



Energiebericht 2014

Vorwort zum Energiebericht 2014



Liebe Bobinger Bürgerinnen und Bürger,

ich freue mich Ihnen den aktuellen Energiebericht der Stadt Bobingen vorlegen zu können.

Die Stadt Bobingen informiert Sie jährlich darüber, wie sie ihrer Verpflichtung hinsichtlich einer nachhaltigen, d.h. ressourcenschonenden und gleichzeitig wirtschaftlichen Versorgung des kommunalen Gebäudebestandes mit Energie und Wasser nachkommt.

Die Stadt Bobingen hat in den vergangenen Jahren vielfältige energetische Maßnahmen mit einem erheblichen finanziellen Volumen umgesetzt und damit einen nicht unerheblichen Beitrag zum Klimaschutz, sowie zur Entlastung des städtischen Haushalts geleistet.

Ganzheitliche, auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Energiebewirtschaftung heißt aber auch immer „Mit guten Beispielen voran gehen“. So wurde sehr früh damit begonnen geeignete städtische Dächer mit Photovoltaik-Anlagen zu bestücken oder entsprechende Energiekonzepte umzusetzen.

Ich hoffe, dass der vorliegende Bericht nicht nur einen interessanten Einblick in die Energiebewirtschaftung der Stadt Bobingen bietet, sondern darüber hinaus Anstoß für eigene Maßnahmen und Aktivitäten ist.

Bernd Müller
Erster Bürgermeister

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zum Energiebericht 2014	2
Inhaltsverzeichnis	3
Einführung	4
1 Energiepolitische Rahmenbedingung.....	4
2 Energiemanagement 2014.....	6
2.1 Verbrauchserfassung.....	6
2.2 Gebäudeanalyse	13
2.3 Betriebsoptimierung.....	13
2.4 Maßnahmen.....	13
2.5 Beispiele.....	17
3 Energie- und CO₂-Bilanz	31
3.1 Endenergieverbrauch	31
3.2 Erneuerbare Energien	32
3.3 CO₂-Emissionen.....	33
3.4 Kennzahlen	36
4 European Energy Award	37
4.1 Was ist der European Energy Award	37
4.2 Historie	38
4.3 Das Energieteam.....	39
4.4 internes und externes Audit sowie Aktivitätenprogramm	39
5 Schlussbemerkungen	42

Einführung

Mit dem vorliegenden Energiebericht erhalten Sie einen Überblick über den Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften und den Stand des kommunalen Energiemanagement für das Jahr 2014. Die Kostenentwicklung wird exemplarisch anhand der Abrechnungen der Versorger und einzelnen Liegenschaften dargestellt. Die Teilnahme am European Energy Award sowie durchgeführte Maßnahmen und Aktivitäten im Bereich Klimaschutz vervollständigen den Energiebericht.

1 Energiepolitische Rahmenbedingung

Hier erhalten Sie einen Überblick über die energiepolitisch relevanten Vorgaben.

Klimaschutzkonzept

Am 16.09.2008 wurde die Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes mit Energie- und CO₂-Bilanz sowie einer Analyse der Erzeugungs- und Einsparpotentiale beschlossen.

Das Klimaschutzkonzept wurde vom Energie- und Umweltzentrum Allgäu gGmbH (eza!) erstellt. Teil des Klimaschutzkonzeptes ist eine Energie- und CO₂-Bilanz (Bilanzjahr 2007) sowie eine Potentialabschätzung.

Im Jahr 2015 wurde das Energie- und Umweltzentrum Allgäu gGmbH (eza!) mit der Aktualisierung der Energie- und CO₂-Bilanz beauftragt.

European Energy Award

Im Stadtratsbeschluss vom 28.09.2009 wurde im Rahmen der Erarbeitung eines Klimaschutzkonzeptes die Teilnahme am „European Energy Award (eea)“ beschlossen.

Leitbild

Das Leitbild wurde erstmals am 21.12.2010 im Stadtrat vorgestellt, welches im Stadtrat am 05.05.2011 beschlossen wurde. Im Leitbild sind unter anderem die festgelegten Standards bei Neubau und Sanierung definiert.

2014 wurde am 27.05.2014 ein quantifiziertes Leitbild mit Zielen 2025 und Zwischenzielen 2020 verabschiedet. Das Leitbild besagt eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien um 5% bis 2020 und um 10% bis 2025 sowie die Senkung der CO₂-Emissionen im Individualverkehr um 15% bis 2020 und um 23% bis 2025. Als Basisjahr wurde jeweils das Jahr 2007 genommen.

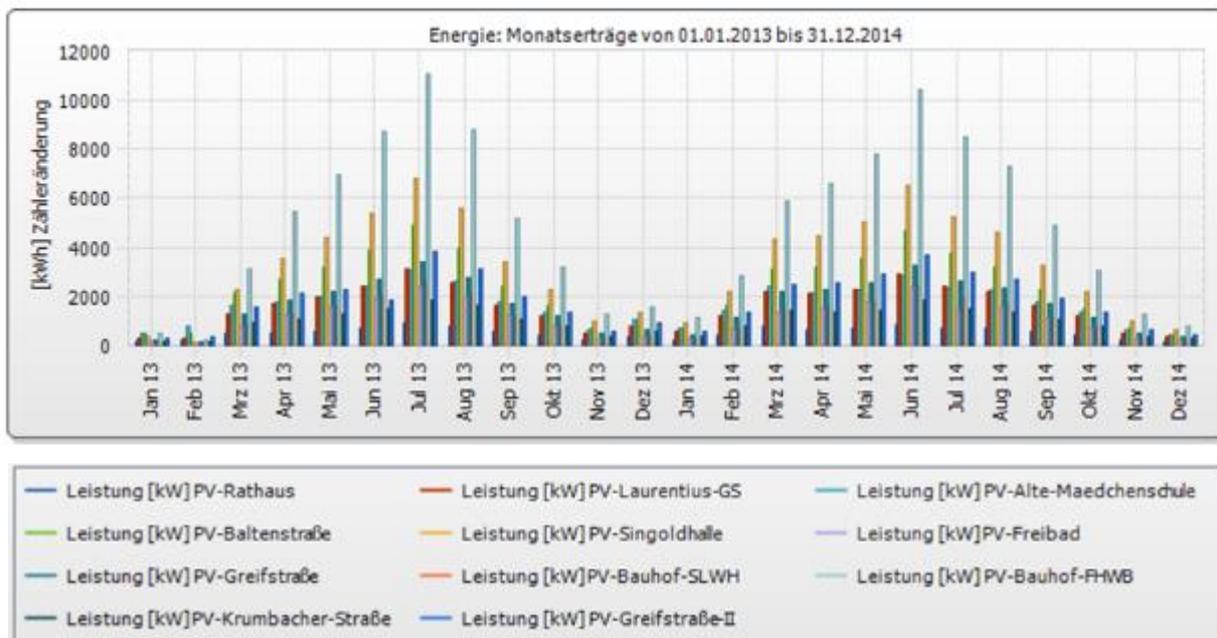
Energiemanagement

Zur Begleitung des Klimaschutzkonzeptes wurde Anfang 2011 der Antrag zum Zuschuss durch

den Bund gestellt. Nach der Genehmigung Ende 2012 wurde Mitte 2013 die Stelle im Klimaschutzmanagement besetzt.

Photovoltaikanlagen

Mit der ersten Photovoltaikanlage auf dem Dach der Turnhalle der Laurentius-Schule wurde der Grundstein für weitere Anlagen auf städtischen Liegenschaften gelegt. Derzeit erzeugen 11 PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von 274 kWp ca. 260.000 kWh pro Jahr (siehe nachfolgende Abbildung).



2 Energiemanagement 2014

Das kommunale Energiemanagement ist ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Gebäudewirtschaft. Dabei gilt es gesetzliche, wirtschaftliche und nutzerspezifische Anforderungen sowie umweltpolitische Zielsetzungen zu berücksichtigen. Der effiziente Umgang mit Wärme, Strom und Wasser entlastet den Haushalt und schützt Umwelt und Ressourcen. Eine sorgfältige Erfassung sämtlicher Verbräuche von Wärme, Strom und Wasser ist eine zentrale Aufgabe beim Energiemanagement. Nur durch die regelmäßige Erfassung der Verbräuche kann der wirtschaftliche Betrieb der Liegenschaften sichergestellt werden.

2.1 Verbrauchserfassung

Basis des Energiemanagements ist die Verbrauchskontrolle. Sie beinhaltet die regelmäßige Erfassung, Aufzeichnung und Auswertung von Gas-, Öl-, Nahwärme-, Strom- und Wasserverbrauch einschließlich deren Kosten, getrennt nach Nutzergruppen wie Schulen, Kindergärten und Verwaltungsgebäude.

Monatlich werden die Verbräuche erfasst und in das Programm „EasyWatt“ eingepflegt. Die Energieverbräuche werden witterungsbereinigt, um den Heizenergieverbrauch unterschiedlicher Jahre vergleichen zu können.

In diesem Energiebericht sind alle Verbrauchsdaten erfasst und für jede Liegenschaft in einer Graphik dargestellt.

Eine Erfassung der Kosten erfolgt nicht. Hier liegen lediglich die Abrechnungen der Versorger vor, die in Exceltabellen eingepflegt sind.

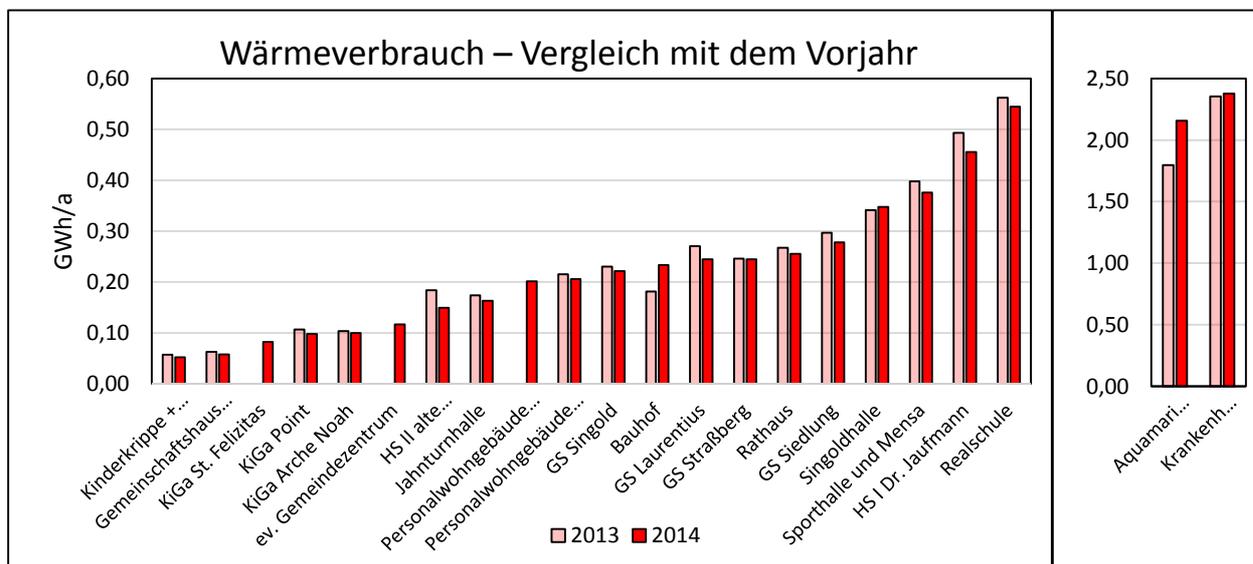
Im Jahr 2014 ist der Wärme-, Strom- und Wasserverbrauch gestiegen. Diese Entwicklung ist aber z.T. damit zu erklären, dass noch drei weitere Gebäude mit in die Verbrauchserfassung aufgenommen worden sind. Hierbei handelt es sich um den Kindergarten St. Felizitas, das ev. Gemeindehaus sowie das neue Feuerwehrgebäude.

2.1.1 Erfasster Verbrauch

In den kommunalen Gebäuden wird der Verbrauch von Wasser zu 96% erfasst, Heizenergie zu 95% und lediglich die Stromerfassungsquote liegt mit 58% wesentlich niedriger. Der Großteil des nicht „Easy Watt“ erfassten Stromverbrauchs betrifft Kläranlage, Straßenbeleuchtung und Wasseraufbereitung mit insgesamt 55%. Nur 3% des Stromverbrauchs der städtischen Liegenschaften werden somit nicht mit „Easy Watt“ erfasst.

2.1.2 Gesamtverbrauch Wärme witterungsbereinigt

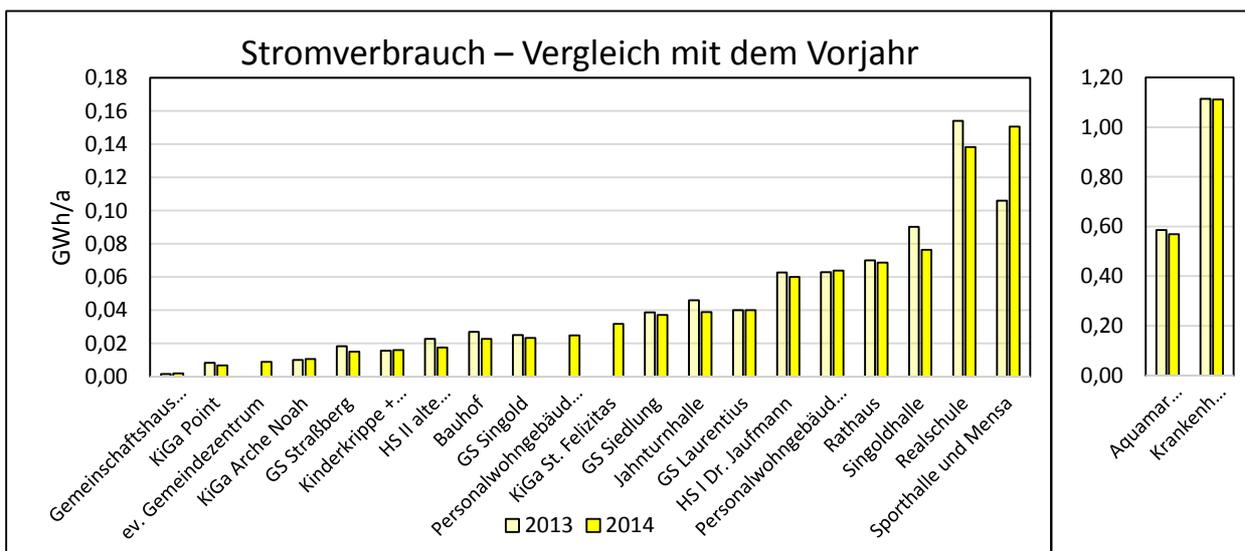
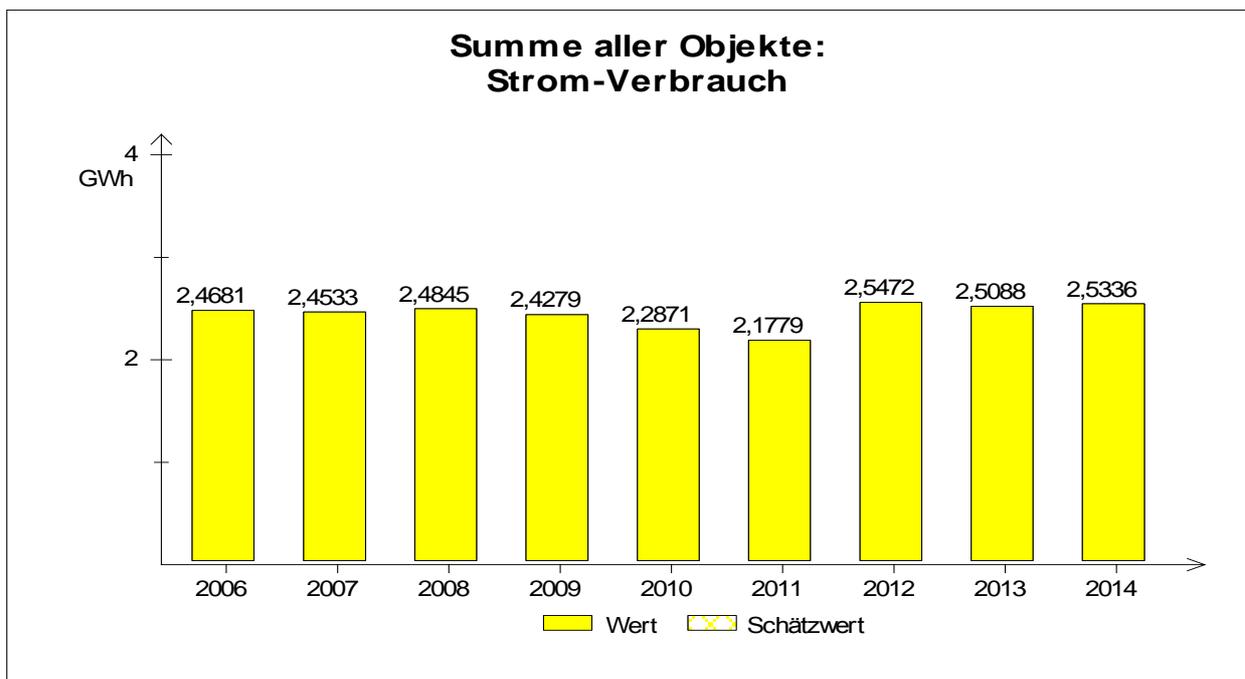
Der Gesamtverbrauch aller städtischen Liegenschaften ist lt. Datenerhebung in „Easy Watt“ leicht angestiegen um 6 % bezogen auf das Vorjahr. 2006 wurde ein Verbrauch von 9,5412 GWh verzeichnet, der deutlich gesenkt werden konnte. Der Gesamtverbrauch für die Wärmebereitstellung betrug im Jahr 2014 8,9622 GWh und lag somit um 6 % unter dem Wert aus dem Jahr 2006.



Wärmebedarf	Entwicklung zum Vorjahr 2013 in [%]	Ursache
Positive Entwicklung:		
HS II alte Mädchenschule	-19%	Nicht vergleichbar; diente verschiedenen Nutzern als Ausweichquartier
Negative Entwicklung:		
Bauhof	+ 29%	Mehrverbrauch ist nutzerbedingt; Anstieg im Verwaltungs- und Werkstattsgebäude
Aquamarin Hallen- und Freibad	+ 20%	2013 wurde das Freibad aufgrund der Witterung erst später in Betrieb genommen; deshalb geringerer Verbrauch als 2014

2.1.3 Gesamtverbrauch Strom

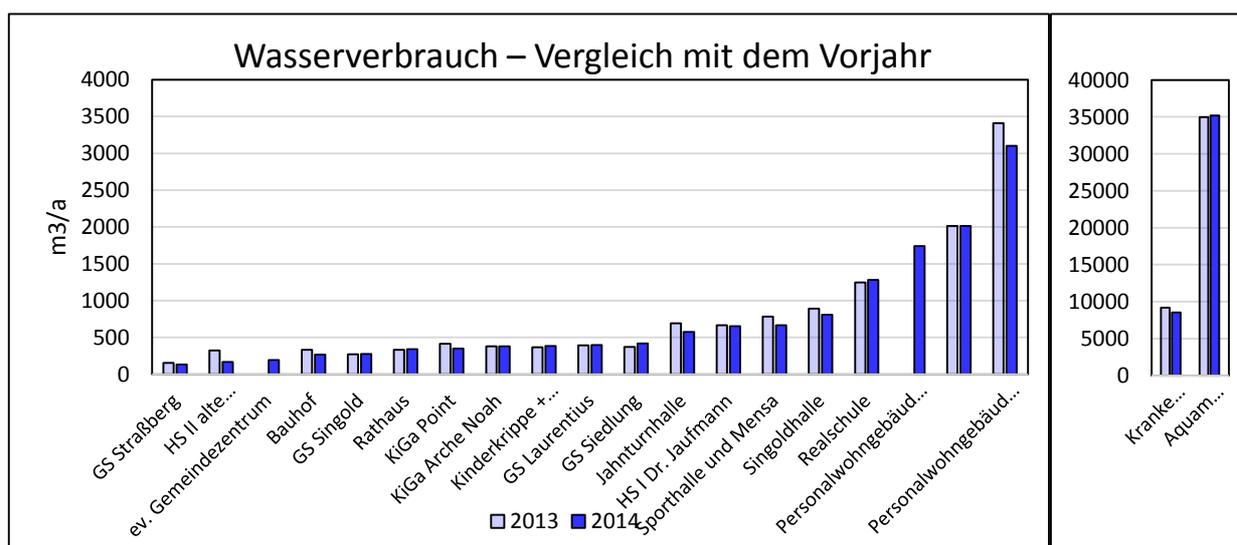
Der Stromverbrauch hat sich seit 2012 nur geringfügig verändert. Der gesamte Stromverbrauch betrug im Jahr 2014 2,5536 GWh. Im Betrachtungszeitraum stieg der Stromverbrauch von 2011 auf 2012 um 17 % an. Diese Zunahme ist in erster Linie auf die Inbetriebnahme der neuen Lüftungsanlage, neuer Sterilisatoren und neuer Großwaschmaschinen im örtlichen Krankenhaus zurückzuführen.



Stromverbrauch	Entwicklung zum Vorjahr 2013 in [%]	Ursache
Positive Entwicklung:		
HS II alte Mädchenschule	-23%	Nicht vergleichbar; diente verschiedenen Nutzern als Ausweichquartier
GS Straßberg	-17%	Umrüstung der Hallenbeleuchtung auf LED, ab Oktober 2014
Jahnhalle	-16%	Umrüstung der Hallenbeleuchtung auf LED, ab November 2014; Prognose für 2015: Einsparung von ca. 40 % bezogen auf 2013
Bauhof	-16%	Der Wert von 2013 war erhöht aufgrund eines Wasserschadens; von September – November 2013 gab es eine stromintensive Bautrocknung
Negative Entwicklung:		
Sporthalle und Mensa	+ 42%	Von Mitte bis Ende 2013 war die Halle aufgrund der Dachsanierung außer Betrieb. Bei der Dachsanierung gab es einen Wasserschaden, der Ende 2013 entdeckt wurde. Zur Trocknung lief die Lüftungsanlage dann eine Zeit auf Dauerbetrieb, um das Gebäude zu trocknen.

2.1.4 Gesamtverbrauch Wasser

Der Wasserverbrauch der Liegenschaften im Jahr 2014 ist gegenüber 2006 um 11% gestiegen und lag im Jahr 2014 bei 55.900 m³. In den Jahren 2009 und 2010 lag der Verbrauch deutlich über den anderen Jahren. Das ist einen Wasserleitungsschaden auf dem Gelände des Krankenhauses zurückzuführen. In den Jahren 2013 und 2014 ist der Wasserverbrauch annähernd gleich geblieben.



Wasserverbrauch	Entwicklung zum Vorjahr 2013 in [%]	Ursache
Positive Entwicklung:		
HS II alte Mädchenschule	-49%	Nicht vergleichbar; diente verschiedenen Nutzern als Ausweichquartier
Negative Entwicklung:		
GS Siedlung	+13%	Es gibt einen schleichenden Anstieg, der bislang nicht zu erklären ist.

2.2 Gebäudeanalyse

Um einen Überblick über die wichtigsten energetischen Faktoren von Gebäuden zu erhalten, müssen für jedes Gebäude mindestens folgende Daten erfasst werden:

- Nutzungsart
- Baujahr
- Energiebezugsfläche
- Bauphysikalischer Zustand der Gebäudehülle
- Heizungssysteme
- Elektrische Verbraucher

Diese Daten sind zum großen Teil erfasst, Lücken werden nach und nach ergänzt.

Aus den Ergebnissen der Gebäudeanalyse können gemeinsam mit dem erfassten Energieverbrauch, Kennwerte ermittelt werden, die Vergleiche mit anderen Gebäuden gleicher Nutzung erlauben. Im Gebäudebereich werden Kennzahlen aus Energieverbrauch und beheizter Grundfläche genutzt.

2.3 Betriebsoptimierung

Aufbauend auf die erfassten Verbräuche können durch Betriebsoptimierungen, organisatorische und geringinvestive Maßnahmen bis zu 15% des jährlichen Energieverbrauchs und der dazugehörigen Kosten eingespart werden. Häufig können bereits kleine Änderungen des Nutzerverhaltens oder Veränderungen von Einstellungen zu deutlichen Einsparungen ohne Komforteinbußen führen.

Am 16.10.2014 wurden vom Energie- und Umweltzentrum Allgäu, Kempten die Heizungskeller der kommunalen Liegenschaften begangen. Es sollten die Betriebseinstellungen der Heizungsanlagen hinsichtlich des jeweiligen Optimierungspotenzials überprüft werden.

Die wichtigsten Empfehlungen sind:

- Hydraulischer Abgleich bei allen begangenen Liegenschaften
- Heizungstausch inkl. Heizungspumpen -> Dr.-Jaufmann-Mittelschule
- Heizungspumpen im Schadensfall tauschen -> Laurentius-Grundschule
- Umstellung auf Gas-Brennwertkessel ohne Boilertausch wenn Kesseltausch ansteht -> Kindergarten Point
- Solarunterstützung zur WW-Bereitung -> Bauhof

2.4 Maßnahmen

2.4.1 umgesetzte Maßnahmen

Im Gebäudebestand ist die Erstellung von Prioritätenlisten, Grobdiagnosen und Maßnahmenplannungen sinnvoll.

Bei Sanierungen am Bestand werden energetische Untersuchungen durchgeführt, die unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet werden.

In den vergangenen Jahren wurden bereits verschiedene Maßnahmen umgesetzt.

2009

- Teilsanierung der Dr.-Jaufmann-Mittelschule
die Energieeinsparung beträgt hier ca. 15% bezogen auf die Jahre 2008 und 2010
- Sanierung der Laurentius Grundschule
die Energieeinsparung beträgt hier ca. 29% bezogen auf die Jahre 2009 und 2011

2010

- Singoldhalle
Untersuchung von Auswirkungen einer Fassadensanierung mit Wärmedämmverbundsystem.
Umsetzung wurde zurückgestellt.
- Heizungsaustausch Jahnhalle
Durch den Heizungsaustausch konnte witterungsbereinigt eine Energieeinsparung von ca. 22 % erreicht werden
- Beckenabdeckung im Freibad
- Generalsanierung Sporthalle und Mensa der Singold-Grundschule
Fassade und Haustechnik (Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Brauchwassererzeugung)
die Energieeinsparung beträgt hier ca. 13%

2013

- Sanierung Sporthallendach

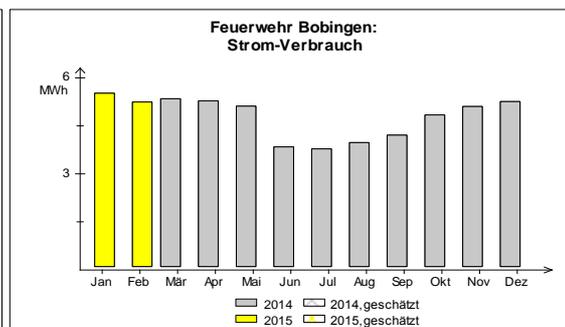
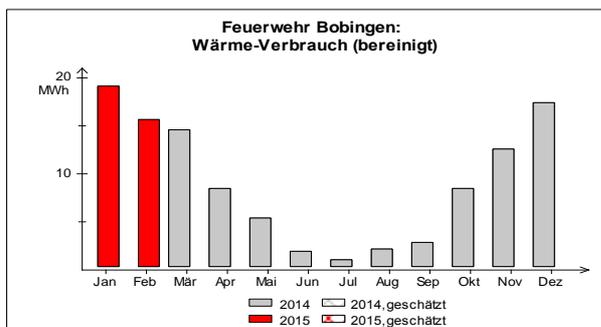
2014

- Sanierung der Turnhallenbeleuchtung der Ludger-Hölker-Grundschule in Bobingen-Straßberg.
Eingebaut wurde eine hocheffiziente LED-Beleuchtung in Verbindung mit einer nutzungsge-
rechten Steuer- und Regelungstechnik. Diese Maßnahme erfolgt zeitgleich mit der Generals-
anierung der Turn- und Pausenhalle.
- Sanierung der Beleuchtung in der Jahnhalle
Sanierung der Hallenbeleuchtung durch Einbau hocheffizienter LED-Beleuchtung in Verbin-
dung mit einer tageslichtabhängigen Regelung sowie Beleuchtungssanierung in der Garde-
robe und Sanierung der Notbeleuchtung.
- Umrüstung der Weihnachtsbeleuchtung auf LED.
Sukzessive soll die Weihnachtsbeleuchtung auf LED-Lampen umgerüstet werden. Das spart
schon nach wenigen Jahren viel Energie und Geld. Im Vergleich zur Glühlampe können mit
Leuchtdioden (LED) bis zu 80 Prozent Energie eingespart werden.

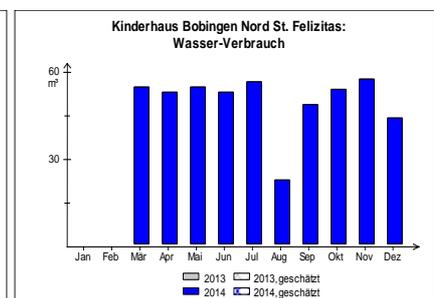
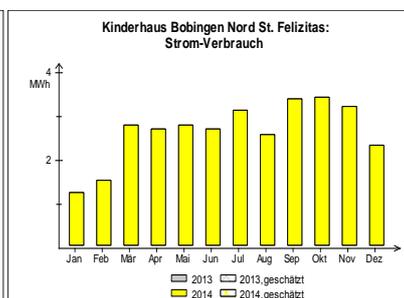
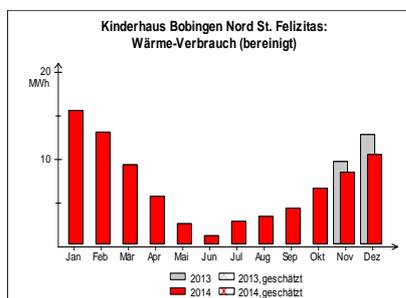
2.4.2 Neubau

In diesem Bereich werden Neubaumaßnahmen hinsichtlich dem energetischem Standard und der Wirtschaftlichkeit überprüft. Im Leitbild wurde für Neubauten eine Unterschreitung von 20% der gültigen EnEV festgelegt.

Die **Feuerwehr Bobingen** in der Michael-Schäffler-Straße ging Ende 2013 in Betrieb. Der Neubau unterschreitet mit einem berechneten Primärenergiebedarf von 137 kWh/m² den Anforderungswert der EnEV von 165 kWh/m² um 17%. Das Gebäude wird mit einer Grundwasserwärmepumpe beheizt und verfügt über eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.



Die **Kindertagesstätte Bobingen-Nord**, St. Felizitas, wurde lt. Stadtratsbeschluss im Passivhausstandard erstellt. Der Neubau unterschreitet mit einem berechneten Primärenergiebedarf von 112 kWh/m² den Anforderungswert der EnEV von 172 kWh/m² um 35%. Die Gebäudehülle ist um ca. 25% besser. Das Gebäude wird mit der bereits vorhandenen Gasheizung beheizt und verfügt über eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.



2.5 Beispiele

Hier sind von 4 verschiedenen Liegenschaften die Aufzeichnungen aus Easy Watt eingefügt und mit einer Tabelle mit Kosten und Verbrauch ergänzt. Dabei kann die Verbrauchsentwicklung von Wärme, Strom und Wasser der einzelnen Liegenschaften bis ins Jahr 2006 zurückverfolgt werden. Die Tabellen unter Verbrauchsentwicklung zeigen einen Vergleichs- und einen Zielwert. Der Vergleichswert wurde aus dem Bundesdurchschnitt des jeweiligen Gebäudetyps ermittelt. Der Zielwert ist der untere Quartilswert. Der Quartilswert ist der Wert, der 25% der besten, bundesweit erhobenen, Liegenschaften darstellt.

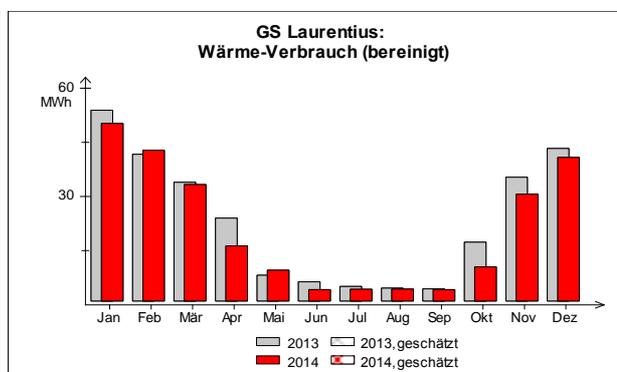
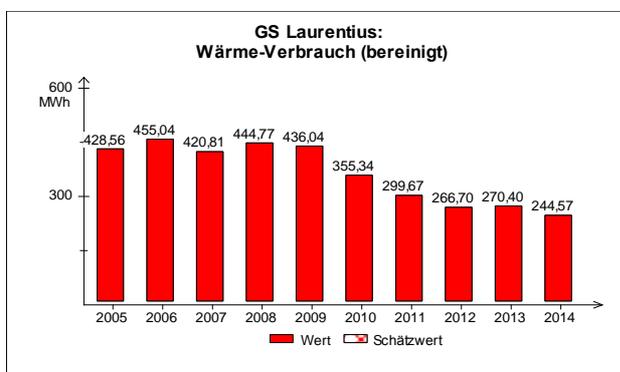
Da die Kostenerfassung bislang noch nicht in „Easy Watt“ erfolgt, werden die Kosten in Excel erfasst. Langfristig ist geplant, auch die Kosten für den Verbrauch in „Easy Watt“ zu erfassen.

2.5.1 Grundschule Laurentius

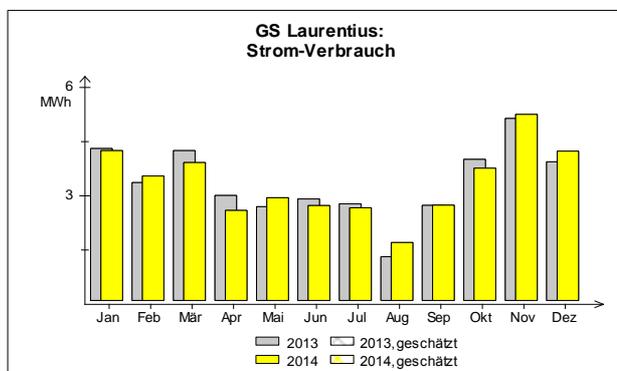
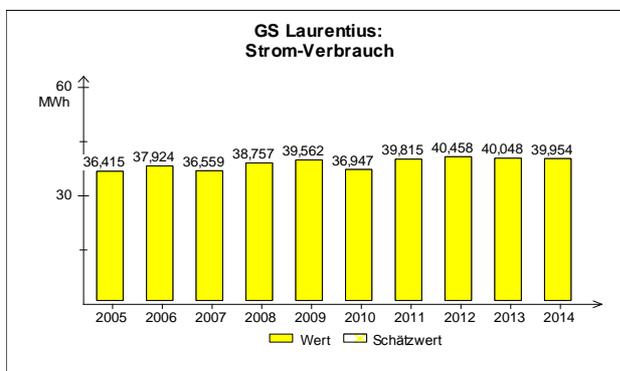
Wetterstation: Augsburg HGT 15
 Nutzungsart: Schulen m. Turnhallen
 gem. EEA
 Renovierungszu- zum Teil WSVO 95 bzw.
 stand: ENEV 2002
 Trakt Mozartstr. ENEV
 2009 Neubauniveau
 Heizungssystem: Gas Niedertemperaturkes-
 sel zentral
 Beheizbare Brutto- BGFE 5.705 m²
 grundfläche



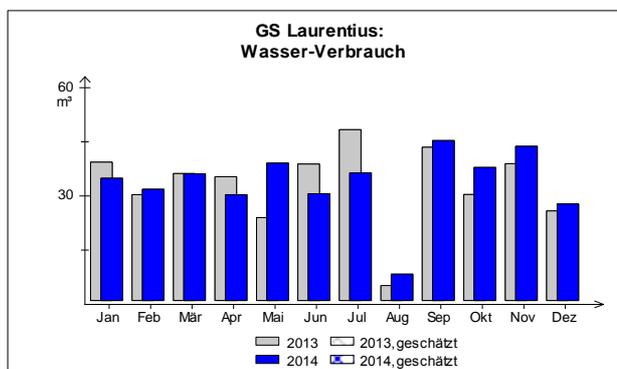
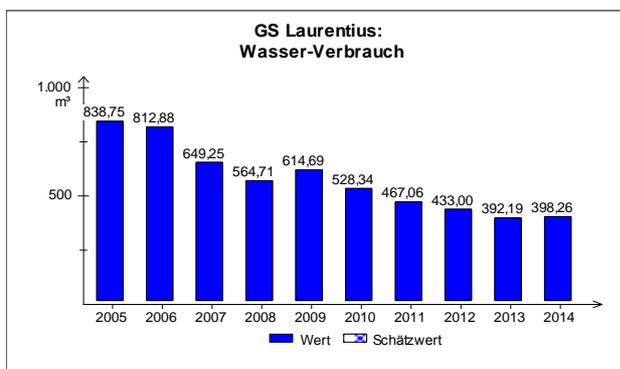
Wärme



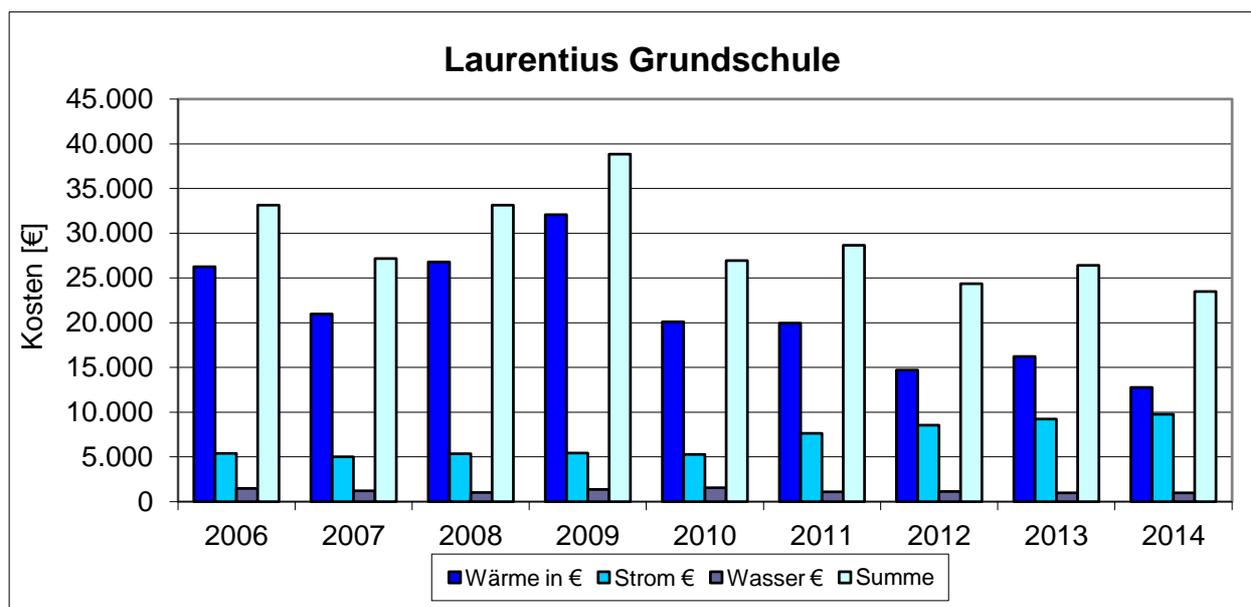
Strom



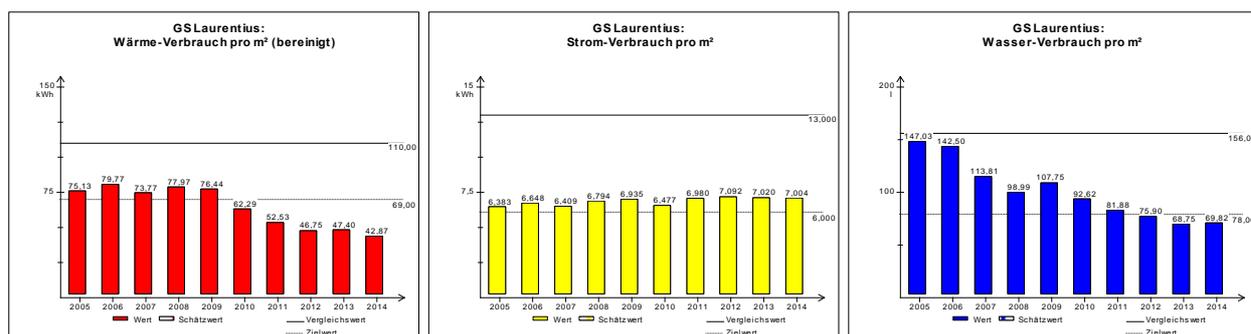
Wasser



Kosten



Verbrauchskennwerte



Nutzungsart Schulen m. Turnhallen gem. EEA	Vergleichswert	Zielwert	Einheit
Wärmeverbrauchskennwert (bereinigt) (BGFE):	110,00	69,00	kWh/m²
Stromverbrauchskennwert (BGFE):	13,000	6,000	kWh/m²
Wasserverbrauchskennwert (BGFE):	156,00	78,00	l/m²

Deutlich erkennbar ist das Ergebnis der Sanierung von 2009. Ab 2010 ist ein wesentlich geringerer Wärmeverbrauch erkennbar. Weiterhin ist ein kontinuierlich sinkender Wasserverbrauch sichtbar, der auf Sanierungen im Sanitärbereich mit Einsatz von Wassersparteknik zurückzuführen ist. Die hohen Wasserverbrauchswerte der Jahre 2005 und 2006 waren bedingt durch Baumaßnahmen.

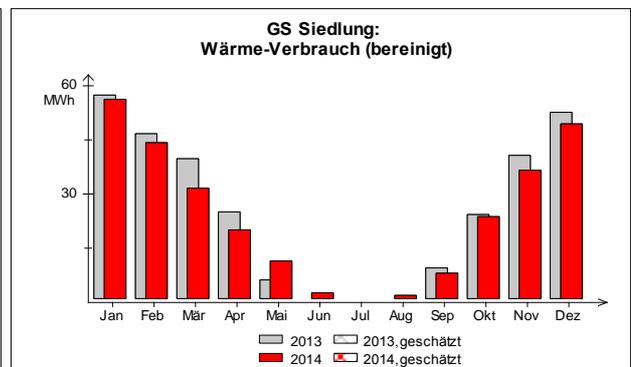
Zieht man den durch die AGES ermittelten Zielwert (unteres Quartilsmittel, AGES 2005) zum Vergleich heran, unterschreitet das Gebäude den Wärmeverbrauchskennwert deutlich um 38 %, den Wasserverbrauchskennwert um 11 %. Lediglich der Stromverbrauchskennwert liegt um 16 % über dem Zielwert.

2.5.2 Grundschule Siedlung

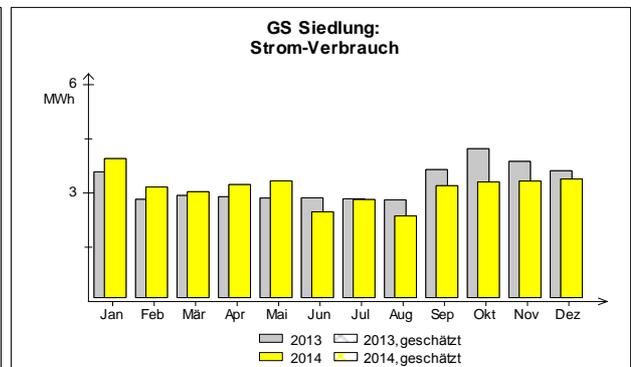
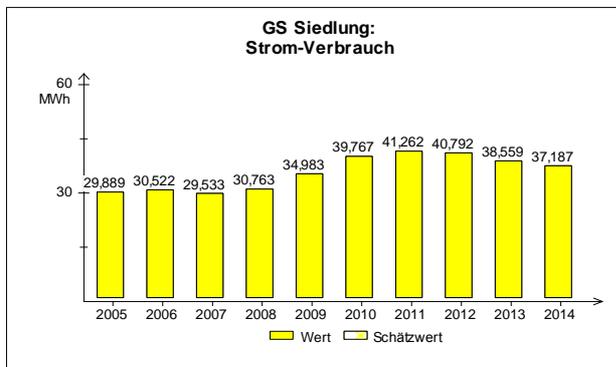
Wetterstation: Augsburg HGT 15
 Nutzungsart: Schulen m. Turnhallen
 gem. EEA
 Renovierungszu- Ost- und Nordfassade Klas-
 stand: sentrakt ENEV 2007
 Rest unsaniert
 Heizungssystem: Gas Zentral
 Beheizbare Brutto- BGFE 2.967 m²
 grundfläche:



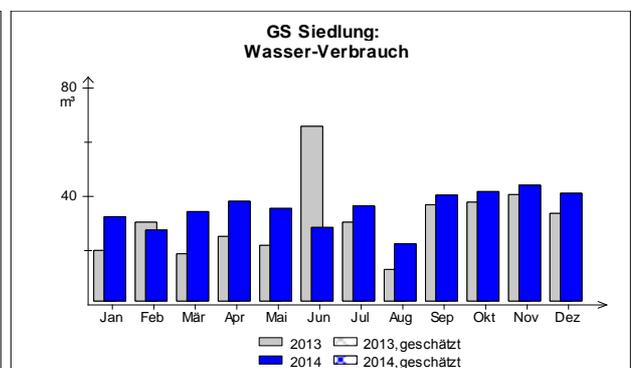
Wärme



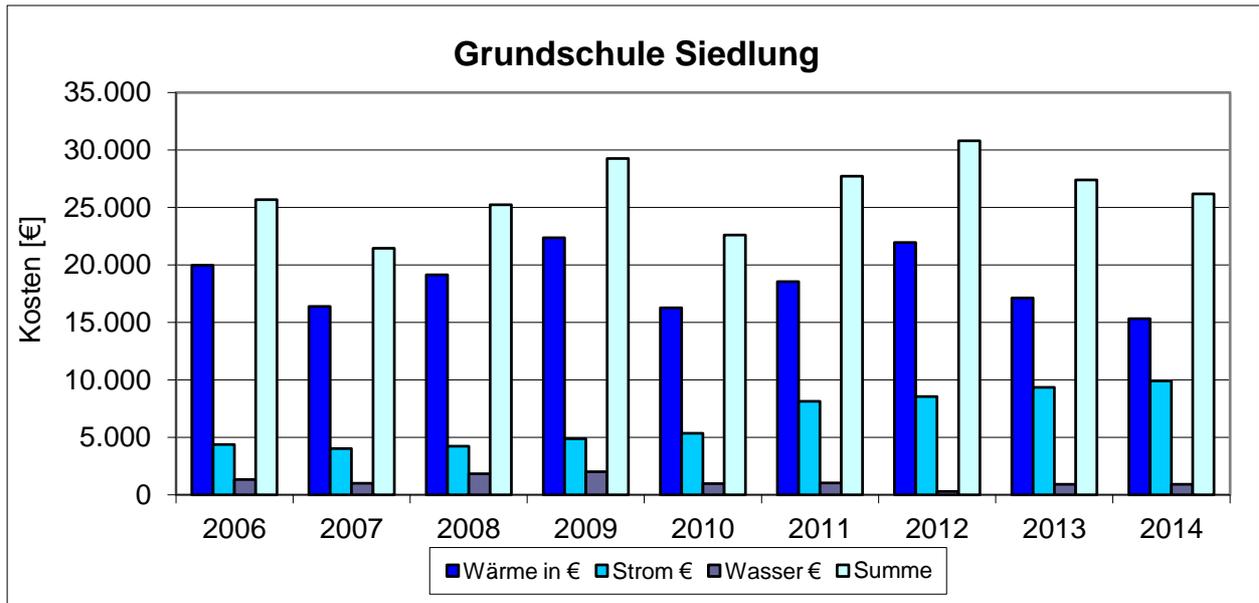
Strom



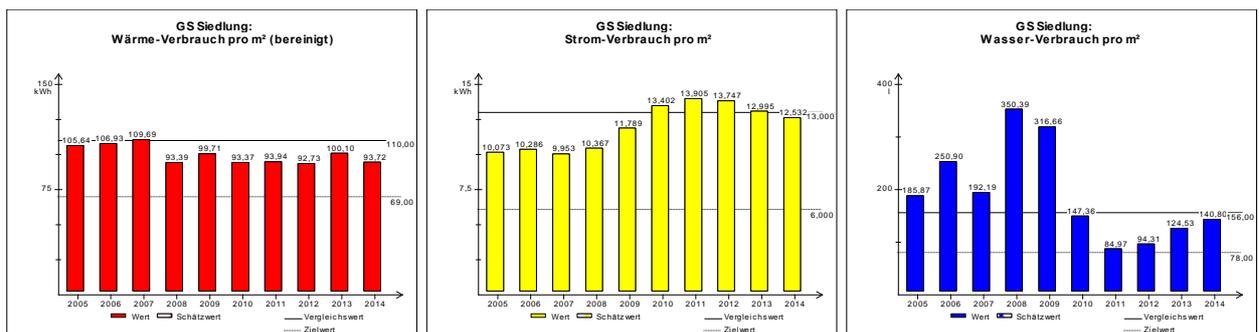
Wasser



Kosten



Verbrauchskennwerte



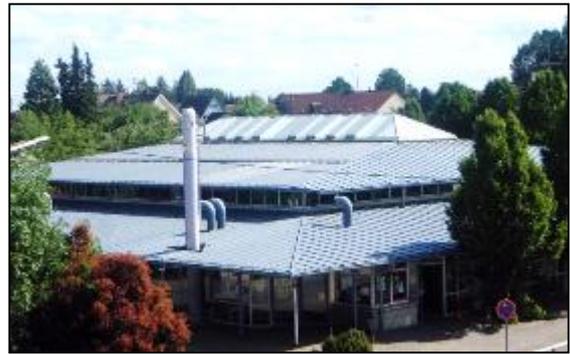
Nutzungsart Schulen m. Turnhallen gem. EEA	Vergleichswert	Zielwert	Einheit
Wärmeverbrauchskennwert (bereinigt) (BGFE):	110,00	69,00	kWh/m²
Stromverbrauchskennwert (BGFE):	13,000	6,000	kWh/m²
Wasserverbrauchskennwert (BGFE):	156,00	78,00	l/m²

Auffällig ist der Stromanstieg, der zeitgleich mit der Ausstattung der Schule mit einem Computerraum auftritt.

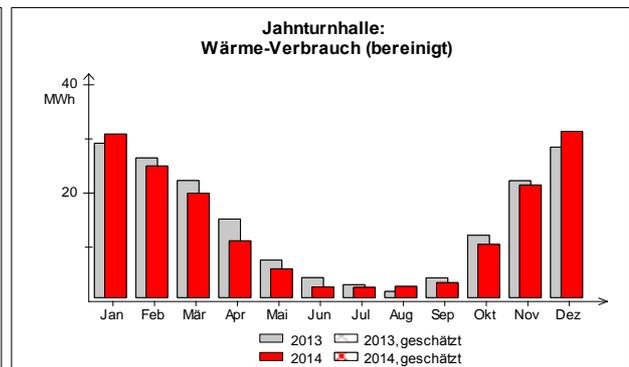
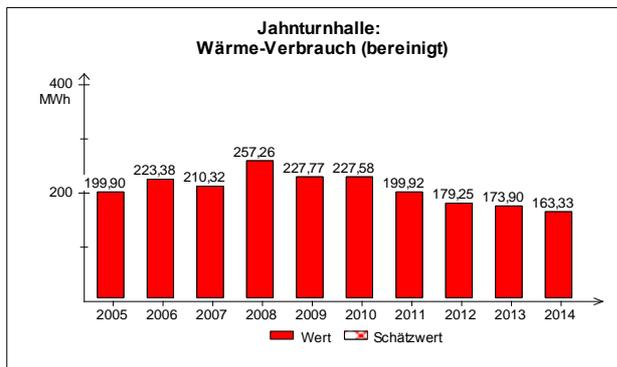
In Bezug auf die ermittelten Zielwerte liegen alle drei Verbrauchskennwerte deutlich über dem jeweiligen Zielwert.

2.5.3 Jahnturnhalle

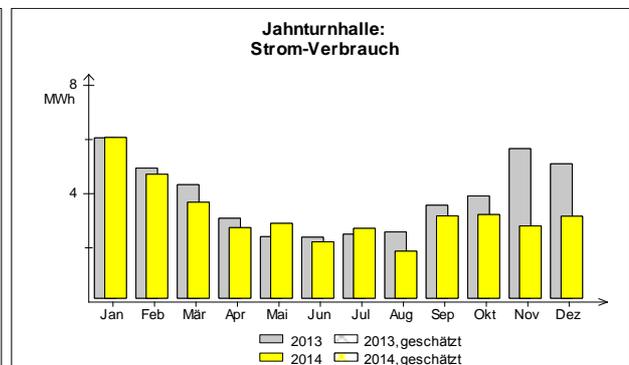
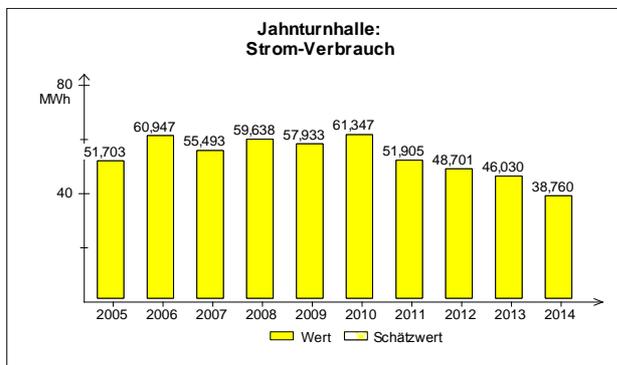
Wetterstation: Augsburg HGT 15
 Nutzungsart: Turnhallen/Sporthallen
 gem. EEA
 Renovierungszu- Originalzustand, Heizungs-
 stand: austausch 2011
 Heizungssystem: Zentral-Gastherme mit
 zentraler WW-Bereitung
 Beheizbare Brutto- BGFE 1.937 m²
 grundfläche:



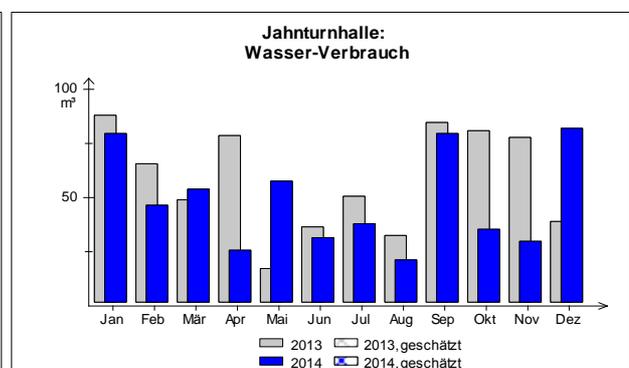
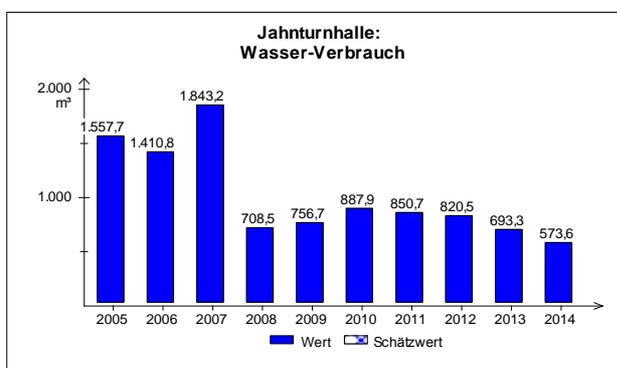
Wärme



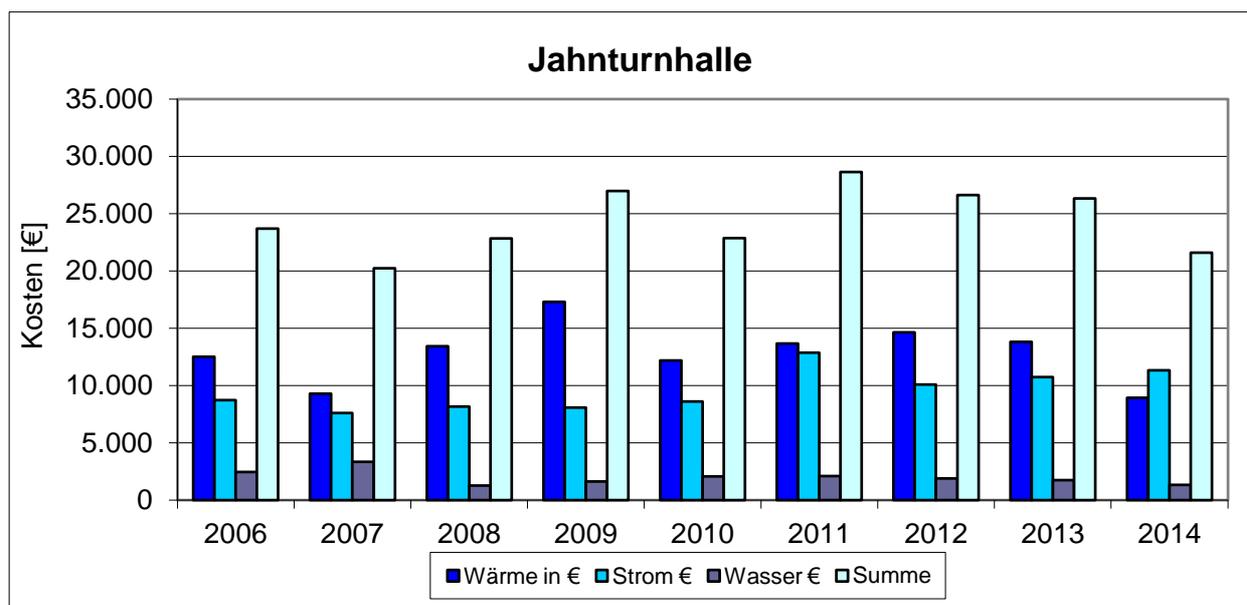
Strom



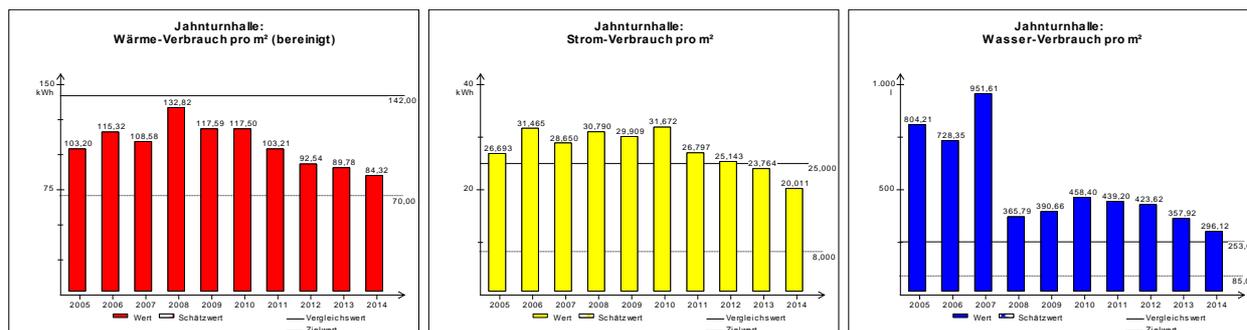
Wasser



Kosten



Verbrauchskennwerte



Nutzungsart Turnhallen/Sporthallen gem. EEA	Vergleichswert	Zielwert	Einheit
Wärmeverbrauchskennwert (bereinigt) (BGFE):	142,00	70,00	kWh/m²
Stromverbrauchskennwert (BGFE):	25,000	8,000	kWh/m²
Wasserverbrauchskennwert (BGFE):	253,00	85,00	l/m²

Auffällig hier der Abfall des Wasserverbrauchs, dieser ist auf den Austausch der Armaturen im Jahr 2008 zurückzuführen.

Die Reduzierung des Wärme- und Stromverbrauchs konnte durch den Heizungsaustausch inkl. Pumpentausch erreicht werden. Die allgemein hohen Werte im Wärme und Strom Verbrauch sind durch die intensive Nutzung der Räume erklärbar sowie durch die Baualtersklasse.

Die Reduzierung des Wasserverbrauchs ist mit dem Austausch von defekten Selbstschlussarmaturen mit Thermostat zu erklären. Dieser Austausch, der eine große Investition darstellte, hatte sich in kurzer Zeit amortisiert, da sich der Wasserverbrauch nahezu halbierte.

In Bezug auf die ermittelten Zielwerte liegen alle drei Verbrauchskennwerte deutlich über dem jeweiligen Zielwert.

2.5.4 Rathaus

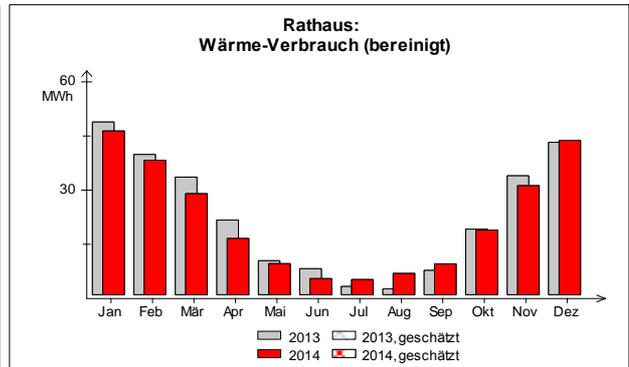
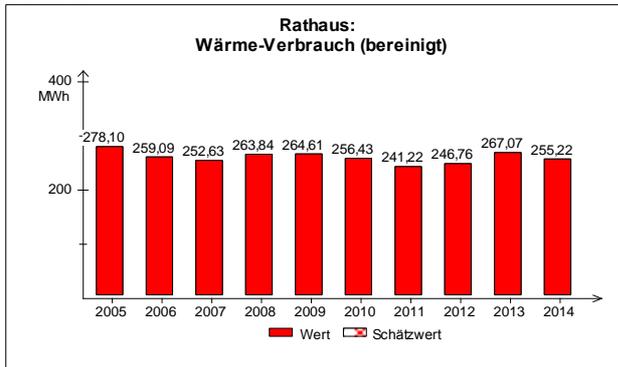
Wetterstation: Augsburg HGT 15
 Nutzungsart: Verwaltungsgebäude gem. EEA

Renovierungszustand:

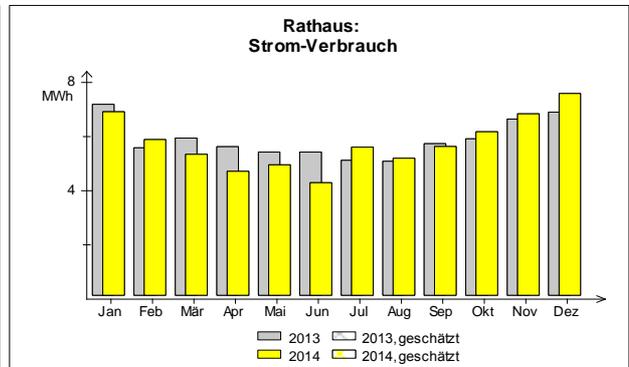
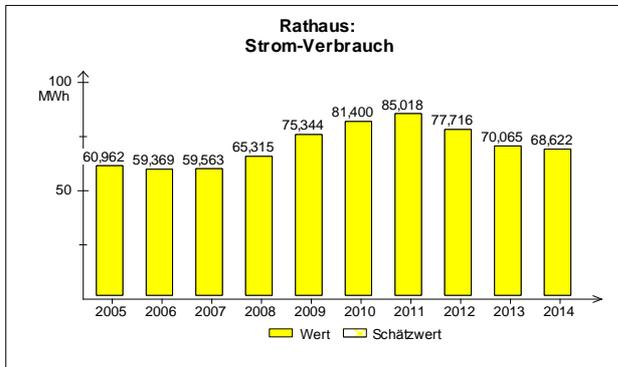
Heizungssystem:
 Beheizbare Brutto- BGFE 2.558 m²
 grundfläche:



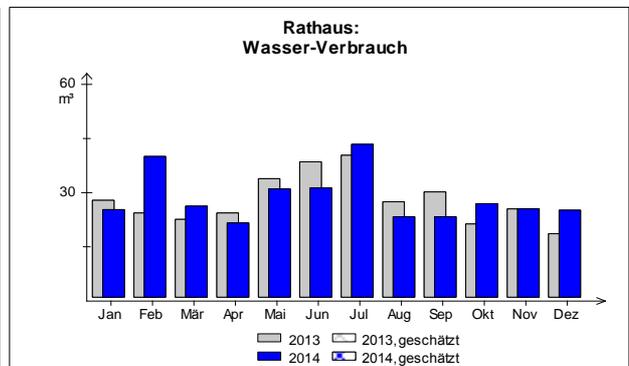
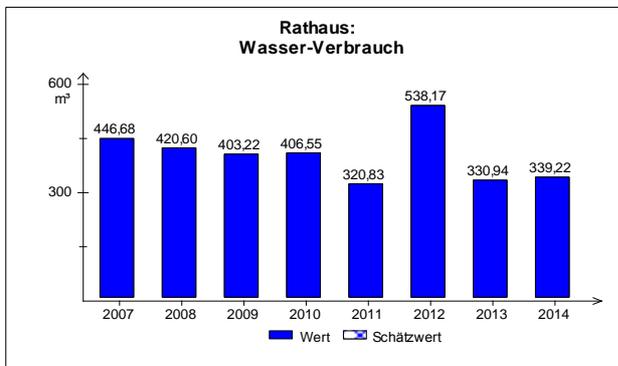
Wärme



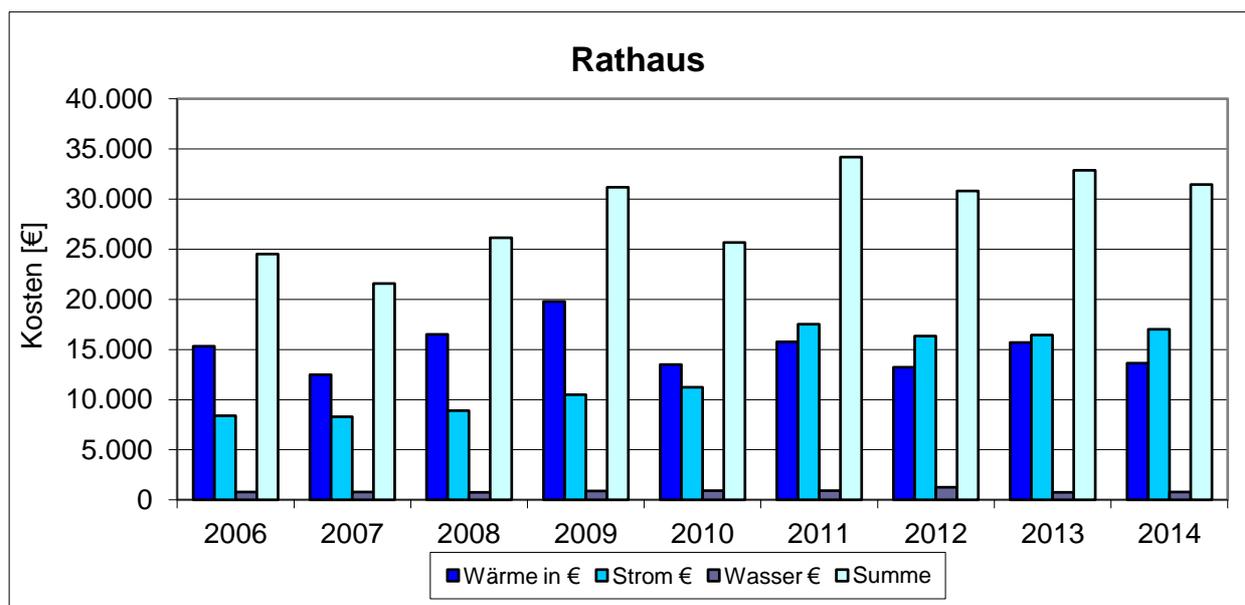
Strom



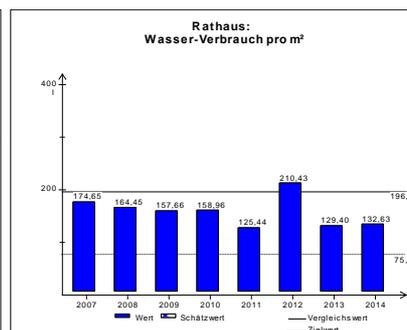
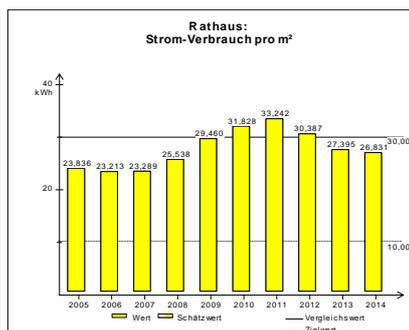
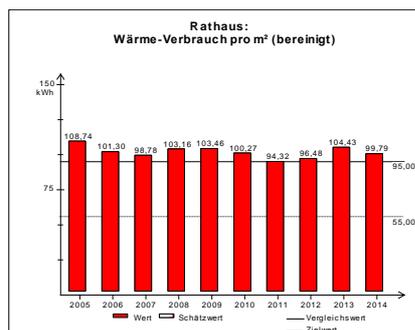
Wasser



Kosten



Verbrauchskennwerte



Nutzungsart Verwaltungsgebäude gem. EEA	Vergleichswert	Zielwert	Einheit
Wärmeverbrauchskennwert (bereinigt) (BGFE):	95,000	55,000	kWh/m²
Stromverbrauchskennwert (BGFE):	30,000	10,000	kWh/m²
Wasserverbrauchskennwert (BGFE):	196,00	75,00	l/m²

Deutlich erkennbar ist der stetige Anstieg des Stromverbrauchs der parallel mit der EDV-Ausstattung einherging. Aber durch die Neubeschaffung von energieeffizienten Rechnern und den Umbau der Serverraumkühlung sinkt der Verbrauch ab 2012 wieder.

Die allgemein hohen Werte im Wärmeverbrauch sind durch die Baualtersklasse erklärbar.

Der hohe Wasserverbrauch im Jahr 2012 kann durch die Spülung eines verstopften Brunnen erklärt werden.

In Bezug auf die ermittelten Zielwerte liegen alle drei Verbrauchskennwerte deutlich über dem jeweiligen Zielwert.

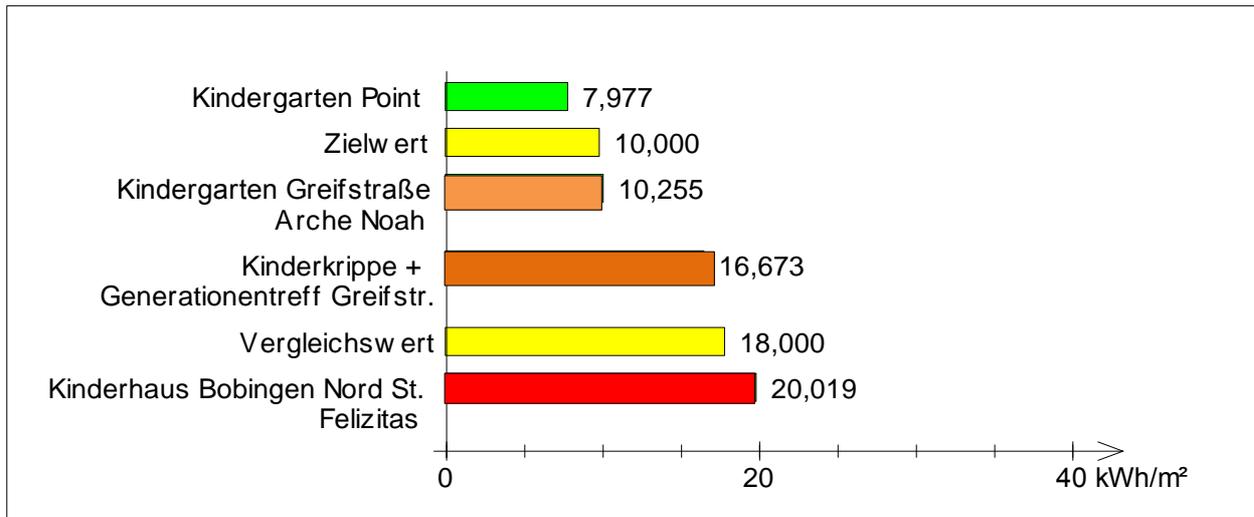
2.5.5 Kennwerte

Verbrauchskennwerte bilden eine gute Grundlage, um ein Gebäude hinsichtlich des Strom-, Wärme- und Wasserverbrauchs zu beurteilen. Gleichzeitig dienen Kennwerte dazu, den Energieverbrauch zu kontrollieren sowie Energie- und Kosteneinsparungen nach Sanierungsmaßnahmen nachzuweisen. Bei den Kennwerten wird der Energieverbrauch pro m² BGF angegeben. Unterschieden wird auch nach Nutzungsart der Gebäude. Als Beispiele sollen hier Kindergärten/Kindertagesstätten, Schulen mit Turnhallen, Schulen ohne Turnhallen sowie Turnhallen in Bobingen gezeigt werden.

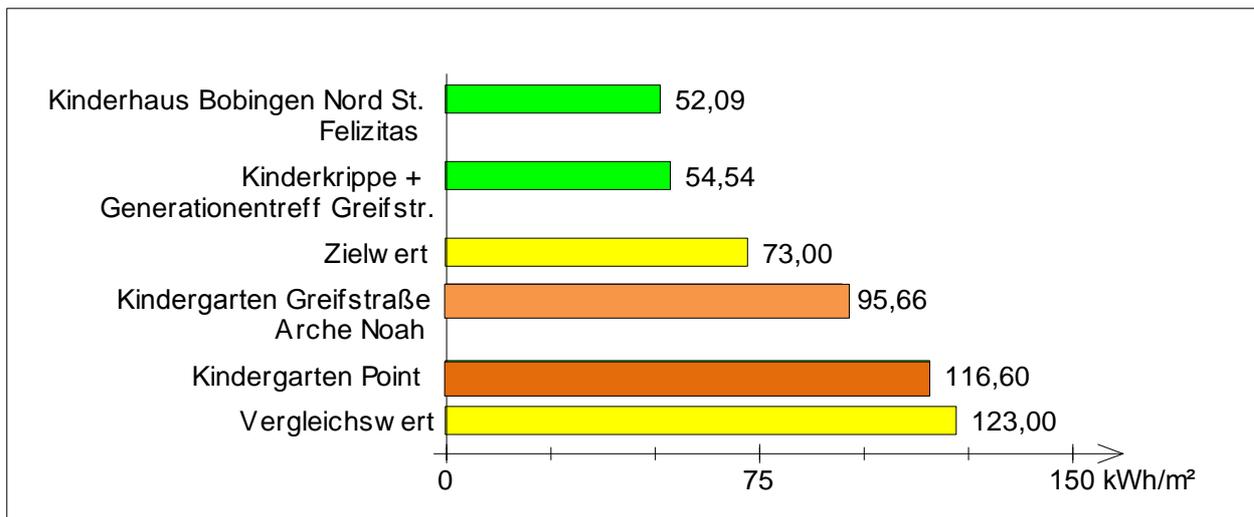
In den nachfolgenden Abbildungen wird per Farbskala verdeutlicht welche Liegenschaften unter dem Zielwert liegen (grün) und welche über dem Zielwert (orange) bzw. dem Vergleichswert liegen (rot).

2.5.5.1 Kindergärten/Kindertagesstätten

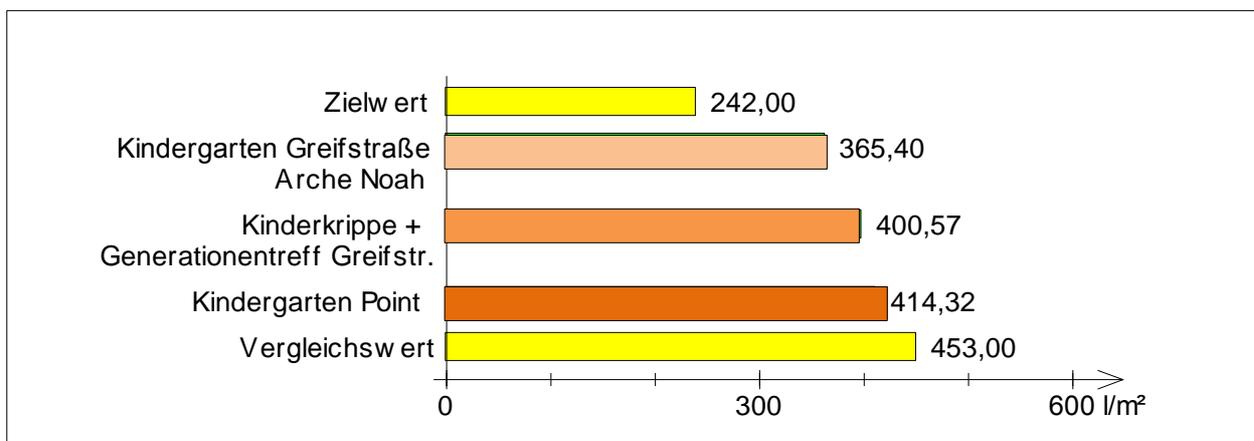
Strom



Wärme

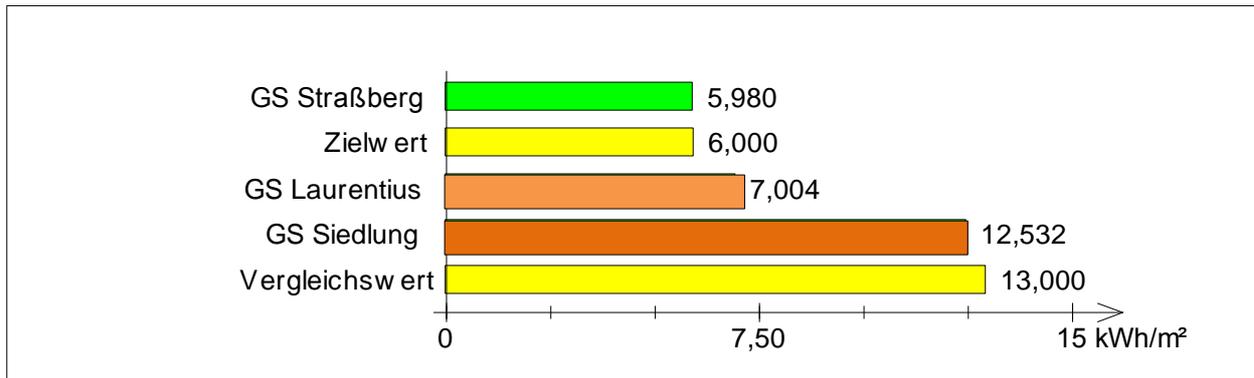


Wasser

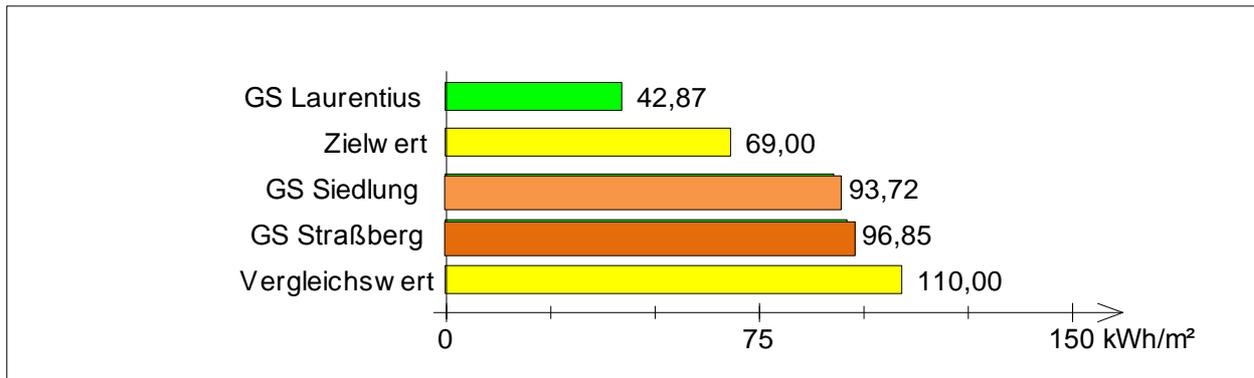


2.5.5.2 Schulen mit Turnhallen

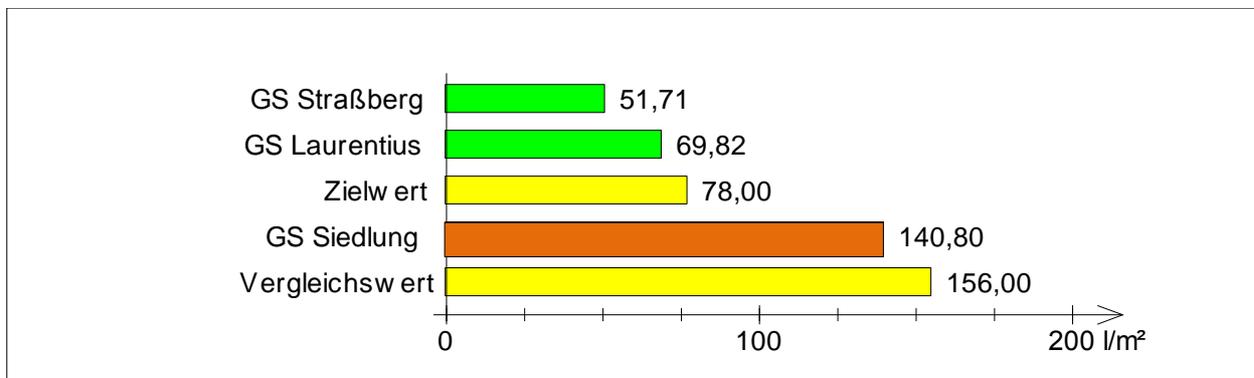
Strom



Wärme

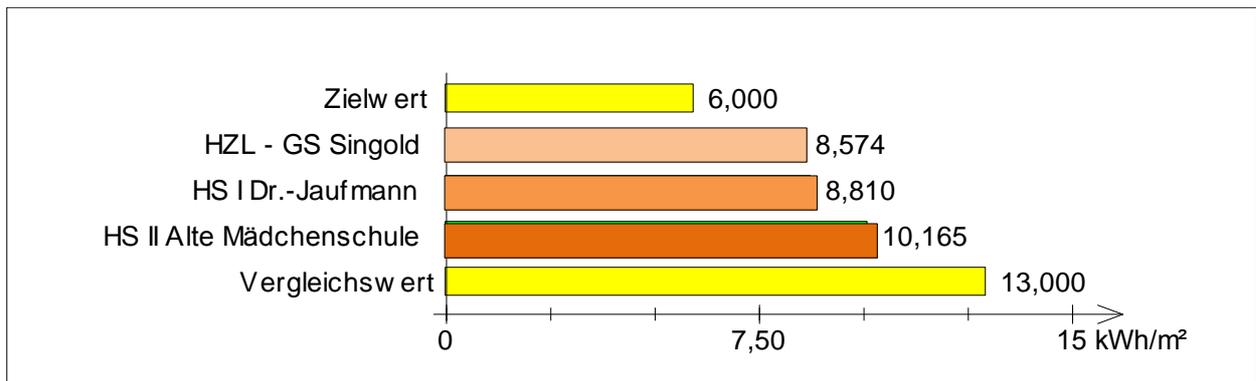


Wasser

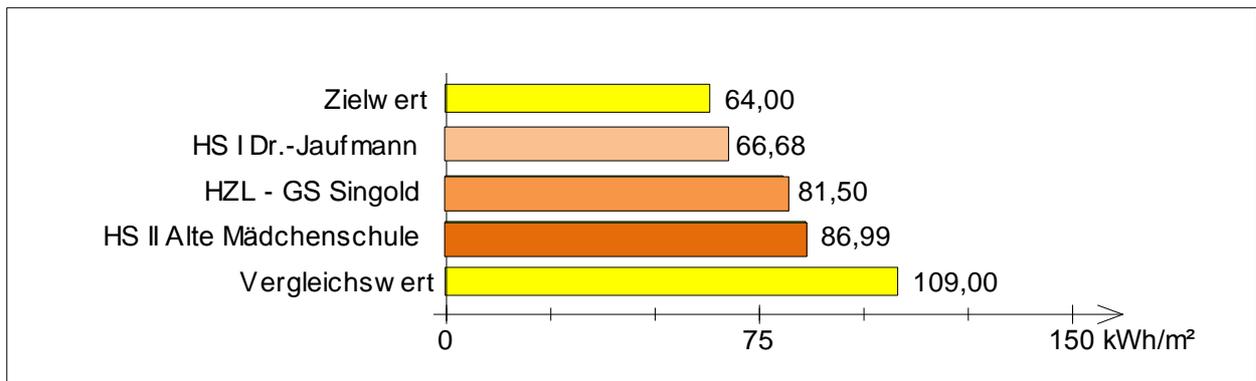


2.5.5.3 Schulen ohne Turnhallen

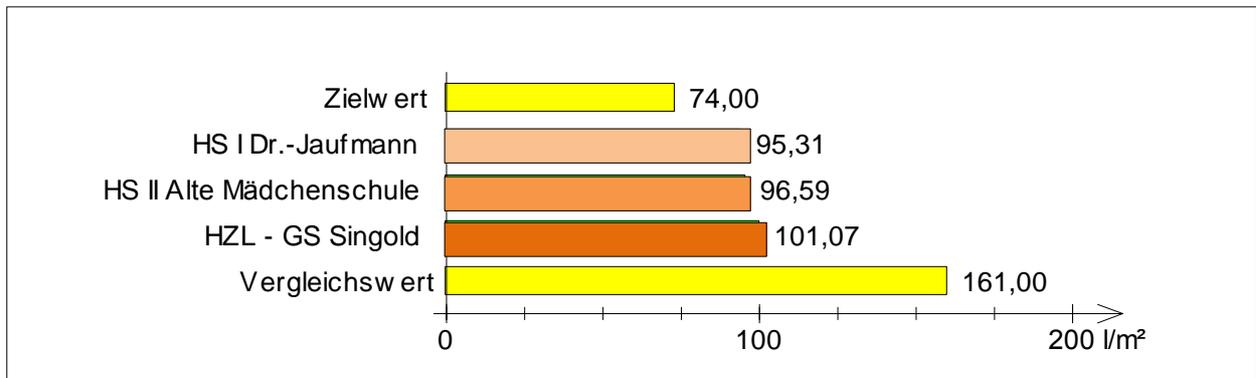
Strom



Wärme

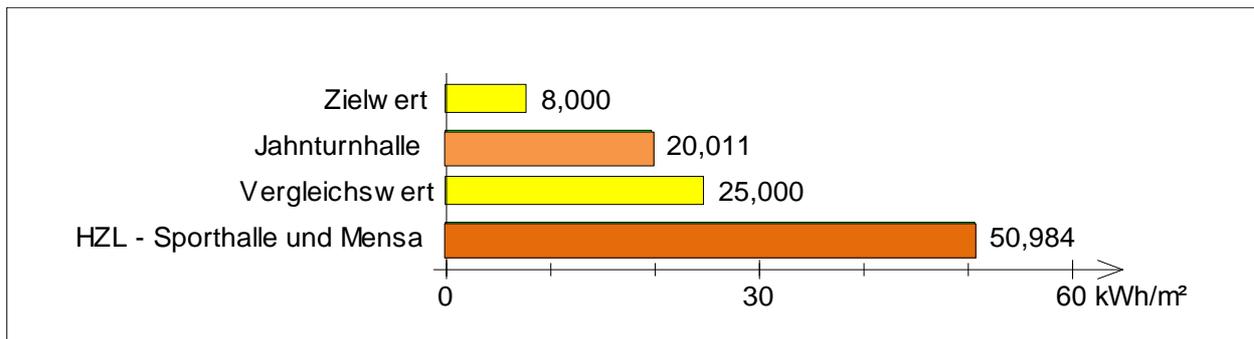


Wasser

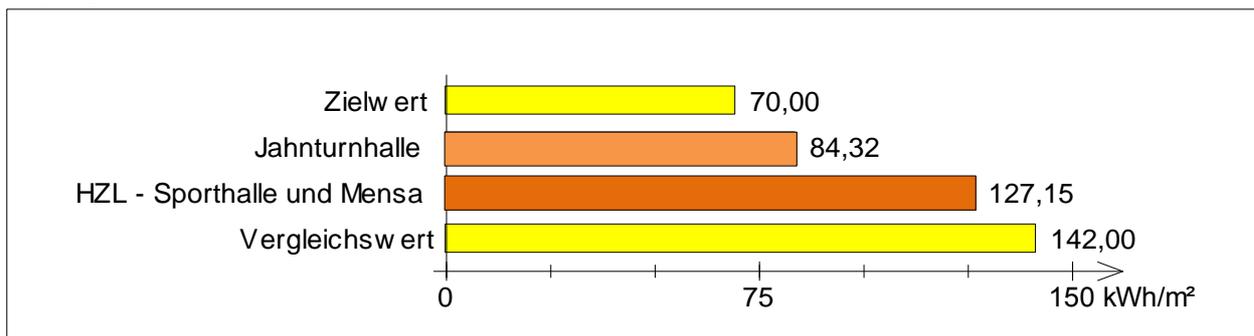


2.5.5.4 Turnhallen

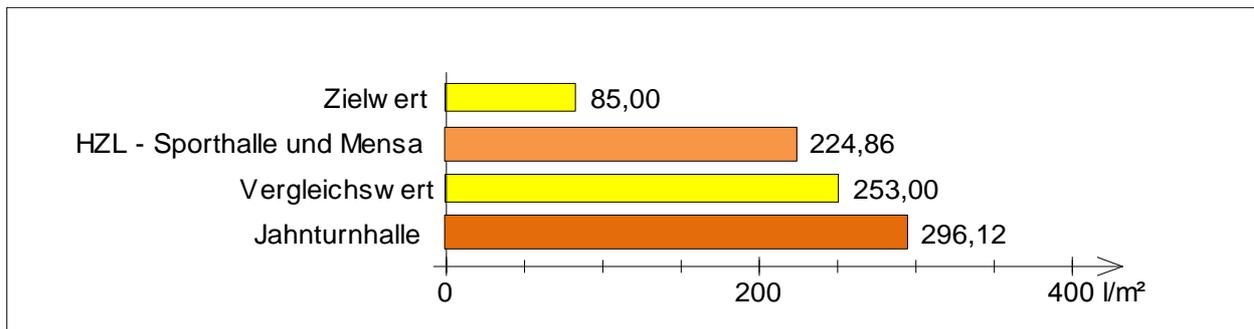
Strom



Wärme



Wasser



3 Energie- und CO₂-Bilanz

Die Energie- und CO₂-Bilanz gibt an, wie viele Tonnen CO₂ in einer Kommune oder einem Landkreis durchschnittlich pro Bürger und Jahr emittiert werden. Der jeweilige kommunale Durchschnittswert ist abhängig von den Strukturdaten. Landkreise und größere Kommunen weisen einen höheren Wert je Einwohner (9-13 t CO₂/Einw.) auf als kleinere (6-8 t CO₂/Einw.). Dies liegt an der in der Regel höheren gewerblichen Dichte und ihrer Funktion als Mittel- oder Oberzentrum.

Die vorliegende Energie- und CO₂-Bilanz umfasst sämtliche Energiemengen, die für elektrische und thermische Anwendungen sowie zum Zwecke der Fortbewegung in dem Stadtgebiet von Bobingen umgesetzt werden. Abhängig von der Bereitstellung dieser Energiemengen durch einen bestimmten Brenn- oder Kraftstoff entstehen CO₂-Emissionen, die analog zu den Energiemengen aufaddiert und systematisch dargestellt werden. Auf diese Weise ergibt sich ein umfassender Überblick über die energetische Situation in der Stadt Bobingen.

Da die Stadt Bobingen den Energieverbrauch durch entsprechende Klimaschutzmaßnahmen beeinflussen kann, ist das Wissen um die CO₂-Emissionen der verschiedenen Sektoren sehr wichtig. Der energetische Zustand der kommunalen Gebäude, die Qualität des ÖPNV oder die Öffentlichkeitsarbeit zum Thema „Klimaschutz und Energieeffizienz“ beeinflussen die CO₂-Emissionen. Aus der Entwicklung über einen längeren Zeitraum lässt sich auch der Erfolg der Klimaschutzmaßnahmen ablesen. Daher kommt der CO₂-Bilanz – nicht zuletzt auch wegen der Öffentlichkeitswirksamkeit – eine hohe Bedeutung im Rahmen der Klimaschutzpolitik zu.

Die Bilanz ist eine Momentaufnahme des energetischen Zustands der Stadt Bobingen mit Stand 2014.

3.1 Endenergieverbrauch

Die im Rahmen der Energie- und CO₂-Bilanz erhobenen Energieverbrauchswerte in der Stadt Bobingen werden in diesem Abschnitt nach Verursachergruppen dargestellt:

- Wirtschaft (schließt den primären, sekundären und tertiären Sektor ein)
- Private Haushalte
- Verkehr

Wichtigstes Ergebnis der Energie- und CO₂-Bilanz ist der hohe Anteil der Wirtschaft von 378 GWh am Gesamtenergieverbrauch (siehe Abb. 1). Der Verkehrssektor beansprucht 142 GWh und die privaten Haushalte 124 GWh des Energieverbrauchs in der Stadt Bobingen im Jahr 2014. Insgesamt wurden im Jahr 2014 665 GWh Energie verbraucht. Pro Einwohner ergibt dies einen Endenergieverbrauch von 38,7 MWh (38.725 kWh) pro Jahr. Der hohe Anteil der Wirtschaft mit 59 % am Endenergieverbrauch der Stadt Bobingen erklärt sich aus der Struktur als Wirtschaftsstandort. Mit 19 % spielen die privaten Haushalte wie auch der Verkehr mit 22 % in der Energiebilanz von Bobingen eine deutlich geringere Rolle, die aber trotzdem nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

Abb. 1 stellt die relativen Anteile bei den Verursachergruppen Wirtschaft, Verkehr und Haushalte im zeitlichen Längsschnitt dar (der kommunale Betrieb ist hier der Wirtschaft zugeordnet). Es wird zweierlei sichtbar: In der Stadt Bobingen ist eine Abnahme des gesamten Endenergieverbrauchs im betrachteten Zeitraum von 2006 bis 2014 um 16 % zu verzeichnen. Außerdem sieht man im Bereich der Wirtschaft einen ähnlich rückläufigen Energieverbrauch.

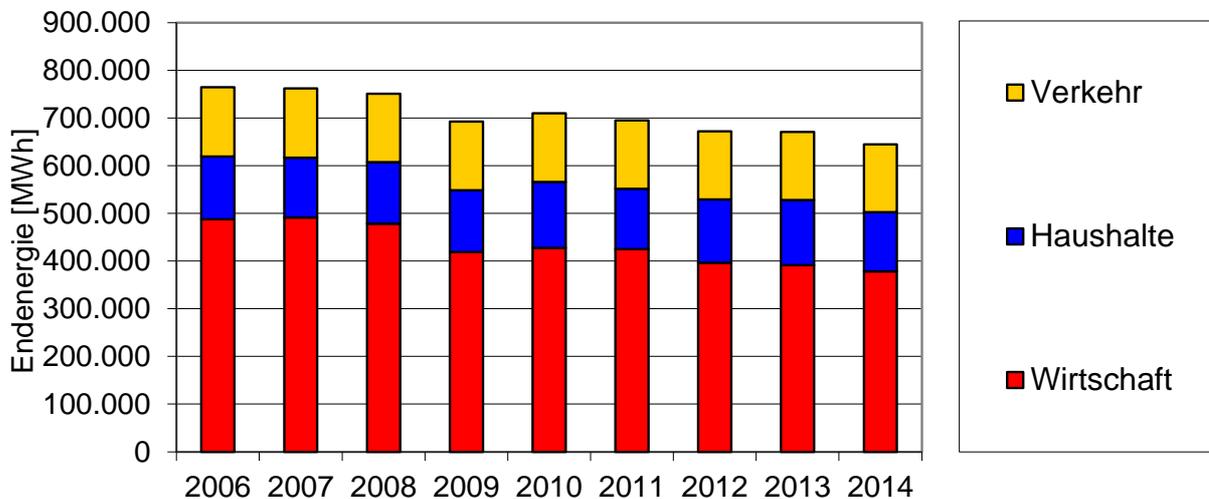


Abb. 1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verursachergruppen

3.2 Erneuerbare Energien

In der Stadt Bobingen hat sich im Bereich der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien der Anteil der Erneuerbaren Energien im Zeitraum von 2006 – 2014 von 6 % auf 10 % erhöht. Dabei ist nach wie vor Holz der Hauptenergieträger mit einem Anteil von 8 % (Abb. 2).

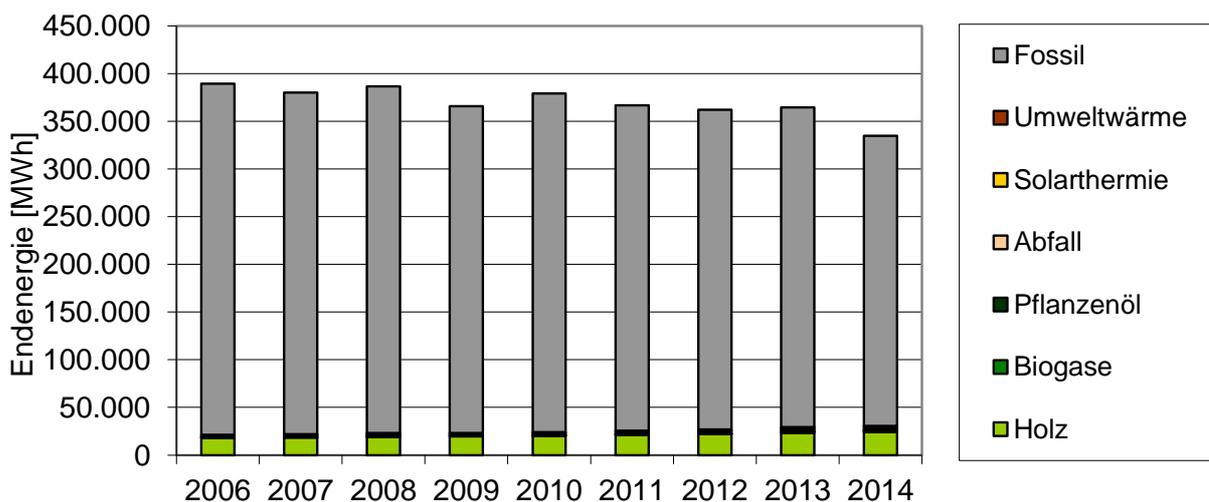


Abb. 2: Entwicklung des Anteils an Erneuerbaren Energien im Wärmebereich in Bobingen

Im Bereich des Stroms liegt der Anteil erneuerbarer Energien im Jahr 2014 bei 22 % (Abb. 3). Dabei liegt der Hauptanteil bei Wasser (6 %) und Solar (12 %). Insgesamt hat sich der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung im Zeitraum mehr als vervierfacht.

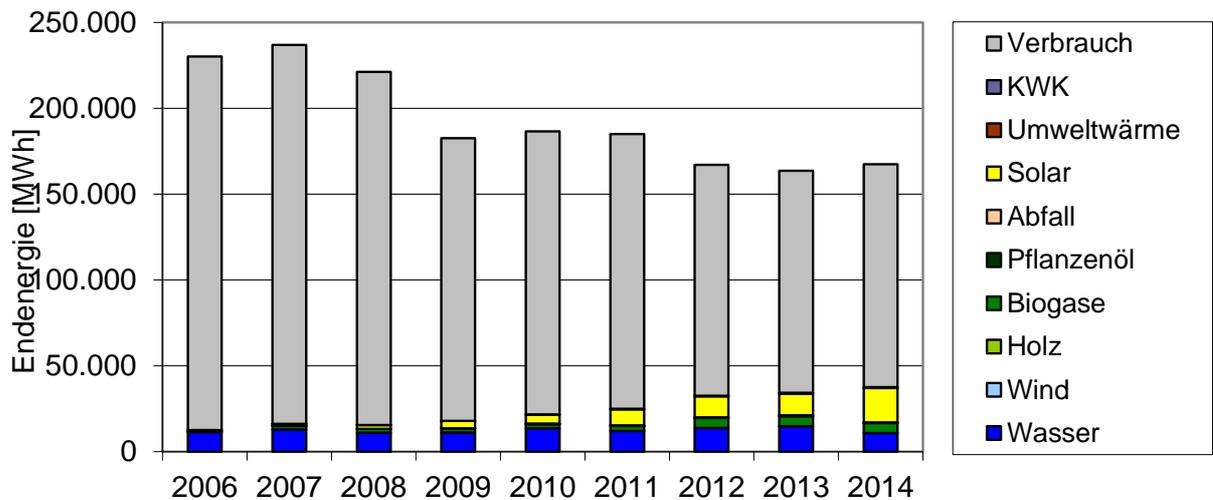


Abb. 3: Entwicklung des Anteils an Erneuerbaren Energien im Strombereich in Bobingen

3.3 CO₂-Emissionen

Bei der Diskussion um eine zukünftige Klimaschutzpolitik der Stadt Bobingen ist die Entwicklung der jährlichen CO₂-Emissionen pro Einwohner die letztlich entscheidende Kenngröße. Dieses Maß (Tonnen CO₂ / EW a) erlaubt einen einfachen Vergleich spezifischer Emissionen einer Kommune mit denen anderer Kommunen. Zu beachten ist, dass hierbei nicht nur die geographische Lage, sondern vor allem die wirtschaftliche und soziale Struktur einer Kommune einen ganz erheblichen Einfluss auf die CO₂-Emissionen hat. Aus diesem Grunde sind interkommunale Vergleiche solcher Emissionskennwerte umso aussagekräftiger, je ähnlicher die zu vergleichenden Kommunen hinsichtlich der genannten Strukturmerkmale sind.

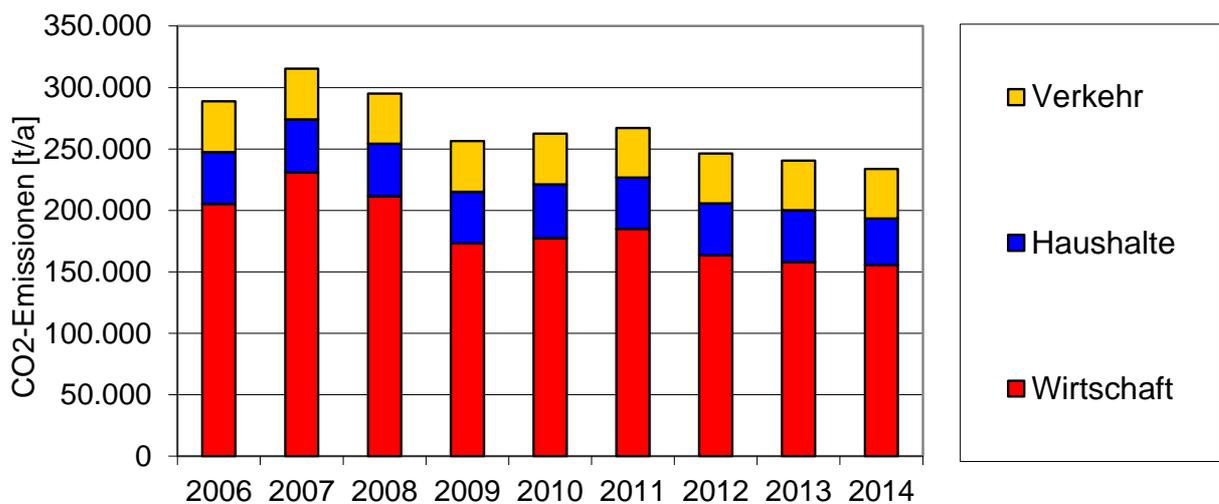


Abb. 4: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Verursacherguppen

Nach der vorliegenden Primärenergiebilanz beliefen sich die in der Stadt Bobingen verursachten CO₂-Emissionen im Jahre 2014 auf insgesamt ca. 234.000 t; im Vergleich zum Jahr 2006 (knapp 290.000 t) ist das eine Abnahme von 19 %. Die im Jahre 2014 angefallene Pro-Kopf-Emissionsmenge liegt bei 14,0 t CO₂ / EW a. Dieser Wert schließt die Emissionen aus allen drei Verursachergruppen (Wirtschaft, Haushalte, Verkehr) ein. Damit liegt die Stadt Bobingen deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 10,1 t CO₂ / EW a (siehe Abb. 4 und Abb. 5).

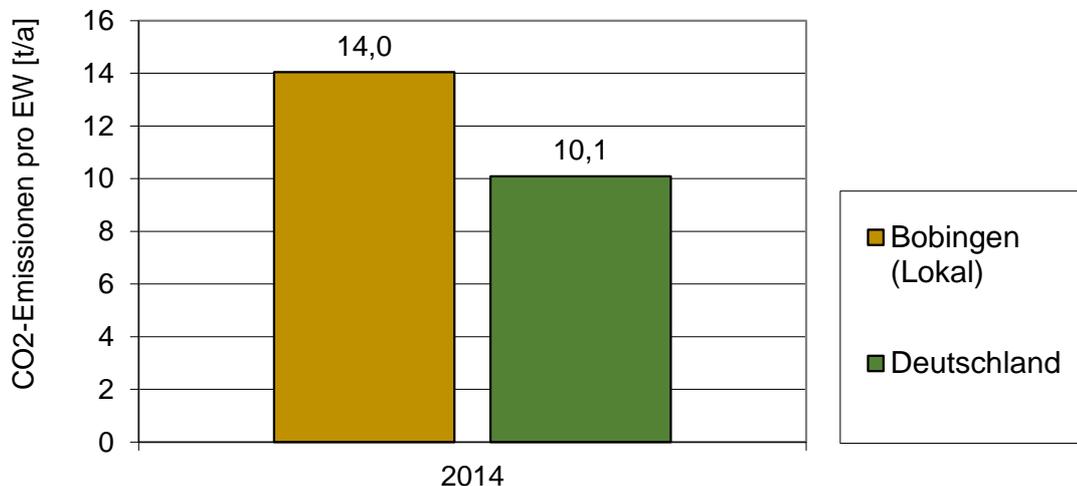


Abb. 5: CO₂-Emissionen pro Einwohner in Bobingen im Vergleich mit Deutschland

Bei der Interpretation der Pro-Kopf-CO₂-Emissionen ist zu beachten, dass hier jeweils kommunenspezifische, also lokale Stromemissionswerte angesetzt werden. Grundlage für die stromseitigen Emissionen bilden die Stromkennzeichnungen, welche zum besseren Nachweis der Zusammensetzung der in einem Berichtsjahr gelieferten Strommengen von den Energieversorgungsunternehmen veröffentlicht werden. Die Strommengen aus erneuerbaren Energien werden dabei allerdings buchhalterisch übers gesamte Übertragungsnetz aufsummiert und können damit kleineren Netzeinheiten nur als Mittelwert angerechnet werden. Die lokalen CO₂-Emissionen sollen dagegen die physikalisch auf Gemeindegebiet erzeugten Strommengen aus erneuerbaren Energien berücksichtigen. Dazu werden die Stromkennzeichnungen um die buchhalterischen Angaben zu erneuerbaren Strommengen bereinigt und die auf Gemeindegebiet nachvollziehbaren erneuerbaren Strommengen entsprechend mit einberechnet.

Gemeinden mit einem im Vergleich zur Stromkennzeichnung niedrigeren lokalen CO₂-Emissionsfaktor weisen auf ihrem Gebiet bezogen auf den Stromverbrauch eine höhere Erzeugung aus erneuerbaren Energien auf als das gesamte umliegende Netzgebiet. Gemeinden mit einem höheren lokalen CO₂-Emissionsfaktor weisen in der Regel anteilig eine entsprechend geringere Erzeugung auf.

In Abb. 4 werden die CO₂-Emissionen der Stadt Bobingen nach Verursachergruppen aufgeschlüsselt. Ein Vergleich dieser Daten mit den Anteilen der Verursachergruppen am Endenergieverbrauch zeigt, dass die Wirtschaft bei einem Anteil von 59 % am Endenergieverbrauch 66 % der CO₂-Emissionen verursacht. Dieses Ergebnis ist auf den Einsatz hoher CO₂-Emissionen verursachender Energieträger zurückzuführen.

Die privaten Haushalte mit einem Anteil am Endenergieverbrauch von 19 % verursachen 16 % der Gesamtemissionen in Bobingen, was mit einem höheren Anteil erneuerbarer Energien (Energieholz, Umweltwärme und Solarwärme) am Endenergieverbrauch zu erklären ist.

Beim Verkehr liegt der Anteil am Endenergieverbrauch bei 22 %, was 17 % der CO₂-Emissionen entspricht.

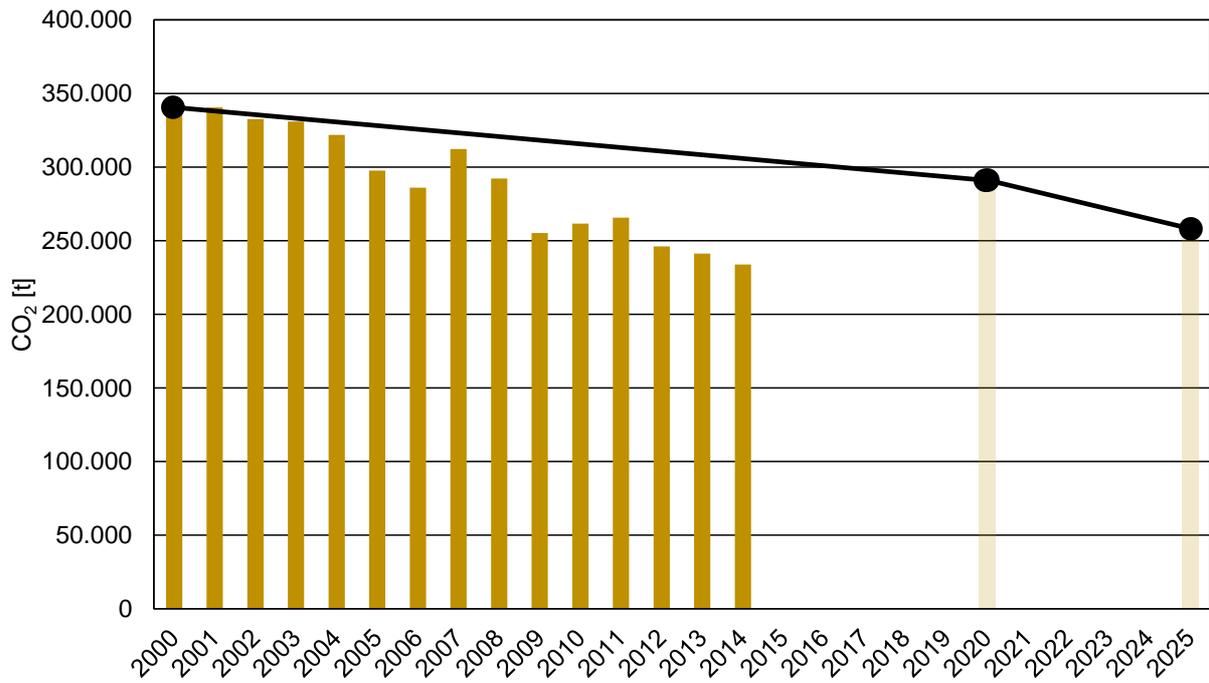


Abb. 6: CO₂-Emissionen für die Stadt Bobingen und Zielszenarien 2020 und 2025

Im integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Bobingen wurde im Jahre 2011 ein Zielszenario für die CO₂-Emissionen der Stadt Bobingen für die Jahre 2020 und 2025 entwickelt (siehe Abb. 6). Es ist deutlich zu erkennen, dass der Zielwert für das Jahr 2020 bereits im Jahr 2014 unterschritten worden ist.

3.4 Kennzahlen

Die nachfolgend dargestellten Kennzahlen der Stadt Bobingen erlauben einen Vergleich mit Bundesdurchschnitten.

Für Photovoltaik und Solarthermie wurden die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes aktuellsten Anlagenstammdaten bzw. die aktuellsten BAFA-Daten abgefragt, so dass die per Ende 2013 installierte PV-Leistung und die Gesamtfläche der solarthermischen ermittelt und einbezogen werden konnten.

Tabelle 1: Wichtige Kennzahlen der Stadt Bobingen für das Jahr 2014

Kennzahlen	Einheiten	Wert 2014	Mittelwert Deutschland (2014)
Wohnfläche pro Einwohner	m ²	44,3	44,8 ¹⁾
Einwohner pro Wohneinheit	Personen / Wohneinheit	2,37	2,04 ¹⁾
Gesamt-Wärmebedarf der Kommune pro Einwohner	kWh / EW a	22.132	16.236
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeenergiebedarf der gesamten Kommune	%	8	11
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeenergiebedarf der kommunalen Gebäude	%	2	n.b.
Wärmeenergiebedarf der kommunalen Gebäude pro Einwohner	kWh / EW a	503	n.b.
Gesamt-Strombedarf der Kommune pro Einwohner	kWh / EW a	9.843	6.810
Anteil erneuerbare Energien am Gesamtstromverbrauch der Kommune	%	20,9	26,2
Strombedarf der kommunalen Gebäude (ohne Trinkwasserbereitung und Straßenbeleuchtung) pro Einwohner	kWh / EW a	141	n.b.
Stromverbrauch der öffentl. Straßen- und Wegebeleuchtung pro Einwohner	kWh / EW a	34	n.b.
Photovoltaikanlagen - installierte Leistung pro 1000 Einwohner (netzgekoppelt und Inselanlagen)	kWp / 1000 EW	1.255	446
Pkw pro 1000 Einwohner	Anzahl / 1000 EW	565	543
Energieberatungen pro 1000 Einwohner	Anzahl / 1000 EW	0	n.b.

¹⁾Quelle: Statistisches Bundesamt, ²⁾Quelle: EE in Zahlen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

4 European Energy Award

4.1 Was ist der European Energy Award

Der European Energy Award® ist ein Programm zur Qualifizierung und Auszeichnung von Kommunen, die durch den effizienten Umgang mit Energie und der verstärkten Nutzung von erneuerbaren Energieträgern einen Beitrag zu einer zukunftsverträglichen Entwicklung unserer Gesellschaft leisten wollen. Es unterstützt die Kommunen bei einer langfristigen und umsetzungsorientierten Klimaschutzarbeit in den Bereichen Energie & Mobilität.

Angelehnt an Managementsysteme wie ISO 9001, ISO 14001, EMAS oder ISO 50001, ist der eea ein Prozess, in dem Schritt für Schritt

- Schwachstellen aufgedeckt und Verbesserungspotenziale identifiziert werden,
- Strukturen und Abläufe zur erfolgreichen Umsetzung von Energieprojekten aufgebaut oder verstärkt werden,
- ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess in Gang gesetzt wird,
- die Mitwirkung der Bevölkerung an energiepolitischen Entscheidungen und Aktivitäten ermöglicht wird.

Dabei hat eine Kommune eine Vielzahl von Möglichkeiten, energiepolitisch aktiv zu werden. Diese sind unter anderem zu finden

- im eigenen Hoheitsbereich (z. B. Flächenwidmung, Bebauung)
- in der Vollzugskontrolle (z. B. Baukontrolle)
- als selbstständiger Wirtschaftskörper (z. B. Einkauf, kommunale Gebäude und Anlagen, Gemeindewohnungen)
- durch Anreizsysteme (z. B. Förderungen, Prämien)
- durch Information und Öffentlichkeitsarbeit (z. B. Energieberatungen, Vorträge)
- durch Vorschläge an Land und Bund (Gesetze, Steuern, Förderungen)

Zentrales Werkzeug des eea ist ein Maßnahmenkatalog, der ungefähr 90 konkrete Maßnahmen benennt, die den folgenden sechs Handlungsfeldern zugeordnet werden:

Entwicklungsplanung und Raumordnung

Maßnahmen, die die Kommune durch ihre Zuständigkeit für die Erteilung von Baugenehmigungen und die örtliche Raumplanung setzen kann.

Kommunale Bauten und Anlagen

Maßnahmen, die die Kommune bei ihren eigenen Einrichtungen und Betrieben (Schulen, Verwaltungsgebäuden, Kindergärten, Wasserwerke, Bauhof,...) treffen kann.

Ver- und Entsorgung: Strom – Wärme – Wasser – Abwasser – Abfall

Maßnahmen, die die Kommune in den Bereichen Energieversorgung (Nahwärmenetze, Trinkwasserkraftwerke, Öko-Strom...) Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Abfallentsorgung treffen kann.

❑ **Mobilität**

Alle Maßnahmen, die die Kommune im Bereich motorisierter Verkehr, Fußgänger, Radfahrer, öffentlicher Verkehr sowie der verwaltungsinternen Mobilität setzen kann.

❑ **Interne Organisation**

Maßnahmen, die eine effiziente und kontinuierliche energiepolitische Arbeit in der Verwaltung sicherstellen (Energiebeauftragter, Gründung und Pflege einer Energiegruppe, ressortübergreifende Kooperationen, regelmäßige Erfolgskontrolle, ...).

❑ **Bewusstseinsbildung, Motivation und Kooperationen**

Maßnahmen, die zur Bewusstseinsbildung und Umsetzung durch Bürger, Institutionen und Unternehmen in der Verwaltung beitragen. Maßnahmen, bei denen die Kommune in und durch Kooperation mit anderen Institutionen (Betrieben, Vereinen, Schulen,...) energiepolitisch aktiv werden kann.

4.2 Historie

Das Thema Energie und Klimaschutz wird von der Stadt vor allem anhand nachfolgend beschriebener Projekte bearbeitet.

Seit dem Jahr 2005 besteht ein Contracting mit dem Energieversorger LEW zur Installation energiesparender Systeme bei der Straßenbeleuchtung. Bis zum Jahr 2013 wurden sukzessive die Leuchtkörper ersetzt, so dass der Anteil der Energiesparlampen bei 33 % liegt.

Für das städtische Hallenbad wurde im Lüftungssystem eine Wärmerückgewinnungsanlage eingebaut.

Seit 2005 betreiben die Stadtwerke Bobingen 11 Photovoltaikanlagen auf den Dächern kommunaler Liegenschaften mit einer derzeitigen Gesamtleistung von 274 kWp.

Für mehrere kommunale Liegenschaften wurde ein Sanierungsplan mit Verankerung der Kosten im Haushalt erstellt. Im Jahr 2009 ist in der örtlichen Kläranlage die Installation eines Blockheizkraftwerks zur Verstromung des anfallenden Klärgases in Betrieb genommen worden.

Es existiert eine detaillierte Verkehrsplanung aus dem Jahre 2004, die um eine Radwegeplanung ergänzt wurde. Das ÖPNV-Angebot ist überdurchschnittlich gut.

4.3 Das Energieteam

Das Energieteam mit der Klimamanagerin wurde mit der Umsetzung des eea in der Kommune beauftragt. Es ist die „Entwicklungszentrale“ und der „Motor“ der energiepolitischen Programm-arbeit in der Kommune. Das Energieteam umfasst Vertreter aus der Verwaltung und gewählten politischen Vertretern sowie engagierte Bürgern/Akteuren und externe Energie-Experten.

Energieteam-Leiterin	Dr. Kerstin Koenig-Hoffmann, Klimamanagerin (ab Juli 2014)
Energieteam-Mitglieder und deren Funktion	Bernd Müller, 1. Bürgermeister Rainer Thierbach, Stadtbaumeister Christian Peiker, Verwaltung, Hochbau Alexander Ziegler, Kämmerer Manfred Geier, Verwaltung, Kämmerei Thomas Ludwig, Verwaltung Bernhard Langert, Stadtwerkeleiter Elisabeth König, Stadträtin Ludwig Kratzer, Stadtrat Johanna Ludl, Stadträtin Edmund Mannes, Stadtrat Monika Müller-Weigand, Stadträtin Florian Vogl, Stadtrat Jürgen Walter, ehrenamtlich, Energiemanagement Peter Lammeyer, ehrenamtlich Helge Zwosta, ehrenamtlich
eea-Beraterin	Heidi Schön
Bürgerbeteiligung	ja
Jahr des Programmeintritts	2009



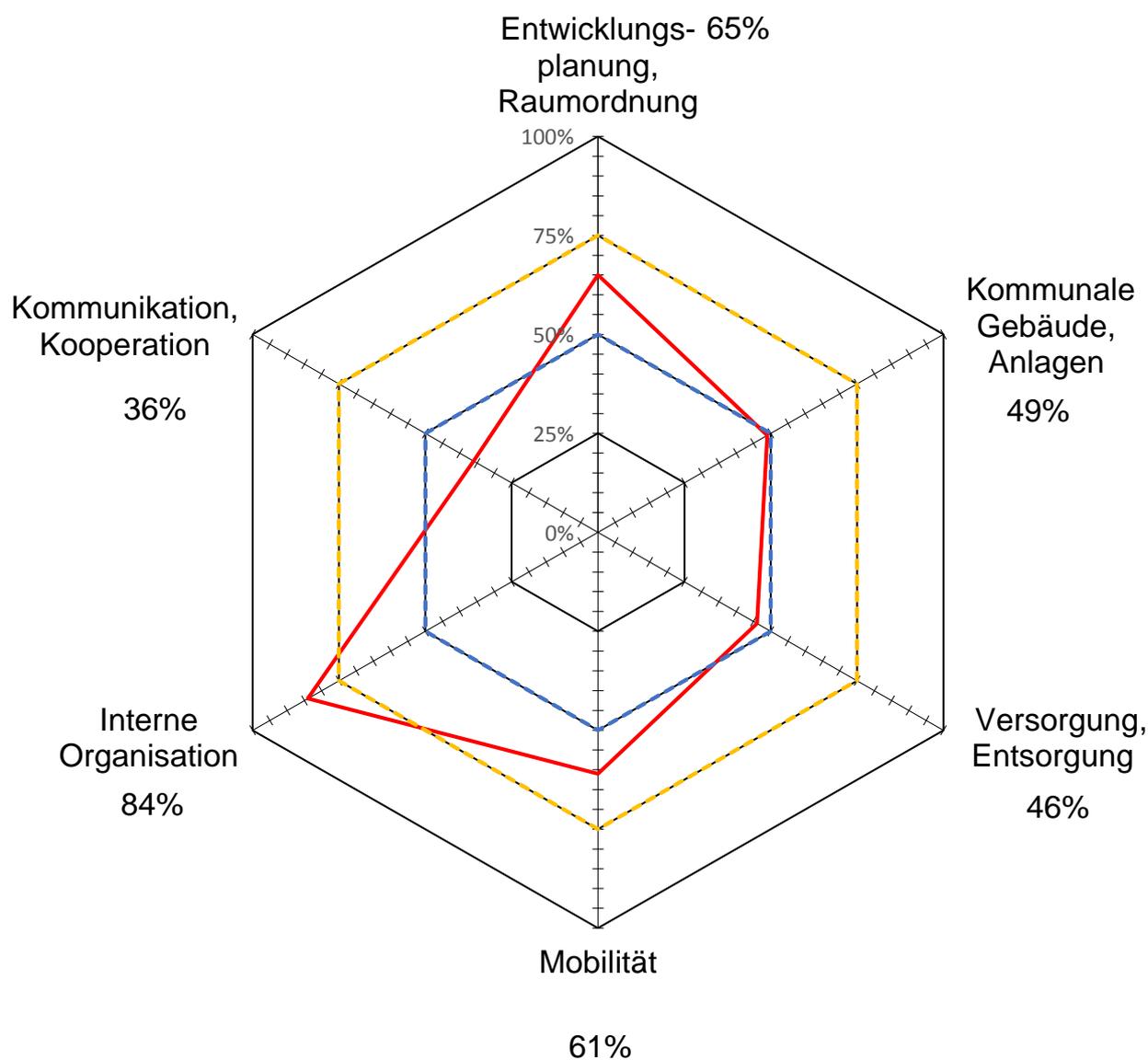
4.4 internes und externes Audit sowie Aktivitätenprogramm

Das interne Re-Audit ist ein jährlich wiederkehrender Bestandteil im Rahmen der Teilnahme am European Energy Award®. Es ist die Jahresbilanz der Tätigkeit des Energieteams und dient vor allem der Erfolgskontrolle. Die bearbeiteten Projekte werden mit den erzielten Ergebnissen dokumentiert und das Aktivitätenprogramm aktualisiert. Neue Projektideen werden aufgenommen, der Erkenntnisstand zu den umzusetzenden Projekten wird angepasst und Änderungen bei Zuständigkeiten und Prioritäten vorgenommen.

Das letzte interne Audit fand am 17. Juni 2015 durch die akkreditierte eea-Beraterin Frau Heidi Schön vom Energie- und Umweltzentrum Allgäu gGmbH (eza!) in Kempten statt.

Im Prozess wurden insgesamt 54 % der möglichen Punkte erreicht. Stärken und Schwächen der

verschiedenen Bereiche zeigt die nachfolgende Grafik:



Der eea-Maßnahmenkatalog umfasst sechs kommunale Maßnahmenbereiche:

- Entwicklungsplanung, Raumordnung
- Kommunale Gebäude und Anlagen
- Versorgung, Entsorgung
- Mobilität
- Interne Organisation
- Kommunikation, Kooperation

Im eea-Netzdiagramm sind alle sechs Maßnahmenbereiche aufgeführt. Dabei zeigt die gestrichelte blaue Linie den Zielerreichungsgrad von 50 % in jedem Maßnahmenbereich an und somit eine eea-Auszeichnung. Die gelbe gestrichelte Linie steht für einen Zielerreichungsgrad von 75

% und eine Auszeichnung in Gold. Die rote Linie visualisiert den Umsetzungsgrad in jedem einzelnen Maßnahmenbereich im Audit.

Insgesamt wurden in Bobingen bislang 223,6 Punkte erreicht und damit 54 % der möglichen Punkte. Stärken und Schwächen der verschiedenen Bereiche zeigt das Diagramm.

Deutlich werden an dieser Darstellung die Leistungen im Bereich „interne Organisation“ mit einem Zielerreichungsgrad von 84 %. Das größte Potential liegt im Bereich „Kommunikation, Kooperation“. Dementsprechend sollte dieser Bereich bei der Planung von Maßnahmen besonders berücksichtigt werden.

Am 06.10.2015 wurde dieses Ergebnis durch den akkreditierten Auditor Herrn Leonhard Meyer bestätigt. In einer Veranstaltung am 18.11.2015 wurden die Stadt Bobingen sowie drei weitere bayerische Kommunen durch die Ministerialdirigentin Dr. Monika Kratzer vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz mit dem European Energy Award ausgezeichnet.



5 Schlussbemerkungen

Die bereits umgesetzten Maßnahmen, wie energetische Sanierungen, Beleuchtungs-optimierung, Einsatz regenerativer Heizanlagen, Produktion von Strom aus regenerativen Energiequellen zeigen die ersten Erfolge. Die Energieverbräuche sinken und die Umweltbelastung ebenfalls. Die Einsparungen können jedoch nicht die Kostensteigerungen der Energieträger auffangen.

Die Auswertung der Verbrauchsdaten zeigt, dass der eingeschlagene Weg richtig ist, jedoch sind weitere Maßnahmen erforderlich um das Ziel eines energieoptimierten Gebäudebetriebs zu erreichen.

Herausgeber:
Stadt Bobingen
Rathausplatz 1
86399 Bobingen



Ersteller
Dr. Kerstin Koenig-Hoffmann,
Energie- und Umweltzentrum Allgäu gGmbH, Kempten



Quellennachweis
Deutscher Wetterdienst (Klimadaten)
energymap.info (Daten Regenerativer Energieerzeugung) Bundesnetzagentur (Einspeisevergütung, EEG-Umlage)