ausrichtung, Verschattung etc. der Flächen. Bei PV ist auch der Strombedarf benachbarter Gebäude im kommunalen Eigentum zu berücksichtigen (Eigenverbrauch des erzeugten Stroms im räumlichen Verbund). Ziel ist die Vorauswahl einzelner Gebäude zur näheren Betrachtung.

*Standortbezogen:*

- Grobanalyse als Entscheidungsgrundlage zur weiteren Projektentwicklung: überschlägige Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Individuelle Bewertung/ Eignungsprüfung der potenziellen Liegenschaft unter Berücksichtigung städtebaulicher Aspekte
- Feinanalyse: Auslegung der Anlage auf Basis einer Simulationsrechnung, Entwicklung des Zeitplans für die Umsetzung, Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Umsetzung

**Grundlagen und Annahmen:**

- Betrachtung für 20 Anlagen mit jeweils z.B. 10 kWp (kleinere Anlagen ermöglichen eine höhere Eigenverbrauchsquote bzw. sind bis 10 kWp von der EEG-Umlage befreit)
- Spezifischer Ertrag in Kempen 930 kWh/kWp
- Eigenverbrauchsquote 60 %
- Vergütung für Anlagen bis 40 kWp: 11,50 ct/kWh (derzeit 12,22 ct/kWh)
- Spezifische Investitionskosten 1.600 €/kWp

**Handlungsoptionen:**

- Aufbau eines Solarkatasters zur Ausweisung der geeigneten Flächen für Dritte

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	Klimaschutzmanager/in, ggf. Investoren
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel Verwaltung, ggf. Bürgersolaranlage
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Kurzfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Menge an erzeugtem Solarstrom/-wärme, Eigenverbrauchsquote, „Deckungsgrad“
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Hoch, anwendbar für alle kommunalen Gebäude
<b>Nächste Schritte</b>	Durchführung der Reihenuntersuchung

**Technische Bewertung**

	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (absolut) (relativ)	
<b>Stromerzeugung PV-Anlage</b>	0 MWh/a	186 MWh/a	-	-
<b>Davon Netzeinspeisung</b>	0 MWh/a	74 MWh/a	-	-
<b>Verbleibender Strombezug abzüglich PV-Strom für Eigenverbrauch</b>	1.333 MWh/a	1.221 MWh/a	112 MWh/a	8 %
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen für Eigenverbrauch</b>	730 t/a	669 t/a	61 t/a	8 %

**Wirtschaftliche Bewertung**

<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten, inkl. Einspeisevergütung</b>	249.270 €/a	219.845 €/a	29.425 €/a	39.933 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	0 €/a	4.810 €/a	-4.810 €/a	-5.476 €/a
<b>Haushaltsentlastung</b>				7.641 €/a
<b>Investitionskosten</b>		320.000 €		
<b>Amortisationsdauer</b>		10,0 a		

**Handlungsfeld: Organisation**

O-1

**Gebäudeübergreifend – Aufbau Klimaschutzmanagement eigene Liegenschaften**

**Beschreibung**

**Hintergrund:**

Das Klimaschutzmanagement hat die Aufgabe, CO<sub>2</sub>-Minderungsziele für den Betrieb der kommunalen Liegenschaften zu formulieren. Im Rahmen des Klimaschutzmanagements werden zudem Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs geplant, koordiniert und gesteuert. Dadurch wird ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess in Gang gesetzt. Das Klimaschutzmanagement gewährleistet dadurch eine validierbare Klimaschutzpolitik.

**Ziele:**

Transparente Darstellung der Zuständigkeiten und Entscheidungsabläufe für die Umsetzung klimarelevanter Maßnahmen. Systematische und kontinuierliche Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

**Organisationskonzept:**

Das Organisationskonzept wurde unter Berücksichtigung der Strukturen, Projekte und Programme in Kempen erstellt.

Das Klimaschutzmanagement kann mithilfe des Regelkreises Energiemanagement aufgebaut werden (siehe Abbildung). Der Regelkreis ist an die DIN EN ISO 50001 „Energiemanagement“ angelehnt. Das Kapitel 8.2 des Abschlussberichts zum Klimaschutz-Teilkonzept enthält die ausführliche Darstellung der konzeptionellen Grundlage. Weiterhin wird in diesem Kapitel der Regelkreis für die eigenen Liegenschaften in Kempen angewendet.



*Regelkreis für das Energiemanagement (eigene Darstellung)*

**Handlungsoptionen:**

- Durchführung von Workshops zur Festlegung der Organisationsstruktur und Zuständigkeiten
- Einrichtung der Arbeitsgruppe eigene Liegenschaften und Durchführung regelmäßiger Arbeitssitzungen
- Bestellung einer Stelle des/der Energiemanagers/in mit entsprechenden Befugnissen speziell für die Bereiche des Klimaschutzes in eigenen Liegenschaften

- Regelmäßige Bearbeitung der Themenbereiche zum Klimaschutz in eigenen Liegenschaften entsprechend des Regelkreises für das Energiemanagement
- Einrichtung und Betreiben eines automatisierten Energiecontrollings für die eigenen Liegenschaften als Hilfsmittel zum Energiemanagement (siehe Controllingkonzept, Kapitel 8.3 des Abschlussberichts zum Klimaschutz-Teilkonzept)

### **Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	Klimaschutzmanager bzw. Mitarbeiter von Amt D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	„Energieteam“ (noch zu gründen)
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Zuschuss durch Fördermittel im Rahmen der BMUB Klimaschutzinitiative (Einstellung Klimaschutzmanager/in)
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Mittelfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Maßnahmenumsetzung führt zur Reduzierung des Energie- und CO <sub>2</sub> -Verbrauchs in kommunalen Liegenschaften
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	-
<b>Nächste Schritte</b>	Durchführung von Workshops zur Festlegung der Organisationsstruktur und Zuständigkeiten

### **Technische und wirtschaftliche Bewertung**

Bewertung nicht möglich

**Handlungsfeld: Organisation**

O-2

**Gebäudeübergreifend – Aufbau Energiemonitoring, Pilotprojekt Erich-Kästner-Realschule**

**Beschreibung**

**Hintergrund:**

Aktuell wird der Energie- und Medienverbrauch in wenigen Gebäuden automatisiert erfasst. In der Regel werden die Verbrauchsdaten manuell durch die Hausmeister notiert. Die Daten werden in MS-Excel eingegeben und die Verbräuche werden nur überschlägig beurteilt.

Mit einer automatisierten Datenerfassung bzw. Energiemonitoring sollen die Datenerfassung zeitnah und kontinuierlich erfolgen und der Personalaufwand reduziert werden.

Mit einem Energiemonitoringsystem (EMS) und der Aufdeckung und Beseitigung von Schwachstellen sind Einsparungen von 8 bis 20 % des Energieverbrauchs realistisch, wie vergleichbare Projekte in Kommunen zeigen.

**Ziele:**

- Senkung des Energieverbrauchs durch Überwachen und Optimieren der vorhandenen Gebäudetechnik und Sensibilisierung des Nutzerverhaltens
- Einsatz des Energiemonitoringsystems zur Visualisierung der Verbrauchsdaten im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit
- Überwachung bzw. Nachweis der Effizienz der weiteren Sanierungsmaßnahmen
- Erfüllung von Nachweispflichten aus Förderprojekten

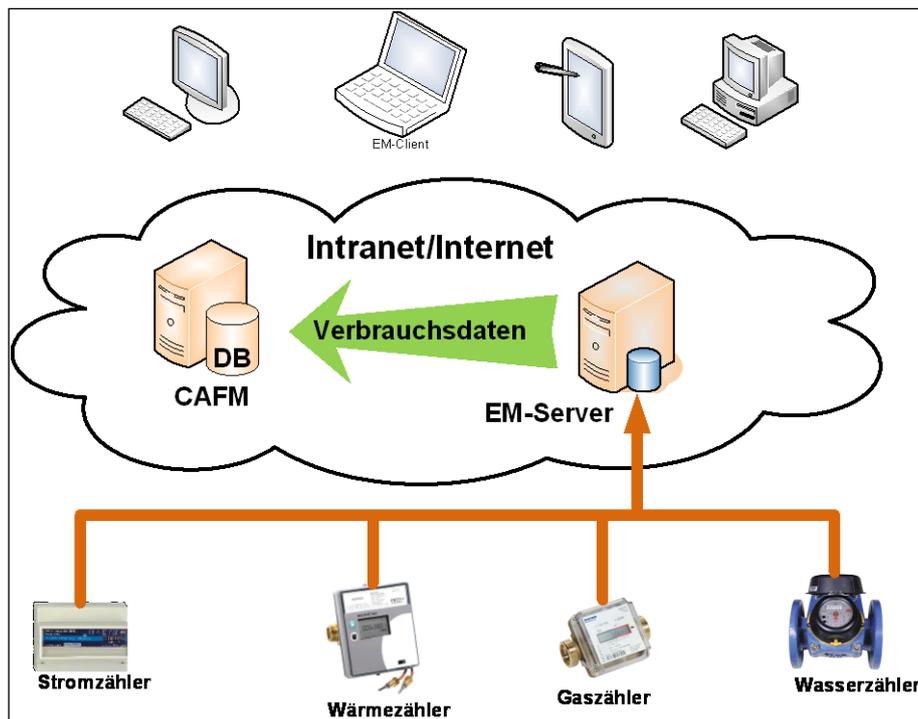
**Technisches Konzept:**

Aufgabe des Energiemonitorings ist neben der Kontrolle und Abrechnung auch die Analyse des Energie- und Ressourcenverbrauchs. Dies ist die Grundlage aller Optimierungsmaßnahmen. Das Energiemonitoring bietet damit folgende Funktionen:

- Kostenstellengerechte Verbrauchsabrechnung
- Automatische Berechnung von energetischen Kennzahlen
- Datenermittlung für die Bewertung von Einsparmaßnahmen

Um ein liegenschaftsübergreifendes Monitoringsystem zu realisieren, müssen die Daten von den Zählern an einen zentralen Datenbankserver übertragen werden.

Die nachstehende Graphik veranschaulicht den Systemaufbau.



Konzept zur zentralen Datenerfassung (eigene Darstellung)

Zum Aufbau des Energiemonitorings empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

- Erstellung eines Monitoringkonzepts als Vorbereitung der Umsetzung.
- Auswahl Pilotprojekt und schrittweise Ertüchtigung und Erweiterung des Zählerparks und Einführung EMS-Software.
- Bei Neubau und Sanierung von Verteilern kommunikationsfähige Zähler vorsehen.
- Visualisierung des Verbrauchs ausgewählter Liegenschaften im Rathaus oder in Schulen.

Die technische und wirtschaftliche Bewertung in diesem Steckbrief bezieht sich auf ein mögliches Pilotprojekt in der Erich-Kästner-Realschule.

**Handlungsoptionen:**

Stufenweise Erweiterung des Monitoringsystems und Erfassung weiterer Liegenschaften:

- Erste Stufe: Aufschaltung der vorhandenen Messeinrichtungen bzw. Import der von den EVU-Zählern erfassten Messdaten und Auswertung auf einer zentralen Monitoringsoftware
- Zweite Stufe: Auswahl einer Liegenschaft für ein Pilotprojekt zur Installation von Unterzählern zur Identifizierung konkreter Einsparpotentiale

<b>Umsetzung</b>	
<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	Klimaschutzmanager/-in
<b>Weitere Akteure</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenfinanzierung; ggf. Unterstützung der Stadtwerke Kempen beim Ausbau der Zähler
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Kurzfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Aufgeschaltete Zähler und angeschlossene Liegenschaften
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Liegenschaftsübergreifend
<b>Nächste Schritte</b>	Beschluss und Bereitstellung der Mittel für die Erstellung des Energiemonitoringkonzepts

**Technische Bewertung für Pilotprojekt Erich-Kästner-Realschule**

	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (absolut) (relativ)	
<b>Energieverbrauch Fernwärme</b>	772.799 kWh/a	695.519 kWh/a	77.280 kWh/a	10%
<b>Energieverbrauch Strom</b>	123.116 kWh/a	104.648 kWh/a	18.467 kWh/a	15%
<b>Verbrauch Trinkwasser</b>	560 m <sup>3</sup> /a	504 m <sup>3</sup> /a	56 m <sup>3</sup> /a	10%
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	111 t/a	97 t/a	15 t/a	13%

**Wirtschaftliche Bewertung für Pilotprojekt Erich-Kästner-Realschule**

<i>Alle Angaben netto ohne USt.</i>	Ist-Zustand	Nach Umsetzung	Einsparung (1. Jahr) (annuitätisch)	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b>	106.831 €/a	94.997 €/a	11.834 €/a	11.162 €/a
<b>Betriebsgebundene Kosten</b>	0 €/a	4.032 €/a	-4.032 €/a	-4.600 €/a
<b>Haushaltsentlastung</b>				4.048 €/a
<b>Investitionskosten</b>		30.000 €		
<b>Amortisationsdauer</b>		5,0 a		

**Handlungsfeld: Organisation**
**O-3**
**Gebäudeübergreifend – Nutzerschulung/Motivation  
zum klimafreundlichen Nutzerverhalten**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

In Schulen hat das Verhalten der Lehrer großen Einfluss auf den Energieverbrauch für Heizung und Beleuchtung, und damit auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Liegenschaften. So wird z.B. in den Klassenräumen das Licht in Nutzungspausen oder bei ausreichendem Tageslichteinfall oft nicht abgeschaltet. In Verwaltungsgebäuden gilt sinngemäß dasselbe für die anderen Mitarbeiter.

Vielen Mitarbeitern sind die Auswirkungen des eigenen Verhaltens nicht bewusst. Die Maßnahme soll daher durch Informationen und Schulungen zu „klimafreundlichem Handeln“ motivieren.

**Ziele:**

Sensibilisierung und Motivation der Gebäudenutzer zu einem nachhaltig sparsamen Verhalten bei der Nutzung von Energie.

**Handlungsoptionen:**

- Regelmäßige Durchführung von (Mitarbeiter-/Hausmeister-) Schulungen.
- Durchführung von verwaltungsinternen Vorträgen und Ausstellungen zum Thema Energieeffizienz.
- Beteiligung am Programm „e.fit“ der Energieagentur NRW ([www.energieagentur.nrw.de/efit](http://www.energieagentur.nrw.de/efit)).
- Erstellung eines Informationskonzepts für Schulen

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	Klimaschutzmanager/-in
<b>Weitere Akteure</b>	Schulverwaltungs- und Sportamt, Haupt- und Personalamt, Hochbauamt und Gebäudeservice, Mitarbeitervertretung
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	Eigenmittel, Fördermittel Klimaschutzmanager, Förderung durch Energieagentur NRW (e.fit-Programm)
<b>Zeitlicher Rahmen</b>	Mittelfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Reduzierung des Strom- und Wärmeverbrauchs, Rückmeldung der Hausmeister zu Verhaltensänderungen
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Betrifft alle Schulen und Verwaltungsgebäude
<b>Nächste Schritte</b>	Konzeptentwicklung (Festlegung Schulungsprogramm etc.)

**Technische und wirtschaftliche Bewertung**

Bewertung nicht möglich

**Handlungsfeld: Organisation**
**O-4**
**Gebäudeübergreifend – Qualitätssicherung zur  
Effizienz bei Maßnahmen**
**Beschreibung**
**Hintergrund:**

Überhöhte Energieverbräuche im Gebäudebetrieb ergeben sich häufig durch mangelhafte Einregulierung im Rahmen der Inbetriebnahme gebäudetechnischer Systeme. Durch die Einführung der Qualitätssicherung wird es Bestandteil der Abnahme, dass die Einhaltung der geplanten und bestellten Ausführungsqualität geprüft wird.

**Ziele:**

Sicherstellung eines wirtschaftlichen Gebäudebetriebs sowie Qualitätssicherung bei Baumaßnahmen

**Konzept:**

- Entwicklung von Vorgaben, die bei der Inbetriebnahme eingehalten werden müssen; ggf. müssen diese auch Eingang in die Vergabeverfahren finden
- Schaffung einer Kontrollinstanz unter Anwendung geeigneter Mittel, z.B. Dienstanweisungen

**Handlungsoptionen:**

- -

**Umsetzung**

<b>Verantwortlicher/Koordinator</b>	D 65 Hochbauamt
<b>Weitere Akteure</b>	A 14 Rechnungsprüfungsamt
<b>Finanzierungsvorschlag</b>	-
<b>Priorisierung/Maßnahmenbeginn</b>	Mittelfristig
<b>Erfolgsindikatoren</b>	Bessere Zielerreichung hinsichtlich Energieverbrauch bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen
<b>Übertragbarkeit auf andere Objekte</b>	Hoch
<b>Nächste Schritte</b>	Entwicklung von Vorgaben zur Inbetriebnahme

**Technische und wirtschaftliche Bewertung**

Bewertung nicht möglich