

# Energiebericht 2017



# Impressum

- Herausgeber** Stadt Nürnberg  
Planungs- und Baureferat  
Bauhof 9  
90402 Nürnberg
- Redaktion** Hochbauamt  
Sachgebiet Kommunales  
Energiemanagement und Bauphysik
- Marientorgraben 11  
90402 Nürnberg
- Telefon: 0911 / 231 – 42 64  
Telefax: 0911 / 231 – 76 30
- Gestaltung** Wolfgang Keller
- Erschienen** Oktober 2017
- Titelbilder** Marktamt der Stadt Nürnberg  
Leyher Straße 107
- Linkes Bild:  
Planskizze Fassadenbegrünung
- Rechtes Bild:  
Fassadenbegrünung im Wachstum

Die beste Kilowattstunde ist immer noch die eingesparte – das ist und bleibt das Motto. Unsere Motivation dabei ist vor allem der Versuch, neben dem schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen der Erde, die Auswirkungen des Klimawandels zu begrenzen und für die Menschheit erträglich zu machen.

Gerade in geopolitisch und wirtschaftlich komplexen Zeiten ist es eine große Herausforderung auch im Segment der Energie- und Klimapolitik das zu tun, was lokal sinnvoll und möglich ist. Und nicht zuletzt sind Aktivitäten auf diesem Gebiet „kein Luxusthema für wohlhabende Zeiten, sondern eine klare Bedingung dafür, ob eine Stadt oder eine Region zukünftig attraktiv ist oder als Standort zum Leben abgelehnt wird.“ (Oberbürgermeister, Dr. Ulrich Maly zum Neujahrsempfang im Januar 2009).

Werden unsere Neubauten und sanierten Bestandsgebäude energetisch immer besser, waren wir also im Hinblick auf Energieeffizienz erfolgreich, wird der Einfluss der Gebäudenutzenden größer. Das heißt, es wird wichtiger, die Menschen zu sensibilisieren, sie von der Notwendigkeit, Energie zu sparen zu überzeugen und das Instrumentarium dafür möglichst nachhaltig zu vermitteln. Ohne die Nutzerinnen und Nutzer in unseren Gebäuden erzielen wir nicht die möglichen Energieeinsparungen. Öffentlichkeitsarbeit, Nutzerinformation und motivation gewinnen also immer mehr an Bedeutung.

Aus diesem Grund ist kommunales Energiemanagement mit seinen verschiedenen Möglichkeiten zur Energie- und Kosteneinsparung eine Daueraufgabe. Das Planungs- und Baureferat betreut mit ca. 1.700 städtischen Liegenschaften die überwiegende Zahl öffentlicher Gebäude in Nürnberg. Die aktive Ausgestaltung dieser Aufgabe übernehmen das Hochbauamt und sein Kommunales Energiemanagement sowie alle Abteilungen und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Bauverwaltung und der nutzenden Dienststellen.



Der Energiebericht 2017 informiert über die Entwicklung der Energie- und Wasserverbräuche dieser Liegenschaften sowie die dazugehörigen Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen der stadteigenen Gebäude. Ausgewiesen sind auch die kommunalen Eigenbetriebe. Außerdem werden Informationen zur Umsetzung der Energieeinsparverordnung und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes sowie wichtige Handlungsfelder und Projektbeispiele der Jahre 2015 und 2016 dargestellt. Die bisherigen Ergebnisse, im Positiven, wie im Noch-Nicht-Ausreichenden, sind für uns Ansporn, weitere Einsparungen beim Verbrauch, bei den Kosten sowie bei CO<sub>2</sub> Emissionen zu erreichen. Mit dem aktuellen Bericht laden wir Sie ein, sich über die vielfältigen Aktivitäten des Planungs- und Baureferats auf diesem Feld zu informieren.

Daniel F. Ulrich  
Planungs- und Baureferent  
der Stadt Nürnberg

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'D' followed by several vertical and horizontal strokes.



**1**

**Überblick**

**2**

**Entwicklung  
Kosten, Verbräuche,  
CO<sub>2</sub>-Emissionen,  
erneuerbare Energien**

**3**

**Handlungsfelder  
und Projektbeispiele  
aus den Jahren  
2015/2016**

**4**

**Einsparerfolge  
in Eigenbetrieben**



Energiesparpreisverleihung 2016  
Aula Baumeisterhaus, Bauhof 9



Überblick

1

Eine aktive Energiebewirtschaftung für die kommunalen Liegenschaften wird heute als Pflichtaufgabe anerkannt.

Klimaschutz, inzwischen auch Anpassung an den Klimawandel, Ressourcenschonung und Kosteneinsparungen sind

die wichtigsten Beweggründe, Energiemanagement zu betreiben.

Dies ordnet sich ein in allgemeine Ziele von Gebäudemanagement wie, Werterhalt zu sichern, Kosten zu senken und Effizienz zu steigern.

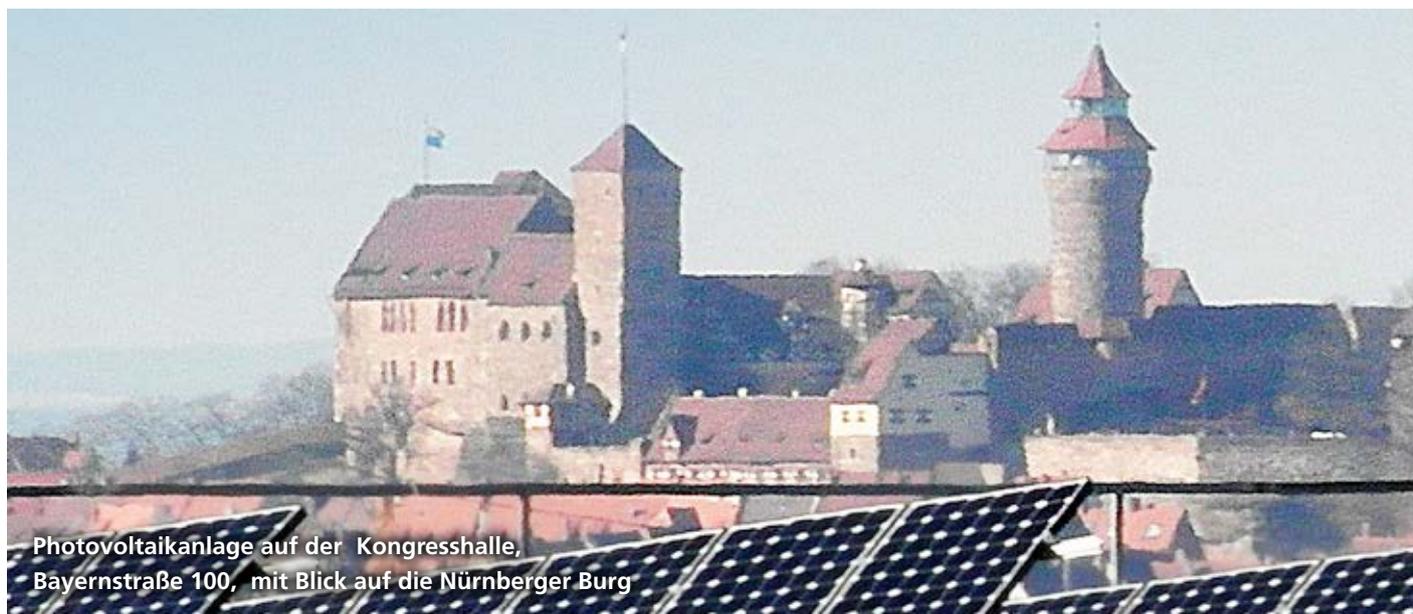
Wichtige Kriterien dabei sind die Funktionalität von Gebäuden und technischen Anlagen, die Zufriedenheit der Nutzer, die Entwicklung der Betriebskosten und die Dauerhaftigkeit der Konstruktionen.

## Die Zielstellungen für ein kommunales Energiemanagement sind deshalb:

- ▶ den Energieverbrauch zu reduzieren,
- ▶ die Energie- und Wasserkosten zu optimieren,
- ▶ die energiebedingten Schadstoffemissionen zu senken sowie
- ▶ eine Vorbildfunktion wahrzunehmen.

## Instrumente zur Umsetzung:

<b>Energiecontrolling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Verbrauchsdatenbeschaffung, -pflege und -überwachung (Wärme, Strom, Wasser), Erweiterung der automatisierten Datenerfassung</li> <li>▶ Bewertung mittels Vergleichskennzahlen/Benchmarks</li> <li>▶ Gebäudebegehungen, Messungen, Schwachstellenanalysen, Zählerkonzepte</li> <li>▶ Regelmäßige Rückmeldungen an hausverwaltende Dienststellen</li> <li>▶ Intervention bei Auffälligkeiten</li> <li>▶ Initiierung von Optimierungsmaßnahmen und Erfolgskontrolle</li> </ul>
<b>Energieaudit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Energieaudits nach DIN EN 16247-1 für auditpflichtige Eigenbetriebe</li> </ul>
<b>Information und Motivation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Motivationsprogramm „KEiM“ für Schulen und Kindertagesstätten (KiTas)</li> <li>▶ Energiesparpreis für städtische Dienststellen und Eigenbetriebe</li> <li>▶ EDI-Net als Testprojekt</li> <li>▶ Energiespartipps, -broschüren</li> <li>▶ Projekt-Infos</li> <li>▶ Energiebericht</li> <li>▶ Seminare, Workshops, Vorträge, Führungen</li> </ul>



Photovoltaikanlage auf der Kongresshalle, Bayernstraße 100, mit Blick auf die Nürnberger Burg

**Prinzipiell gibt es zur Erreichung der formulierten Zielstellungen drei sich ergänzende Arbeitsrichtungen:**

- ▶ Energie einzusparen, also weniger zu verbrauchen (der Schwerpunkt vor allem beim Nutzerverhalten sowie bei organisatorischen, nicht- und geringinvestiven Maßnahmen),
- ▶ Gebäude und Anlagentechnik zu sanieren und Neubauten energieeffizient zu errichten,
- ▶ die verbleibenden Energiebedarfe mit einem möglichst hohem Anteil regenerativer Energieformen zu decken.

<b>Energetische Qualitätssicherung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Entwicklung energetischer Zielvorgaben und Standards, Umsetzungsbegleitung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Begleitung von Wettbewerben</li><li>▶ Erarbeitung von Energiekonzepten für Neubau und Sanierung</li><li>▶ Energiewirtschaftliche Beratung, Schadensanalysen</li><li>▶ Durchführen energetischer Projektsteuerung über Planung und Bau mit Monitoring und energetischer Betriebsoptimierung</li><li>▶ Umsetzung Energieeinsparverordnung/EEWärmeG: Energieausweise, Aushangpflicht, Nachrüstung oberste Geschosdeckendämmung</li><li>▶ Projektbegleitung Bauphysik im Rahmen von Bauprojekten</li></ul>
<b>Fördermittelakquise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Einwerben von energetischen Fördermitteln und Abwicklung der energetischer Förderprogramme</li></ul>
<b>Optimierung Energielieferverträge</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Beratung bei Energie- und Wasserverträgen</li><li>▶ Energiepreisvergleiche</li><li>▶ Optimierung bei Energie- und Wasserverträgen, Tarifen und Anschlusswerten</li></ul>
<b>Projekte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Durchführen von Pilot-, Lern- und Demonstrationsprojekten</li><li>▶ Einsatz erneuerbarer Energien</li></ul>





Historischer Rathaussaal mit  
LED-Beleuchtung, Rathausplatz 2



**Entwicklung,  
Kosten, Verbräuche,  
CO<sub>2</sub>-Emissionen,  
erneuerbare Energien**

**2**

# Entwicklung Kosten, Verbräuche, CO<sub>2</sub>-Emissionen und erneuerbare Energien

Dargestellt sind die Energie- und Wasserkosten, die Verbräuche sowie die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen für sämtliche städtischen Gebäude (ca. 1.700) mit einer Nettogrundfläche von derzeit

rund 1,46 Mio. m<sup>2</sup>. Dies beinhaltet die Daten aller städtischen Dienststellen sowie der städtischen Eigenbetriebe Abfallwirtschaftsbetrieb (ASN), Servicebetrieb Öffentlicher Raum (SÖR, inkl. Straßen-

beleuchtung), Stadtentwässerung und Umweltanalytik (SUN), NürnbergBad (NüBad) und NürnbergStift (NüSt).

## Gesamtbilanz

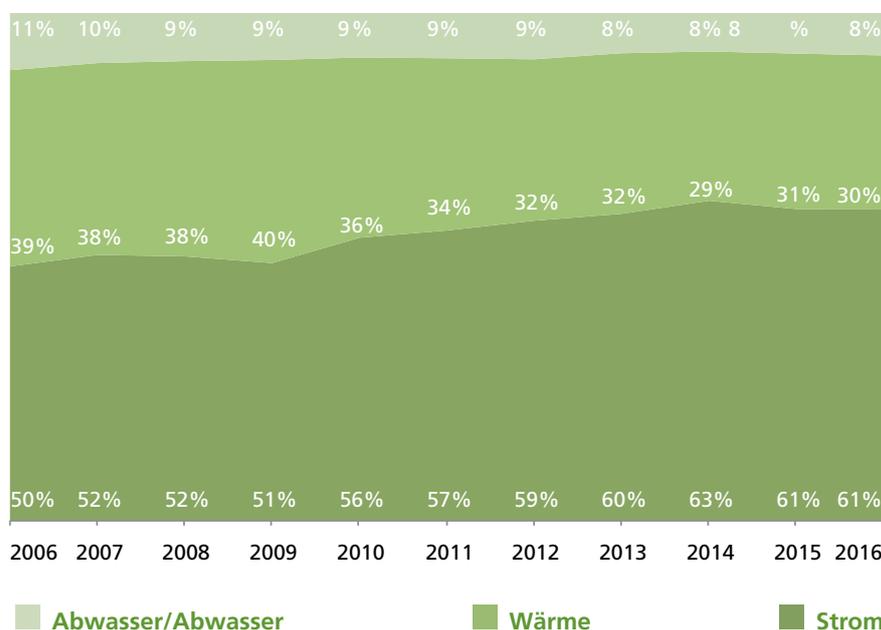
Für die stadteigenen Gebäude sind die mit den Energie- und Wasserlieferanten abgerechneten Verbräuche und Kosten von Strom, Wärme und Wasser sowie die damit einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Verbräuche, Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2016

	Verbrauch	Kosten	CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Strom</b>	110,2 GWh	23,4 Mio. EUR	40.680 t
<b>Wärme</b>	138,8 GWh	11,5 Mio. EUR	28.020 t
<b>Summe Energie</b>	248,0 GWh	34,9 Mio. EUR	68.700 t
<b>Wasser/Abwasser</b>	0,770 Mio. m <sup>3</sup>	3,2 Mio. EUR	
<b>Summe Energie und Wasser</b>		38,1 Mio. EUR	

Strom verursacht die größten Kostenanteile. Seit dem Jahr 2006 sind diese von 50% auf nun rund 61% gestiegen. Demgegenüber beträgt der Anteil des Stroms am Gesamtenergieverbrauch lediglich rund 44%

Entwicklung Kostenanteile



Visualisierung Brennstoffzelle Rauttierhaus

Die Entwicklung der Gesamtkosten für Energie und Wasser basiert auf den tatsächlich abgerechneten Daten des Nürnberger Energieversorgungsunternehmens N-ERGIE AG, des Zweckverbandes Schwarzachgruppe sowie verschiedener Öl-, Flüssiggas- und Holzlieferanten. Die Abwasserkosten stehen in direktem Bezug zu den Frischwasserverbräuchen und sind entsprechend berechnet.

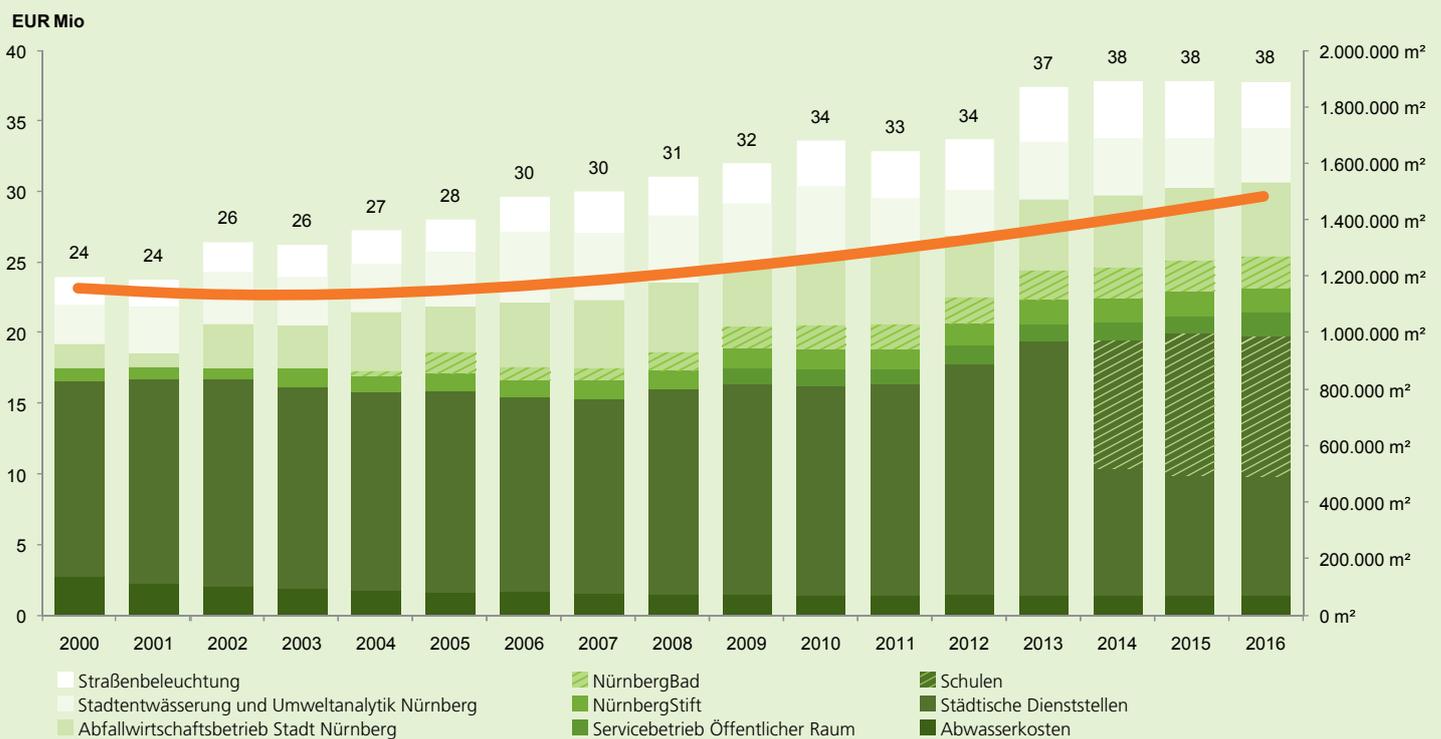
Während im Jahr 2000 die Kosten für Strom, Wärme und Wasser rund 24 Mio. EUR betragen, haben sich diese auf 38,1 Mio. EUR im Jahr 2016 erhöht. Der Anstieg in den letzten Jahren hat allerdings nicht mehr die Dynamik der Jahre bis

2013. Von 2013 bis 2015 betragen die jährlichen Kostensteigerungsraten je nur etwa 1%. In 2016 war sogar eine minimale Reduzierung zu verzeichnen. Es gab in den letzten beiden Jahren erstmals keine Preissteigerungen der spezifischen Energiekosten; diese sind also derzeit nicht mehr die Ursachen für die steigende Tendenz bei den Gesamtkosten.

Verantwortlich für die Kostenerhöhungen gegenüber 2014 ist der wiederum zu verzeichnende Flächenzuwachs durch An- und Neubauten. Seit 2014 beträgt der jährliche Flächenzuwachs je rund 2%. Seit 2000 hat sich die Netto- raumfläche (NRF, früher NGF) der städ-

tischen Gebäude und Eigenbetriebe auf rund 1,46 Mio. m<sup>2</sup>, also um rund 28% erhöht. Aber auch teilweise Mehrverbräuche, beispielsweise bei Schulen, u.a. durch Nutzungserweiterungen, aber auch durch Nutzung sowohl städtischer, als auch neuer bzw. angemieteter Gebäude für die Unterbringung des großen Zustroms an Asylbegehrenden und Flüchtlingen (speziell seit dem Jahr 2015) haben zu den Verbrauchs- und Kostensteigerungen beigetragen. Reduzierungen durch Sparmaßnahmen und energetische Sanierungsmaßnahmen gleichen diese Verbrauchserhöhungen leider nicht aus.

## Kostenentwicklung für Energie und Wasser mit Nettoraumfläche (orangefarbener Graph)



Die Kostendarstellung zeigt, dass die Eigenbetriebe jeweils einen relativ hohen Anteil an den Gesamtkosten haben: im Jahr 2016 wiederum rund 50%. Die Kostenanteile beim Eigenbetrieb SUN sind dabei leicht gesunken, beim Eigenbetrieb SÖR leicht gestiegen. Bei Letzterem

wurden allerdings einige bilanztechnische Korrekturen bei der Zuordnung von Verbrauchsstellen weg von den städtischen Dienststellen hin zum Eigenbetrieb SÖR vorgenommen. Die Schulen weisen einen Anteil an den Gesamtkosten von 30% und die übrigen städtischen

Dienststellen von 20% auf. Dabei ist der Kostenanteil der Schulen gestiegen. Auch hier wurden Zuordnungen angepasst, so dass bisher bei den Bürgerämtern geführte Schulen nun ebenfalls den „Schulen“ zugeordnet werden.

## 2.3 Strom-, Wärme- und Wasserverbräuche

Die nachfolgend dargestellten Verbrauchsentwicklungen für Wärme, Strom und Wasser schließen die städtischen Dienststellen sowie die Eigenbetriebe ASN, SÖR (inkl. Straßenbeleuchtung), SUN, NüBad und NüSt ein.

Seit 2007 ist Strom das Medium mit den höchsten Kostenanteilen.

Die Verbräuche des von der N-ERGIE bezogenen **Stroms** (ohne Strom aus Photovoltaik, BHKW-Strom aus Klärgas, Erdgas und Rapsöl), konnten seit dem Jahr 2000

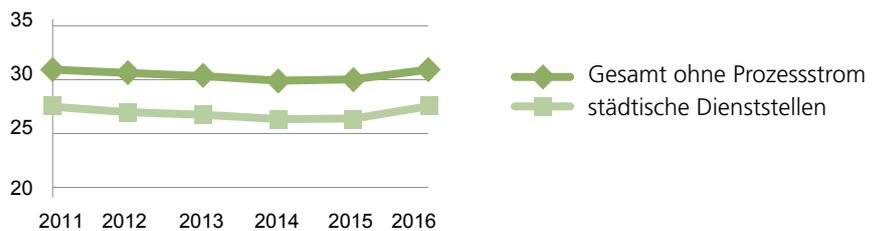
um rund 28% auf 104,6 GWh im Jahr 2014 gesenkt werden, steigen jedoch seit 2015 wieder an und liegen nun bei 110,2 GWh. Die Reduzierung gegenüber dem Jahr 2000 beträgt damit nur noch rund 24%.

Leider ist der Trend der Verbrauchsreduzierungen der letzten Jahre gestoppt. Die neuerliche Erhöhung der absoluten Verbräuche (2004/2005 waren die stadtweiten Aktivitäten zur Ausstattung und Erweiterung der Computer- und Kommunikationstechnik der Auslöser) wurde hauptsächlich verursacht bei Schulen und KiTas (neue Gebäude, erhöhte Technikausstattung, Nutzungsausweitungen), bei den Eigenbetrieben ASN, SÖR und SUN sowie durch Verbräuche in Flüchtlingsunterkünften. Dennoch ist die Gesamtbilanz seit dem Jahr 2000 immer noch ansehnlich. Insbesondere die Eigenbetriebe SUN und SÖR (inkl. Straßenbeleuchtung) tragen mit ihren Aktivitäten maßgeblich zu dem insgesamt guten Ergebnis bei (siehe

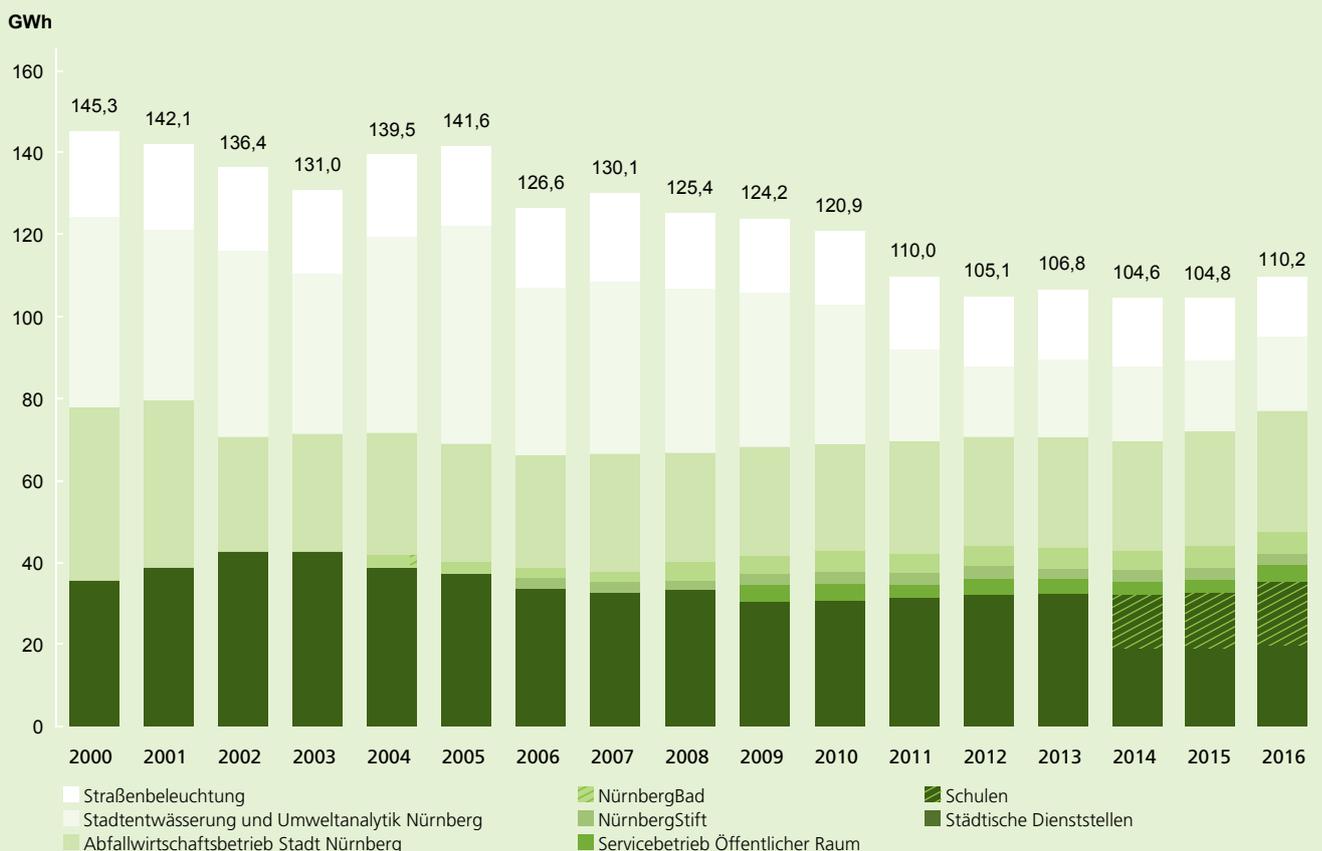
auch Punkt 4). Die Verbräuche für die Straßenbeleuchtung sinken beispielsweise weiterhin, trotz Erweiterung des beleuchteten Straßennetzes. Der Anteil der Eigenbetriebe, mit hohen Anteilen für Prozesstechnik (ASN, SUN, SÖR), liegt derzeit bei rund 68%; die Schulen weisen 14% und die restlichen städtischen Dienststellen rund 18% auf.

Die Entwicklung der flächenbezogenen Stromverbräuche (NRF) zeigt seit 2011 ein langsames Absinken, 2015 ein Stagnieren und 2016 ein leichtes Ansteigen sowohl bei den städtischen Dienststellen, wie auch bei den Eigenbetrieben (ohne Prozesstrom). Gründe liegen in Mehrverbräuchen und Nutzungsausweitungen sowie den Flüchtlingsunterbringungen.

Entwicklung der spezifischen Stromverbräuche in kWh/m<sup>2</sup>a (NRF)



Entwicklung der Stromverbräuche in Gigawattstunden GWh





Anzeige Brennstoffzelle im Tiergarten/Raubtierhaus

Die Verbräuche der von den verschiedenen Lieferanten bezogenen **Heizenergieträger** (ohne Wärme aus Solarthermie, Geothermie, Klärgas) konnten seit dem Jahr 2000 um rund 29% auf 138,8 GWh im Jahr 2016 gesenkt werden. Zur besseren Vergleichbarkeit der Wärmeverbräuche und Bewertung von Effizienzmaßnahmen wird der tatsächliche Verbrauch, der maßgeblich von der Außentemperatur abhängig ist, mittels Gradtagszahlen (milder oder kalter Winter) „witterungsbereinigt“. Diese witterungsbereinigten Jahresverbräuche sind

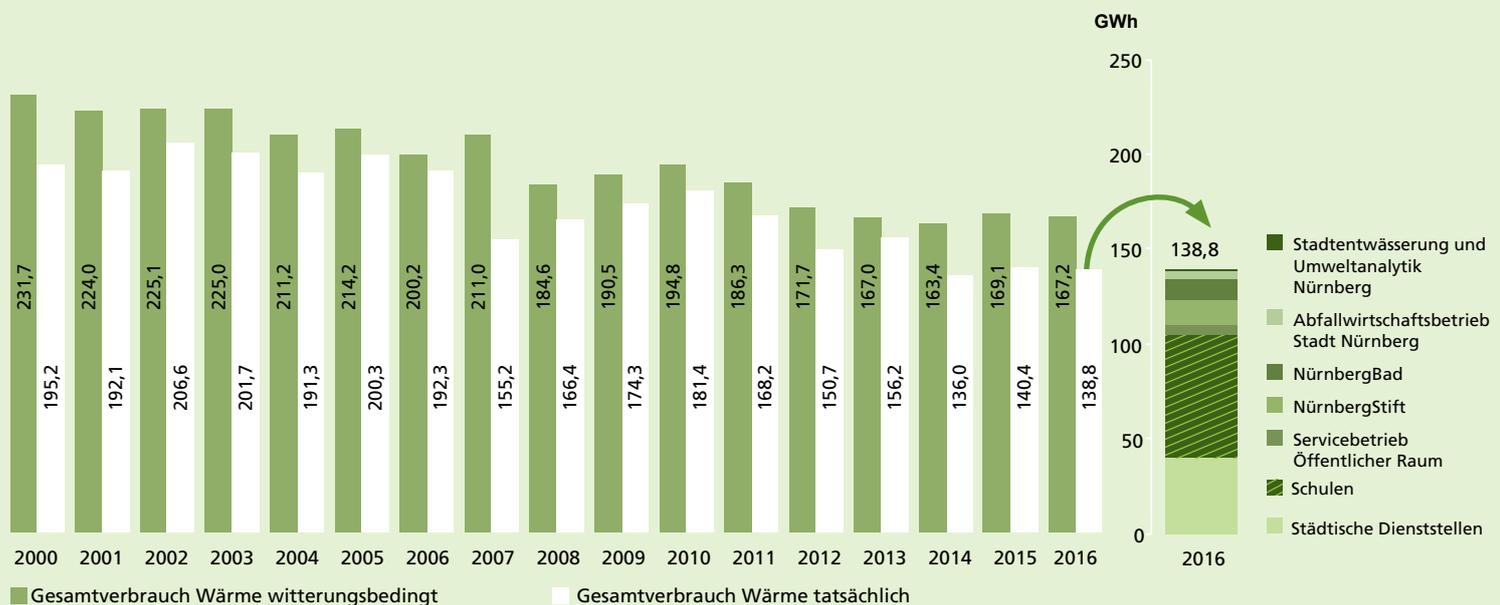
jeweils links dargestellt. Seit dem Jahr 2000 ist eine Reduzierung um rund 28% festzustellen. Trotz Flächenerweiterungen um rund 28% seit dem Jahr 2000 konnten also die Heizenergieverbräuche zugleich sukzessive gesenkt werden, auch wenn der Reduzierungstrend in den letzten beiden Jahren etwas verlangsamt ist.

Auch hier machen sich natürlich die Flächenerweiterungen durch An- und Umbauten sowie Nutzungsausweitungen, u.a. in Schulen, KiTas und bei Flüchtlingsunterkünften, bemerkbar. Verbrauchs-

einsparungen durch Sanierungen, Nutzerverhalten u. ä. gleichen jedoch die Nutzungsausweitungen noch weitgehend aus.

Bei Wärme spielt die Prozesstechnik der Eigenbetriebe keine Rolle. Die Anteilsverteilung unterscheidet sich deshalb von der beim Strom. Schulen weisen rund 47% des gesamten Wärmeverbrauchs auf, die übrigen städtischen Dienststellen rund 28%. Die Eigenbetriebe NürnbergBad und NürnbergStift liegen bei 8% und 9%.

### Entwicklung der Heizenergieverbräuche in Gigawattstunden GWh



Die Heizenergieverbrauchskennwerte für die städtischen Gebäude und Eigenbetriebe sind von rund 125 kWh/m<sup>2</sup>a im Jahr 2011 auf 111 kWh/m<sup>2</sup>a im Jahr 2016 gesunken. Der Trend zu Effizienzsteigerung im Bereich Wärme setzt sich nur langsam fort bzw. stagniert in den letzten beiden Jahren etwas durch Mehrverbräuche, vor allem wegen Nutzungsausweitungen.

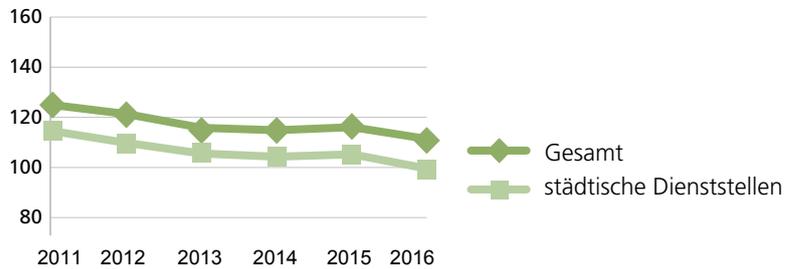
Der Anteil der primärenergetisch mit dem Faktor NULL bewerteten Fernwärme konnte in den letzten Jahren kontinuierlich auf rund 58% im Jahr 2016 erhöht werden. Mit rund 40% ist Erdgas immer noch der zweitwichtigste Energieträger. Der Anteil von Öl- und Flüssiggasheizungen bleibt mit rund 1% weiter sehr gering. Diese Beheizungsart wird in der Regel nur dort eingesetzt, wo eine Versorgung mit Gas oder Fernwärme nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist.

Der Anteil an Liegenschaften, die mit Strom beheizt werden, ist in den letzten Jahren leicht gestiegen. Hierzu gehören Verbräuche von Wärmepumpenheizungen, von Objekten mit Nachtspeicherheizungen sowie Elektroheizungen von Containerbauten/Raumzellengebäuden.

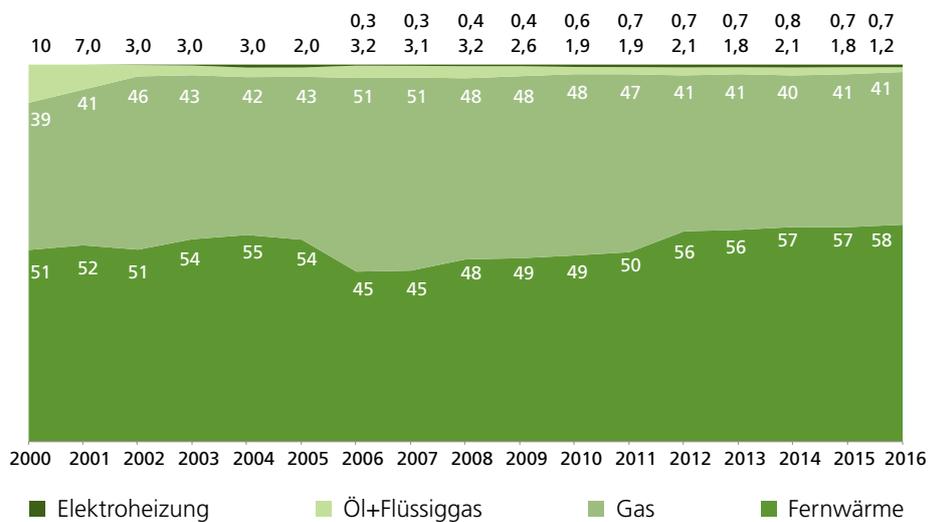
Die Darstellung der flächenbezogenen Heizenergieverbräuche (NRF) auf Grundlage der witterungsbereinigten

Verbräuche macht die Einsparerfolge und Effizienzverbesserungen für die Wärmemedien besser deutlich.

### Entwicklung der spezifischen Heizenergieverbräuche witterungsbereinigt in kWh/m<sup>2</sup>a (NRF)



### Entwicklung der Anteile der Energieträger zur Wärmeversorgung in %



### Entwicklung der Wasserverbräuche (in 1.000 m<sup>3</sup>)

Die Wasserverbräuche steigen nach Reduzierungen bis ins Jahr 2014 nun sukzessive wieder an. 2016 lag der Verbrauch bei 770.000 m<sup>3</sup>, was einem

Rückgang gegenüber dem Jahr 2000 um immer noch rund 44% entspricht. Mehrverbräuche seit 2014 zeigen vor allem wieder die Bereiche Schulen, KiTas

und Flüchtlingsunterbringungen. Neue Einrichtungen, also Flächenerweiterungen, spielen eine Rolle, aber auch Mehrverbräuche durch intensivere Nutzungen.

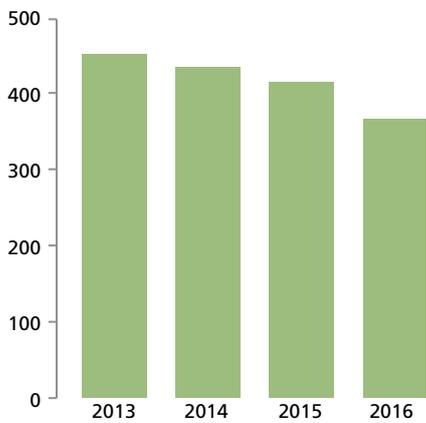


Gegenüber dem Stand im Jahr 2000 sanken die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 45% auf rund 68.700 Tonnen im Jahr 2016. Großen Anteil an dieser weiterhin sinkenden Tendenz und damit an der positiven Entwicklung hat die Umstellung des Heizkraftwerkes der N-ERGIE von Kohle auf Erdgas sowie die Nutzung von Abwärme der Müllverbren-

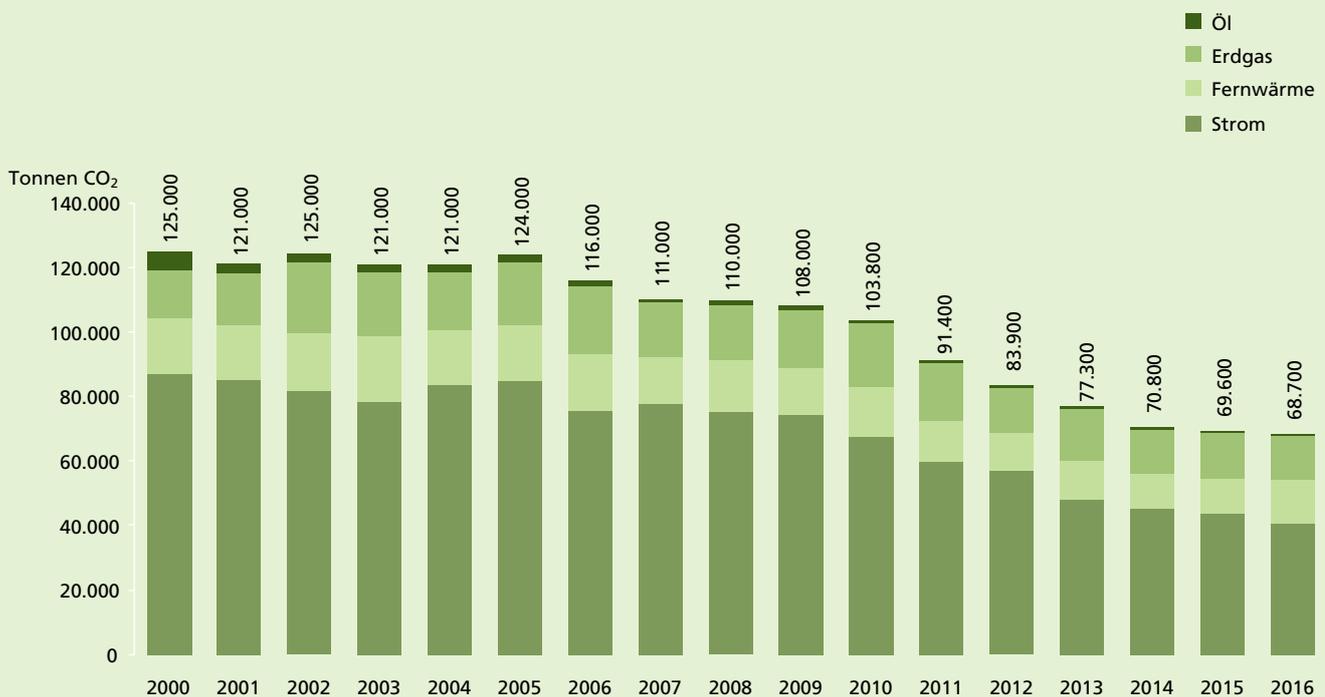
nung, die Verwendung von Biomasse zur Strom- und Wärmeproduktion und der Ökostrombezug von der N-ERGIE. So hat sich beispielsweise der CO<sub>2</sub>-Faktor des Stroms im N-ERGIE-Netz durch Einbindung von Strom aus erneuerbaren Quellen von 454 g/kWh im Jahr 2013 auf 369 g/kWh für das Jahr 2016, also um rund 19%, reduziert.

Maßgeblich für die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sind dennoch die insgesamt bei Strom und Heizenergie realisierten Verbrauchsreduzierungen sowie die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmebedarfsdeckung.

### Entwicklung CO<sub>2</sub>-Faktor Strom im N-ERGIE-Netz in g/kWh



### Entwicklung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Tonnen t



## 2.5 Erneuerbare Energien

PV-Anlage, Haus für Männer  
Großweidenmühlstraße 43



Der Einsatz erneuerbarer Energien ist ab 2006 nennenswert. Noch immer ist die Anteilsdeckung am Gesamtstromverbrauch der städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe durch stadteigene Photovoltaikanlagen mit rund 0,4% im Jahr 2016 relativ gering, jedoch mit leicht steigender Tendenz. Rapsöl wurde lediglich von 2008 bis 2012 in einem BHKW im Hallenbad Katzwang zur Strom- und Wärmeproduktion verwendet. Den

größten Anteil an der Gesamtstrombedarfsdeckung übernehmen die BHKWs des Klärwerkes (SUN), die mit Klärgas Strom und Wärme produzieren. Der Anteil **Strom** aus Klärgas ist, wegen des angestiegenen Gesamtstromverbrauchs, leicht gesunken und liegt im Jahr 2016 bei rund 15%. Der Anteil des regenerativ erzeugten Stroms am Gesamtstromverbrauch beträgt rund 16%.

Der Anteil regenerativ erzeugter **Wärme** am gesamten Wärmeverbrauch beträgt 2016 rund 15% und ist damit deutlich gesunken.

Der Anteil des Klärgases, welches in den Blockheizkraftwerken (BHKWs) des Klärwerkes (SUN) zur Wärmeproduktion für die Gebäudebeheizung verwendet wird, ist bei rund 3% relativ stabil über die letzten Jahre. Das Klärwerk versorgt sich damit für den Bereich Wärme bereits selbst.

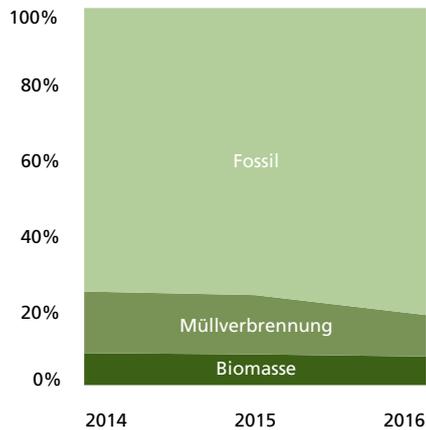
Der Rückgang ist lediglich dem rückläufigen Anteil erneuerbarer Energie in der Fernwärme geschuldet.

### Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom



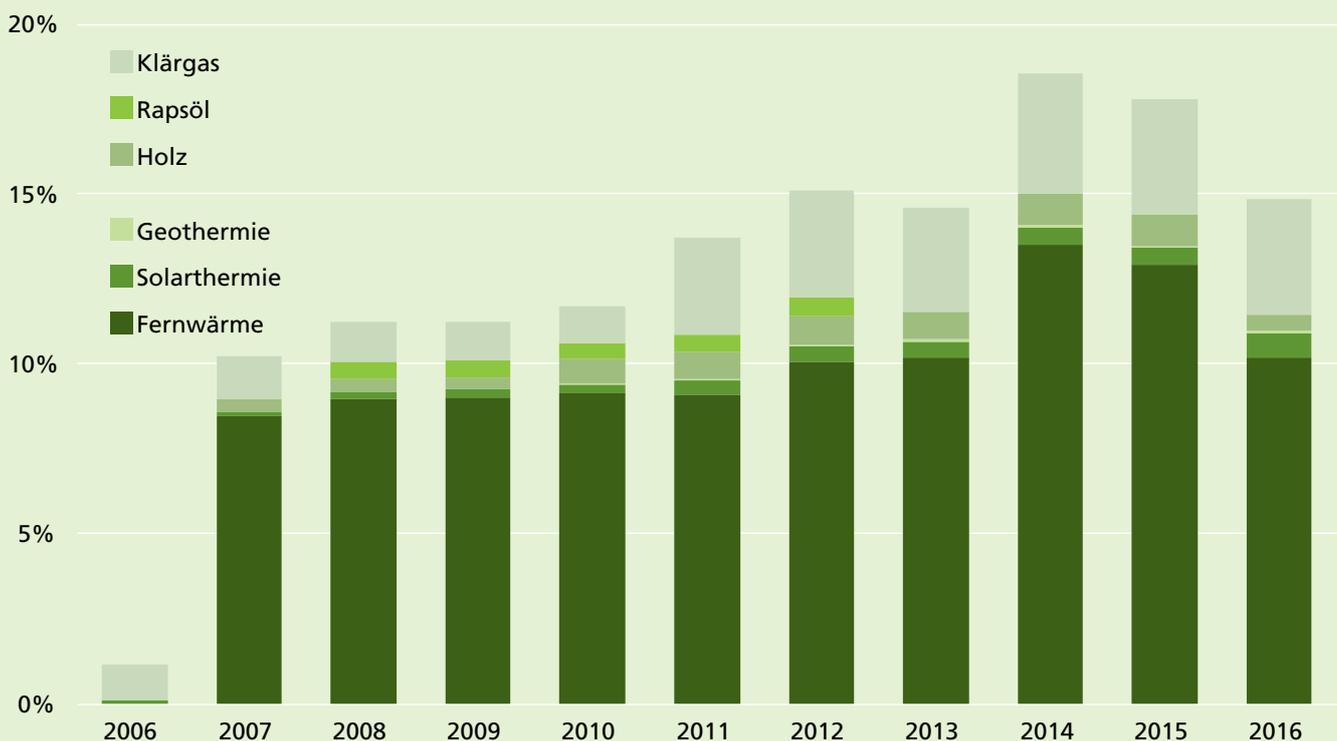
Die Nutzung von Geothermie, Holz und Solarthermie machte im Jahr 2016 jeweils nur relativ geringe Anteile am gesamten Wärmeverbrauch der Stadt von rund 0,1 bis 1% aus, wobei der Solarthermieanteil sogar leicht angestiegen ist. Den Hauptanteil erbringt die Nürnberger Fernwärme. Durch Abwärmenutzung der Müllverbrennung sowie die Biomasseanteile im Fernwärmeverbundnetz hat sie derzeit einen regenerativen Anteil von rund 19% an der Fernwärmeproduktion im gesamten Verbundnetz. Dieser ist in den letzten beiden Jahren jedoch etwas gesunken. Ursache ist die etwas geringere Einbindung der Abwärme aus Müllverbrennung bei gleichzeitig steigender Gesamtfernwärmeproduktion. Deshalb ist der erneuerbare Anteil innerhalb der Fernwärmegesamtproduktion von 25% im Jahr 2014 auf 19% im Jahr 2016 zurückgegangen. Dies wiederum lässt den erneuerbaren Anteil des Fernwärmeverbrauchs für die städtischen Gebäude im Jahr 2016 auf 10% sinken.

### Entwicklung der erneuerbaren Wärmeanteile in der Fernwärmeproduktion der N-ERGIE



Blockheizkraftwerk (BHKW)  
Tiergarten Affenhaus

### Nutzung von regenerativ erzeugter Wärme



## 2.6 Energiepreisentwicklungen

Bei den **Strom**lieferungen durch den Nürnberger Energieversorger N-ERGIE wird je nach Verbrauchsstruktur und Anschlussart der Gebäude zwischen verschiedenen Netzebenen unterschieden. Es wird deshalb ein über alle Netzebe-

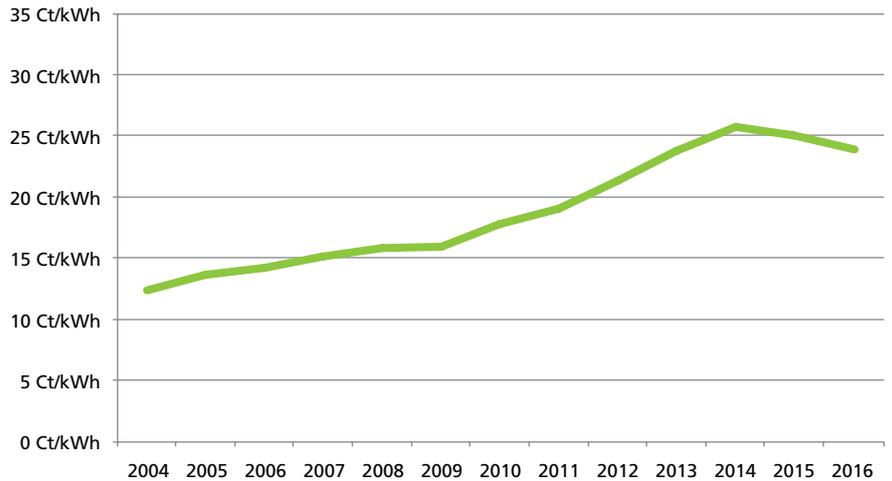
nen gemittelter spezifischer Strompreis errechnet und dargestellt. Dazu wird der gesamte Strombezug zu den Gesamtkosten ins Verhältnis gesetzt.

Der so gemittelte Strompreis für alle städtischen Dienststellen und Eigenbe-

triebe inkl. Grundkosten und Gebühren betrug im Jahr 2016 23,90 Ct/kWh und ist damit seit dem Jahr 2014 erstmals leicht sinkend, jährlich um 3% bis 4%

### Entwicklung durchschnittlicher Strompreis aller städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe

— Strompreis gemittelt



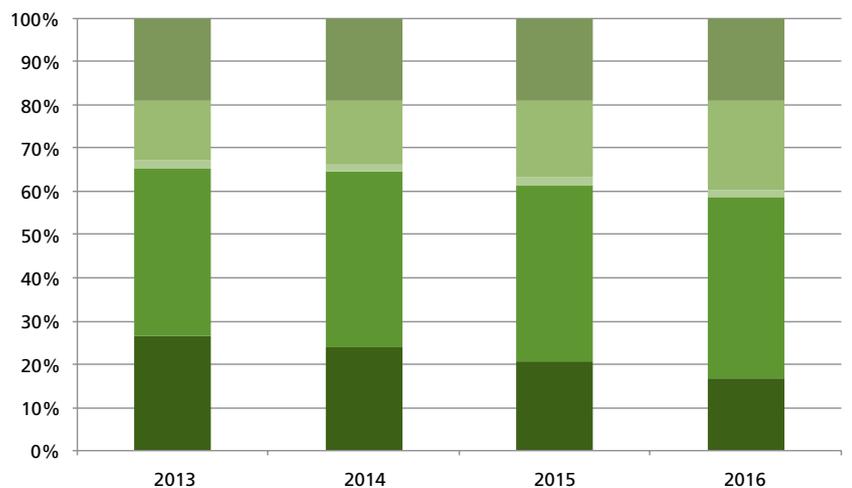
Seit der Liberalisierung des Strommarktes war der Strompreis bis ins Jahr 2014 deutlich, um insgesamt rund 107%, angestiegen.

Eine Analyse der Strompreisbestandteile der N-ERGIE zeigt, dass sich die nicht-beeinflussbaren Anteile für Steuern, EEG-Umlagen, Netzentgelte und Konzessionsabgaben seit 2013 um rund

13% erhöht haben und diese im Jahr 2016 nunmehr bereits rund 83% am Gesamtstrompreis ausmachen.

### Entwicklung der Stromkostenbestandteile

■ Mehrwertsteuer  
■ Netzentgelte / Messkosten  
■ Konzessionsabgabe  
■ Steuern inkl. EEG-Umlage  
■ Energiekosten



Das Preisniveau aller **Wärme**energieträger stieg bis 2014 bzw. 2015 ebenfalls kontinuierlich an. Die Fernwärme ist dabei, abgesehen von starken Schwankungen beim Ölpreis, immer der teuerste Energieträger. Neben dem Ölpreis schwanken auch die Preise für Biomasse noch recht stark. Letztere sind bisher immer die preiswertesten Energieträger gewesen. Auch hier werden die mitt-

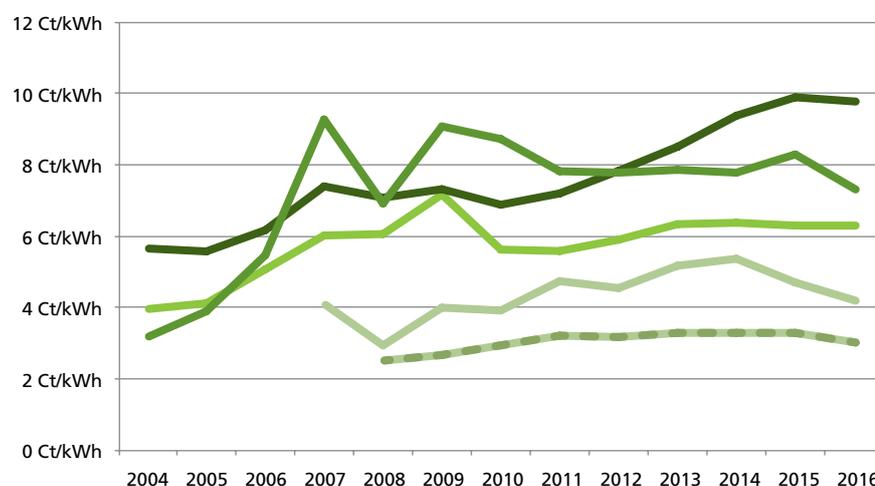
leren spezifischen Wärmekosten, je als Verhältnis aus Gesamtkosten und Gesamtbezug, dargestellt. Der so gemittelte Fernwärmepreis für alle städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe betrug im Jahr 2016 9,78 Ct/kWh und ist damit seit dem Jahr 2015 erstmals leicht um rund 1% gesunken. Bei Erdgas ist die Tendenz analog zur Fernwärme festzustellen. Hier lag der Durchschnittspreis

im Jahr 2016 bei 6,28 Ct/kWh. 2016 betrug der mittlere Ölpreis 7,28 Ct/kWh und ist gegenüber 2015 um rund 12% gefallen.

Die mittleren Preise für Holzpellets und Holzhackschnittel sind seit 2014 ebenfalls um jährlich rund 8 bis 10% gesunken. Holzpellets kosteten im Jahr 2016 im Mittel 4,18 Ct/kWh und Holzhackschnittel 3,02 Ct/kWh.

### Entwicklung durchschnittliche Wärmepreise nach Energieträgern aller städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe (gemittelt)

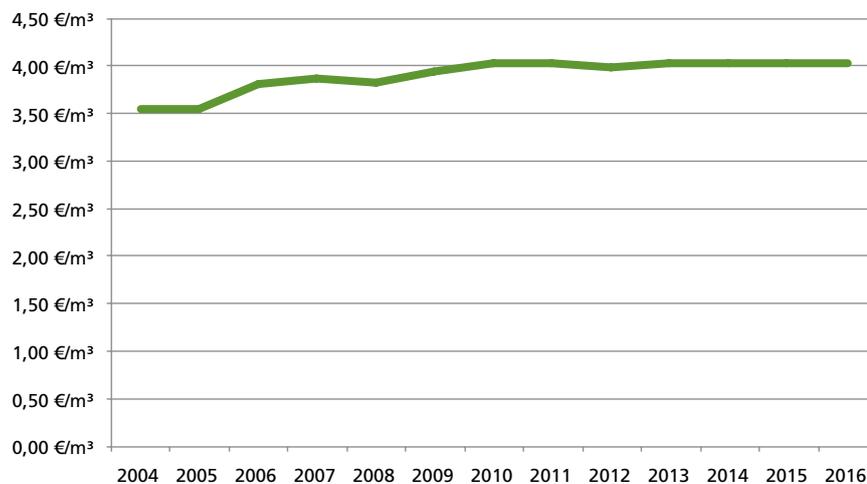
- Fernwärme
- Öl
- Gas
- Pellets
- Hackschnittel



Die Preise für **Frischwasser und Abwasser** sind seit Jahren ziemlich stabil. Der gemittelte Preis für alle städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe im Jahr 2016 betrug 4,02 EUR/m<sup>3</sup>.

### Entwicklung durchschnittlicher Preis für Wasser/Abwasser aller städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe

- Wasser- + Abwasserpreis gemittelt





Zeppelintribüne / Zeppelinstraße 10



Handlungsfelder  
und Projektbeispiele  
aus den Jahren  
2015/16

3

## Handlungsfelder und Projektbeispiele aus den Jahren 2015 und 2016

Bereits 1997 wurde vom Nürnberger Stadtrat der Aufbau und 1999 der weitere Ausbau eines Energiemanagements bei der Stadt Nürnberg beschlossen. Die aktive Umsetzung dieser Aufgabe hat seither das Hochbauamt mit dem Kommunalen Energiemanagement (KEM) übernommen.

Grundlegende Aufgabe von KEM ist es, **ENERGIESPAREN ZU ORGANISIEREN**. Handlungsfelder und Instrumente in diesem Prozess sind dabei nicht starr, sondern müssen stetig angepasst, Erreichtes reflektiert sowie Neues entwickelt und gestaltet werden.

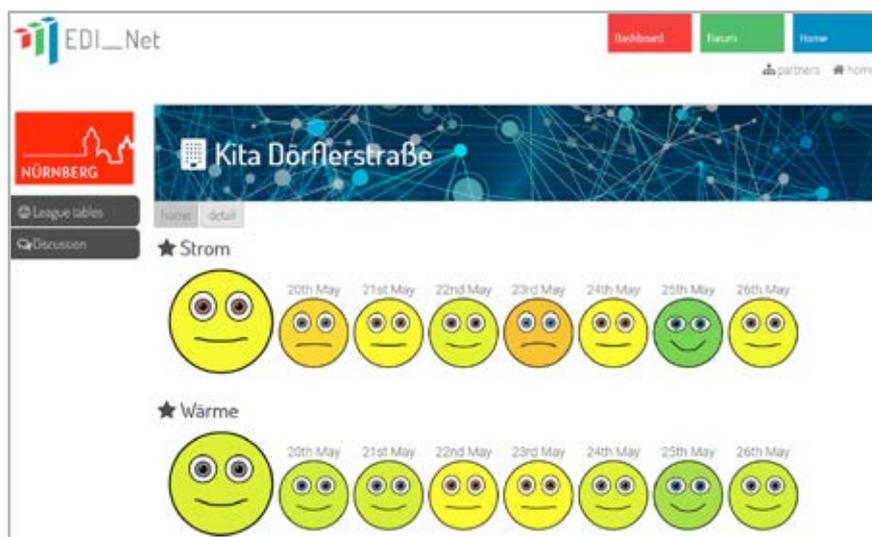
So wurden ergänzend zu den KEM-Aktivitäten der 1990er Jahre (Energiecontrolling, Schwachstellenanalysen und die Initiierung von Optimierungsmaßnahmen) neue Arbeitsbereiche gestaltet, wie die Ausarbeitung von energetischen Standards, die Ausweitung der Motivationsprogramme und Aktivitäten zur Öffentlichkeitsarbeit und die energetische Qualitätssicherung. Durch gesetzliche

Rahmenbedingungen kamen weitere Schwerpunkte, wie die Umsetzung der Energieeinsparverordnung (EnEV) und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) sowie die Durchführung von Energieaudits hinzu. Nicht zuletzt ist die Integration energetischer Maßnahmen, seien es Photovoltaikanlagen auf Dächern oder das Dämmen ganzer Gebäude, eine wichtige Koordinationsaufgabe in allen Projekten.

Besonderer Aufgabenschwerpunkt in den letzten beiden Jahren war die Entwicklung eines zukunftsfähigen Konzepts für das Energiecontrolling, um insbesondere Effektivität und Effizienz zu erhöhen. Im Kern geht es darum, die Wirksamkeit des Energiecontrollings zu verbessern, um zielgerichtet die möglichen Einsparpotenziale bei Dienststellen und Eigenbetrieben zu erschließen. Die Konzeptumsetzung ist bis etwa 2025 angelegt und beinhaltet insbesondere eine direktere und intensivere Einbindung der Nutzer, wofür u.a. die Ausweitung der

automatisierten Datenerfassung auf alle größeren Liegenschaften die Grundlagen schaffen soll. Interne arbeitsorganisatorische Anpassungen werden zugleich umgesetzt.

Ein zentrales Arbeitsfeld, welches sich sukzessive entwickelt hat und deutlich an Gewicht gewinnen muss, ist die Motivation und Einbindung der Gebäudenutzer. In den energetisch optimierten Gebäuden steigt deren Einfluss auf den Energieverbrauch, mit positiven oder negativen Auswirkungen. Diejenigen Menschen, die die Gebäude nutzen oder sich in ihnen aufhalten, werden so eine immer wichtigere Zielgruppe für die Bemühungen um Energieverbrauchsreduzierungen. Das heißt: Öffentlichkeitsarbeit, Nutzerinformation, -motivation und ihre Mitverantwortung werden immer ausschlaggebender für nachhaltige Erfolge. Unter beiden Aspekten ordnet sich die Teilnahme des Hochbauamtes am EU-Projekt EDI-Net (siehe Punkt 3.3) als überaus sinnvolle Ergänzung des Arbeitsspektrums ein.



**Beispielhafte Darstellung:**  
Smileys „bewerten“ den  
aktuellen Energieverbrauch  
für die KiTa Dörflerstraße 39

Energieverbrauchscontrolling ist die zentrale Aufgabe jeder Energiemanagementeinheit. Es umfasst das strukturierte Erfassen, Bewerten und Analysieren von Energie- und Wasserverbräuchen und der damit verbundenen Kosten. Mit den derzeit im operativen Energiecontrolling betreuten Objekten sind bzgl. Energiekosten rund 90% der städtischen Verbraucher einbezogen.

## Datenbeschaffung und -pflege – Stand 2016

	zusammengefasste Objekte mit mindestens einem Gebäude	Lieferverträge/ Zähler
Gesamtbilanzbetrachtungen	600	3.600
Energiecontrolling	387	2.500
automatisierte Datenerfassung	30	220

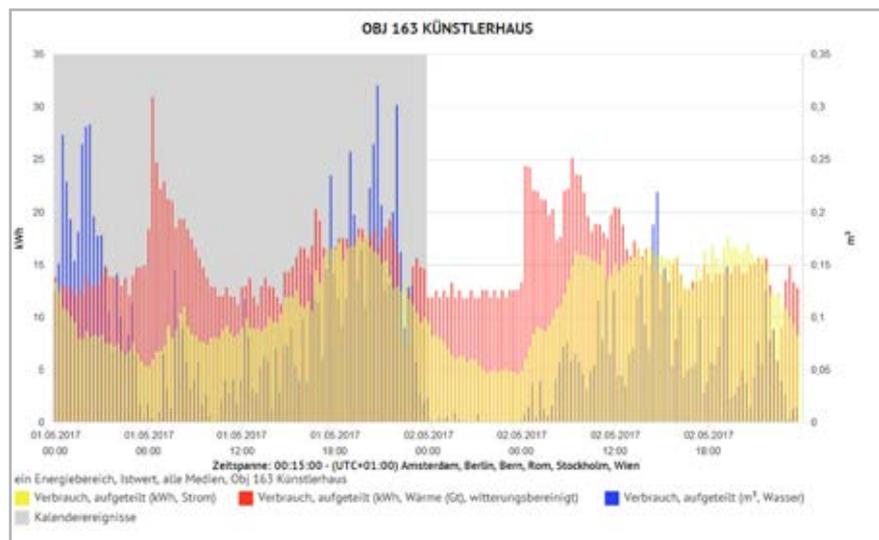
Mit Unterstützung der eingesetzten Energiemanagementsoftware INTERWATT können Verbrauchsverläufe über Monate und Jahre detailliert dargestellt werden. Auswertungen nach Gebäudegruppen

ermöglichen u.a. die Identifizierung von energetisch auffälligen Gebäuden, für die Optimierungsmaßnahmen erarbeitet werden können. Durchgeführte energetische Sanierungsmaßnahmen

können mithilfe von Auswertungen auf ihren Erfolg hin kontrolliert werden und gegebenenfalls weitere Optimierungsvorschläge generiert werden.

## Darstellung Energieverbräuche Künstlerhaus, Königstraße 93 (Energiamonitor aus INTERWATT)

Grundlage von zielführenden Auswertungen sind immer genaue und möglichst umfangreiche Verbrauchsdaten. Schwerpunkt des operativen Energiecontrollings ist daher derzeit, neben der stark erweiterten direkten Verbrauchsdateneingabe durch Hausmeister (Online-Eingabe), der Ausbau der vollautomatischen Datenerfassung.



Die automatische Datenerfassung wiederum generiert Verbrauchswerte mit sehr hoher zeitlicher Auflösung und eröffnet so ein neues Spektrum von Analyse- und Auswertemöglichkeiten. So ist es beispielsweise hilfreich, Grenzüberschreitungen automatisch und sehr

zeitnah filtern zu lassen sowie Alarmfunktionen einzustellen. Dies entlastet die Mitarbeiter von manuellen Kontrollen und ermöglicht die frühzeitige Erkennung von Defekten oder nicht angepassten Systemeinstellungen. Darüber hinaus können mit Verbrauchsdaten, die anstatt

nach vier Wochen bereits innerhalb eines Tages zur Verfügung stehen, Optimierungen durchgeführt werden, die vorher nicht möglich waren (z.B. Laufzeitanpassungen für Lüftungsanlagen oder Betriebszeitenänderungen von Beleuchtungen).

## 3.2 Energieaudit

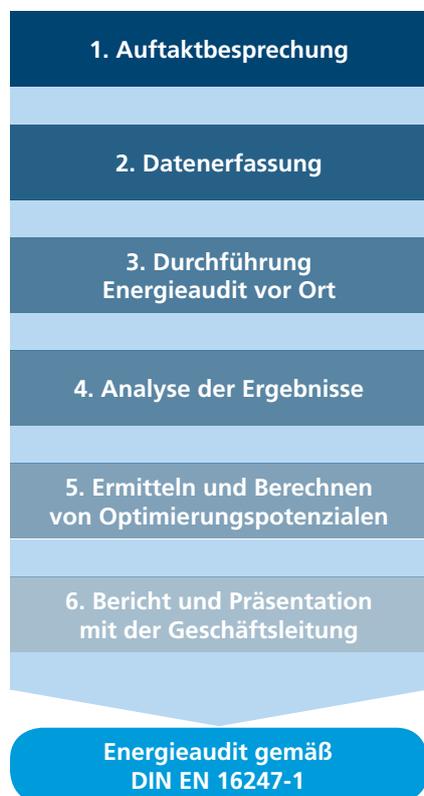
Energiemanagementsysteme sind insbesondere für energieintensive Unternehmen schon seit einigen Jahren ein wichtiges Thema. Durch ein Energiemanagement gemäß ISO 50001 können beispielsweise signifikante Stromsteuererstattungen erreicht werden. Aus diesem Grund haben viele große Unternehmen bereits freiwillig ein entsprechendes Energiemanagementsystem eingeführt. Seit Ende 2015 sind durch eine Anpassung des Energiedienstleistungsgesetzes nun nahezu ausnahmslos alle großen Unternehmen in Deutschland gesetzlich verpflichtet, ein Energieaudit durchzuführen. Die Gesetzesanpassung war notwendig geworden, weil die EU im Dezember 2012 eine Energieeffizienz-Richtlinie verabschiedet hatte, deren Umsetzung in nationales Recht für die Mitgliedsstaaten verpflichtend war.

Im Sinne der Richtlinie „groß“ sind alle Unternehmen, die nicht der Europäischen Definition für kleine- und mittlere Unternehmen (KMU) entsprechen. Unter bestimmten Umständen sind auch kommunale Eigenbetriebe von der gesetzlichen Auditpflicht betroffen, wenn diese nicht überwiegend hoheitliche Aufgaben erfüllen. Nach eingehender Prüfung wurden die Eigenbetriebe NürnbergBad und NürnbergStift als auditpflichtige Unternehmen eingestuft.

Um dem Gesetz zu entsprechen, können Unternehmen, alternativ zur Umsetzung nach ISO 50001, ein Energieaudit gemäß DIN EN 16247-1 durchführen. Einer der größten Unterschiede zwischen beiden Verfahren ist, dass der (externe) Auditor nach dem Energieaudit das Unternehmen wieder verlässt und es in der Hand der Unternehmensleitung liegt, ob

dem Audit auch Maßnahmen folgen. Ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001 hingegen wird dauerhaft in die Aufbau- und Ablauforganisation des Betriebes integriert und beinhaltet unter anderem die zeitlich und umfangreich verbindliche Festlegung und Umsetzung von Energieeinsparzielen. Auf der anderen Seite erfordert diese Organisationsform des Energiemanagements auch einen erheblich höheren Zeit- und Personalaufwand und ist für viele Unternehmen nicht wirtschaftlich. Für die Eigenbetriebe der Stadt Nürnberg wurde schließlich entschieden, das (einfachere) Energieaudit gemäß DIN EN 16247-1 direkt von KEM durchführen zu lassen. Im Jahr 2016 erfolgte dies zunächst für NürnbergBad.

### Energieaudit Ablauf/Gliederung



Der Ablauf eines Energieaudits ist in der Norm genau geregelt und besteht aus sechs Phasen. Nach einer intensiven Begehung der Liegenschaften (Phase 3) und Analyse der Ergebnisse (Phase 4), in Kombination mit den erfassten Daten zum Energieeinsatz (Phase 2), können Optimierungspotenziale identifiziert werden. Diese werden in Phase 5 auf ihre Wirtschaftlichkeit und die Auswirkungen auf Strom- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale untersucht.

Für den Eigenbetrieb NürnbergBad konnten zum Beispiel Effizienzmaßnahmen mit einem Einsparpotenzial von über

130.000 EUR und mehr als 200 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr vorgeschlagen werden (automatisierte Datenerfassung, systematisches Energiecontrolling, Optimierung der Lüftungsregelungen).

Nach der Präsentation der Ergebnisse ist das Energieaudit abgeschlossen und die Leitung des Eigenbetriebes entscheidet auf Basis der Vorschläge im Auditbericht, ob und welche Maßnahmen umgesetzt werden. KEM steht als durchführender Auditor den Eigenbetrieben auch nach Abschluss der Audits beratend zur Seite und begleitet die zur Umsetzung kommenden Maßnahmen.



Stadionbad, Hans-Kalb-Straße 42  
Großverbraucher Pumpen der Wasseraufbereitung

Das Hochbauamt nimmt seit März 2016 am Projekt Energy Data Innovation Network, kurz EDI-Net, teil. Das internationale Projekt mit insgesamt sieben Partnern aus Großbritannien, Spanien und Deutschland ist Teil des EU-Förderprogramms Horizon 2020 und soll dabei helfen, den Energieverbrauch und damit die Kosten und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß beim Betrieb kommunaler Gebäude zu senken. In dem Projekt sollen dazu Instrumente entwickelt und getestet werden, die die Nutzerinnen und Nutzer noch

stärker als bisher für den Verbrauch ihrer Gebäude sensibilisieren und zum Energiesparen motivieren.

Kern des Projekts ist eine von den Partnern aus Leicester und Barcelona entwickelte Software, welche auf Basis komplexer, sogenannter Big Data Analysen den erwarteten Energieverbrauch für jedes teilnehmende Gebäude berechnet und das Ergebnis für jedermann verständlich mit dem tatsächlichen Verbrauch des Gebäudes vergleichen kann. Aufgabe der Stadt Nürnberg ist das Be-

reitstellen von hochaktuellen, automatisch erfassten Verbrauchsdaten mit einer Auflösung von 15 Minuten und das Einholen von Feedback der jeweiligen Gebäudeverantwortlichen. Dabei sollen neben den Finanz- und Energieverantwortlichen auch explizit die Nutzerinnen und Nutzer der Gebäude angesprochen werden. So beeinflusst zum Beispiel das Verhalten von Schülerinnen, Schülern und Lehrkräften stark den Energieverbrauch einer Schule.

Neben einer betriebswirtschaftlichen Auswertung, die Kosten und Effekte von Effizienzmaßnahmen dokumentieren soll, ist auch eine plakative Präsentation gänzlich ohne Zahlen möglich. Dies wird erreicht durch den Einsatz bunter „Smileys“, die den Strom-, Wärme- und Wasserverbrauch tageweise symbolisieren. War der Verbrauch höher als der errechnete Erwartungswert für diesen Wochentag, erscheint ein „trauriger“ roter (Nicht-)Smiley; lag der Verbrauch aber unter dem erwarteten Wert, so präsentiert sich ein „glücklicher“ grüner Smiley. Dazwischen sind viele Abstufungen möglich, so dass trotz der simplen Darstellung recht detaillierte Informationen vermittelt werden können. Wer darüber hinaus noch weitere Details ansehen möchte, kann sich mit einem Klick ausführliche Diagramme mit den Verbrauchsverläufen der letzten Monate auf den Bildschirm holen.

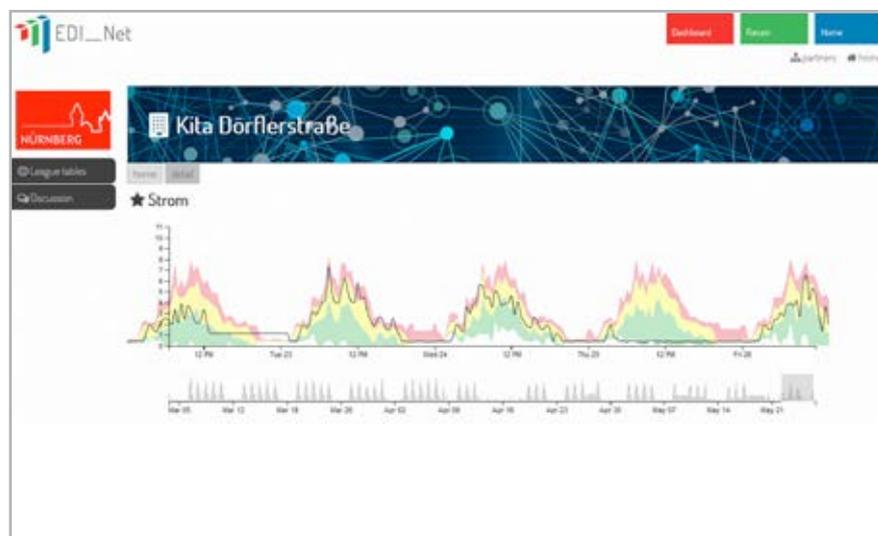
Weiterhin ist es möglich, mehrere Gebäude in einer Rangliste anzuzeigen und damit den Ehrgeiz der Nutzerinnen und Nutzer zu wecken, ihr Gebäude im Wettstreit mit Anderen in der Tabelle ganz nach oben zu bringen. Damit können beispielsweise Energiesparinitiativen in öffentlichen Gebäuden unterstützt werden. Es ist geplant, die Software auf öffentlich zugänglichen Displays, z.B. in Schulen und Verwaltungsgebäuden zu testen, unter anderem auch im Rathausbereich.

Das Projekt EDI-Net läuft noch bis Februar 2019 und soll schrittweise auf weitere interessierte Kommunen ausgeweitet werden.

### Beispielhaftes Ranking teilnehmender KiTas am EDI-Net-Testprojekt



### Beispielhafte Darstellung von Verbrauchsdetails für die KiTa Dörflerstraße 39



## 3.4 Optimierung Energielieferverträge

Kosteneinsparungen können auch durch Optimierung von bestehenden Verträgen, Anpassung von Tarifen und Rückerstattungen realisiert werden.

So führt z.B. die Berücksichtigung abzugsfähiger Wassermengen bei der Beckenwasserverdunstung regelmäßig zu Kosteneinsparungen bei den Abwassergebühren für den Eigenbetrieb NürnbergBad.

Für die Blockheizkraftwerke (BHKWs) der Stadt Nürnberg wird auf Antrag beim Hauptzollamt die Energiesteuer zurückerstattet. Weiterhin gibt es eine Kraft-Wärme-Kopplungs-Förderung auf den gesamten von BHKWs erzeugten Strom (inkl. Eigenverbrauch). Für den hierdurch erzeugten und in das öffentliche Stromnetz der N-ERGIE eingespeisten Strom wird zudem auf Antrag eine Einspeisevergütung gezahlt.

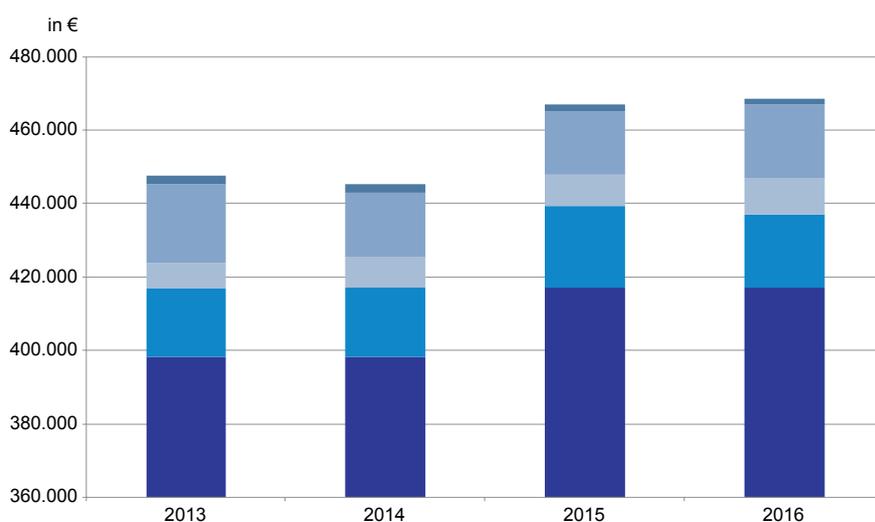
Leistungsreduzierungen bei fernwärmeversorgten Liegenschaften und eine Anpassung der Wassertarife führen ebenfalls zu direkten Kostenreduzierungen. Seit dem Jahr 2000 wird in diesen Bereichen analysiert und optimiert. Weitere Reduzierungsmöglichkeiten werden regelmäßig geprüft und umgesetzt.

### Einsparungen durch Rückerstattungen und Reduzierungen – Stand 2016

	2015/2016	seit 2000
abzugsfähige Wassermengen bei NürnbergBad	42.098 EUR	254.278 EUR
Energiesteuererstattung, KWK-Förderung und Rückspeisung von BHKW-Strom	59.125 EUR	246.043 EUR
Reduzierungen der Fernwärmeanschlussleistungen	834.488 EUR	4.527.692 EUR
Wassertarife	0 EUR	124.434 EUR
<b>Summe</b>	<b>935.711 EUR</b>	<b>5.152.447 EUR</b>

### Einsparungen durch Rückerstattungen und Reduzierungen seit 2013 im jeweiligen Jahr

- Rückspeisung Strom BHKW
- KWK-Förderung Strom BHKW
- Rückerstattung Energiesteuer BHKW
- Verdunstung Beckenwasser
- Fernwärme



# Energie- und Sanierungskonzepte

Energie- und Sanierungskonzepte sollen praktikable und wirtschaftliche Lösungswege aufzeigen, um systematisch Energieverbräuche, Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern. Sie sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage für langfristig angelegte Investitionen bei notwendigen Modernisierungsmaßnahmen oder Neubauten.

Sie werden entweder selbst erarbeitet oder bei Vergabe an ein externes Büro begleitet. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, u.a. unter Berücksichtigung von CO<sub>2</sub>-Emissionsvermeidungskosten (derzeit 50 EUR je eingesparter Tonne CO<sub>2</sub>), sind i.d.R. Bestandteil der Konzepte. In den Jahren 2015 und 2016 wurde u.a. das Energiekonzept für den Neu-

bau der Energie- und Umweltstation am Wöhrder See, das Entfeuchtungs- und Monitoringkonzept für den Mustersanierungsabschnitt der Zeppelintribüne, Sanierungskonzepte für Sporthallenlüftungen und diverse Konzepte zum Einsatz von Photovoltaik zur Eigenstromnutzung bei Neubau und Sanierung entwickelt.

## Energie- und Sanierungskonzepte für Gebäude und Anlagentechnik – Stand 2016

	2015/2016	seit 2000
Sanierung	11	105
Neubau	7	33

## Projektbeispiel: Neubau der Energie- und Umweltstation am Wöhrder See - Energiekonzept

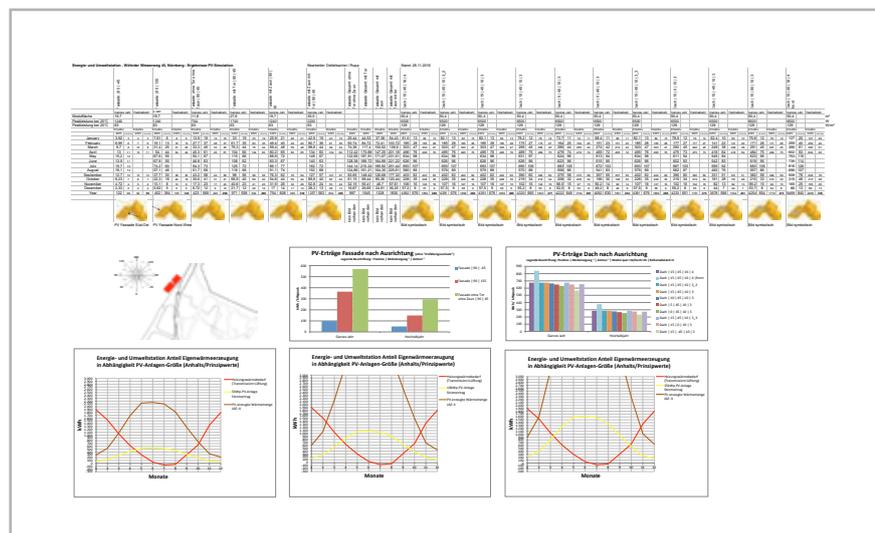
Für den Neubau der Energie- und Umweltstation wurde im Jahr 2015 als Grundlage der Fördermittelbeantragung ein Energiekonzept, insbesondere für den Einsatz verschiedenster erneuerbarer Energien entwickelt.

Um die Zielvorgabe eines Null- oder Plusenergiehauses zu erreichen, ist neben hochwertiger Dämmung und der passiven Nutzung solarer Wärmegevinne der Einsatz von effizienter Haustechnik und der Einsatz erneuerbarer Energietechnologien im und am Haus erforderlich. Die Komponenten verschiedener erneuerbarer Energien, die für den Gebäudebetrieb Wärme und Strom bereitstellen, sollen gleichzeitig als Anschauungsmaterial für

den Aspekt der Umweltbildung als „erneuerbare Energien zum Anfassen“ eingesetzt werden.

Zum Konzept gehört u.a. die Nutzung von Sonnenenergie zur Stromproduktion für elektrische Geräte, Lüftungsanlage und Beheizung mittels Wärmepumpe. Es sollen Photovoltaik-Module (PV) eingesetzt werden, die nicht unbedingt der klassischen Ausrichtung entsprechen,

weil sie nicht nur konventionell auf dem Dach, sondern auch z.B. als Teil des Geländers auf dem Flachdach, als Teil von Fenstern, Türen und Fassadenelementen geplant sind. Um die Leistung und Erträge zu ermitteln und das Projektteam bzgl. des wirtschaftlichen Einsatzes von PV zu unterstützen, wurden die unterschiedlichen PV-Module mit verschiedenen Ausrichtungen simuliert.



Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse der PV-Simulationen

## Initiierung von Optimierungsmaßnahmen und Erfolgskontrolle

Die Erfahrungen zeigen, dass bei den meisten Schwachstellenanalysen und Sanierungskonzepten eine Reihe von Maßnahmen möglich sind, bei denen auch ohne größeren Investitionsaufwand teilweise erhebliche Einsparpotenziale erschlossen werden können. Dies sind

oft organisatorische bzw. nicht- oder geringinvestive Maßnahmen, wie die Optimierung von Regelungseinstellungen für die Laufzeiten von Lüftungsanlagen, für den Absenkbetrieb bei Heizungen oder auch das Nutzerverhalten betreffende organisatorische Maßnahmen.

Geringinvestive Maßnahmen, wie beispielsweise der Einsatz von energieeffizienter LED- und Steuerungstechnik, erzielen bei konsequenter Anwendung merkbare Einsparungen.

### Projektbeispiel: Umrüstung von Halogen- und Energiesparlampen auf optisch ansprechende LED-Technik im Alten Rathaus (Fünferplatz 2)

Bis 2016 wurden die historischen Glas-Deckenleuchten auf den Rathausfluren mit einem Mix aus Energiesparlampen (Kompakt-Leuchtstofflampen) und Halogenlampen betrieben. Dabei wurden die effizienten, aber eher unansehnlichen Kompakt-Leuchtstofflampen sogar teilweise wieder durch die ineffizienteren Halogenlampen ersetzt, weil das optische Erscheinungsbild der Glas-Deckenleuchten durch die frei sichtbaren

Kompakt-Leuchtstofflampen mit ihrem Kunststoffsockel und Milchglaskolben beeinträchtigt war.

Im Laufe des Jahres 2016 wurden durch die Abteilung Elektrotechnik des Hochbauamtes 108 der Glasleuchten mit neuen, so genannten LED-Filamentlampen, ausgestattet. Diese Lampen haben keinen Kunststoffsockel und verfügen über längliche LED-Leuchtelemente (Filamente), ähnlich den Glühfäden der „guten

alten Glühbirne“. Dadurch ist es erstmals möglich, hocheffiziente LED-Technik einzusetzen und sowohl im ausgeschalteten als auch im eingeschalteten Zustand das Erscheinungsbild klassischer Leuchten nahezu im Original zu erhalten. Inzwischen sind auf dem Markt auch dimmbare Filament-LED-Lampen erhältlich, die u.a. in den Kronleuchtern im Historischen Rathaussaal eingesetzt wurden.

#### Einsatz LED-Beleuchtung im Alten Rathaus (Fünferplatz 2)



### Projektbeispiel: Umrüstung von Halogen-Strahlern auf LED-Strahler im DLZ Bau (Lorenzer Straße 30)

In einer kleinen Maßnahme wurden im Jahr 2016 durch die Abteilung Elektrotechnik des Hochbauamtes die Halogen-Strahler im Offenen Büro gegen LED-Lampen ausgetauscht. Statt der 30, zum Teil unterschiedlichen 100-Watt-Strahler, erhellen nun 30 21-Watt-LED-Strahler die

verschiedenen Ausstellungen in einem einheitlichen Licht. Die Kosten betragen rund 3.700 EUR. Durch die Umrüstung werden etwa 3.800 kWh/Jahr und somit ca. 1.000 EUR Stromkosten eingespart. Diese Maßnahme amortisiert sich also in wenigen Jahren. Darüber hinaus werden

ca. 1,4 Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr eingespart. Zum Vergleich: Ein Kleinwagen (4,2 l/100 km) erzeugt ca. 100 g CO<sub>2</sub>/km. 1,4 Tonnen CO<sub>2</sub> entsprechen also etwa einer Fahrleistung von 14.000 km/Jahr.

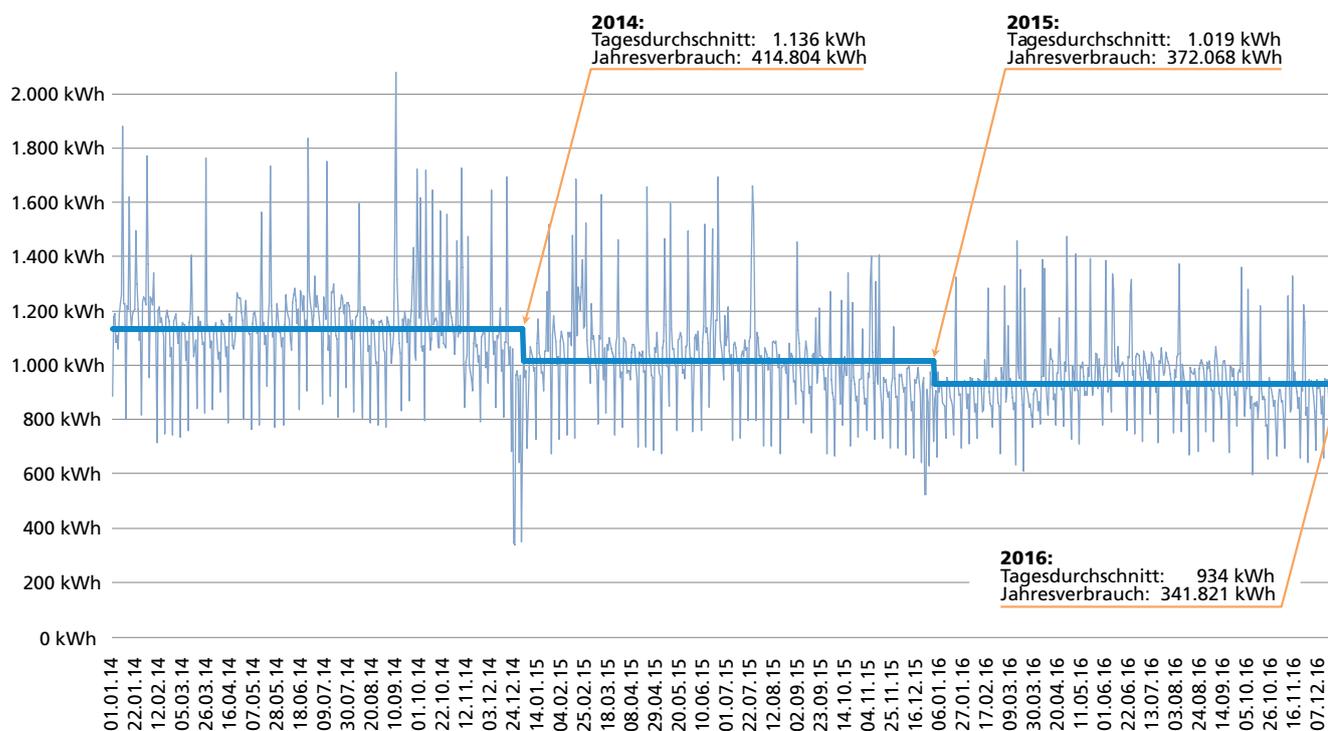
## Projektbeispiel: Umrüstung von Halogen-Strahlern auf LED-Strahler im Museum Industriekultur (Äußere Sulzbacher Straße 62)

In den Jahren 2015 und 2016 wurden 74 Halogen-Strahler mit je 1.000 Watt gegen LED Strahler mit 136 Watt/Strahler ausgetauscht. Sie befinden sich im Bereich der so genannten Museumsstraße, einem Ausstellungsraum ohne Tageslichtanteil, verteilt über eine Fläche von

ca. 1.000 m<sup>2</sup>. Bei dem Austausch erhielt jeder Strahler eine Einzelschaltung. Über ein Schaltpult können einzelne Felder bzw. Strahler je nach Bedarf eingesetzt werden. Für diese Maßnahme wurden zudem Fördermittel eingebunden, siehe auch Punkt 3.13.

Nachstehende Grafik verdeutlicht die Einsparbemühungen des Museums in Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen des Hochbauamtes. Vor allem auch durch Optimierungen bei der Beleuchtung konnten die Stromverbräuche sukzessive reduziert werden.

### Entwicklung der Stromverbräuche im Museum Industriekultur (Äußere Sulzbacher Straße 62)



## Projektbeispiel: Erweiterung der Kaltgangeinhausung im Rechenzentrum

Rechenzentren gehören zu den Stromgroßverbrauchern. Auch da können kleine Maßnahmen größere Wirkungen erzielen. Im Jahr 2016 wurde mit der hausverwaltenden Dienststelle für rund 9.000 EUR eine einfache bauliche Maßnahme realisiert.

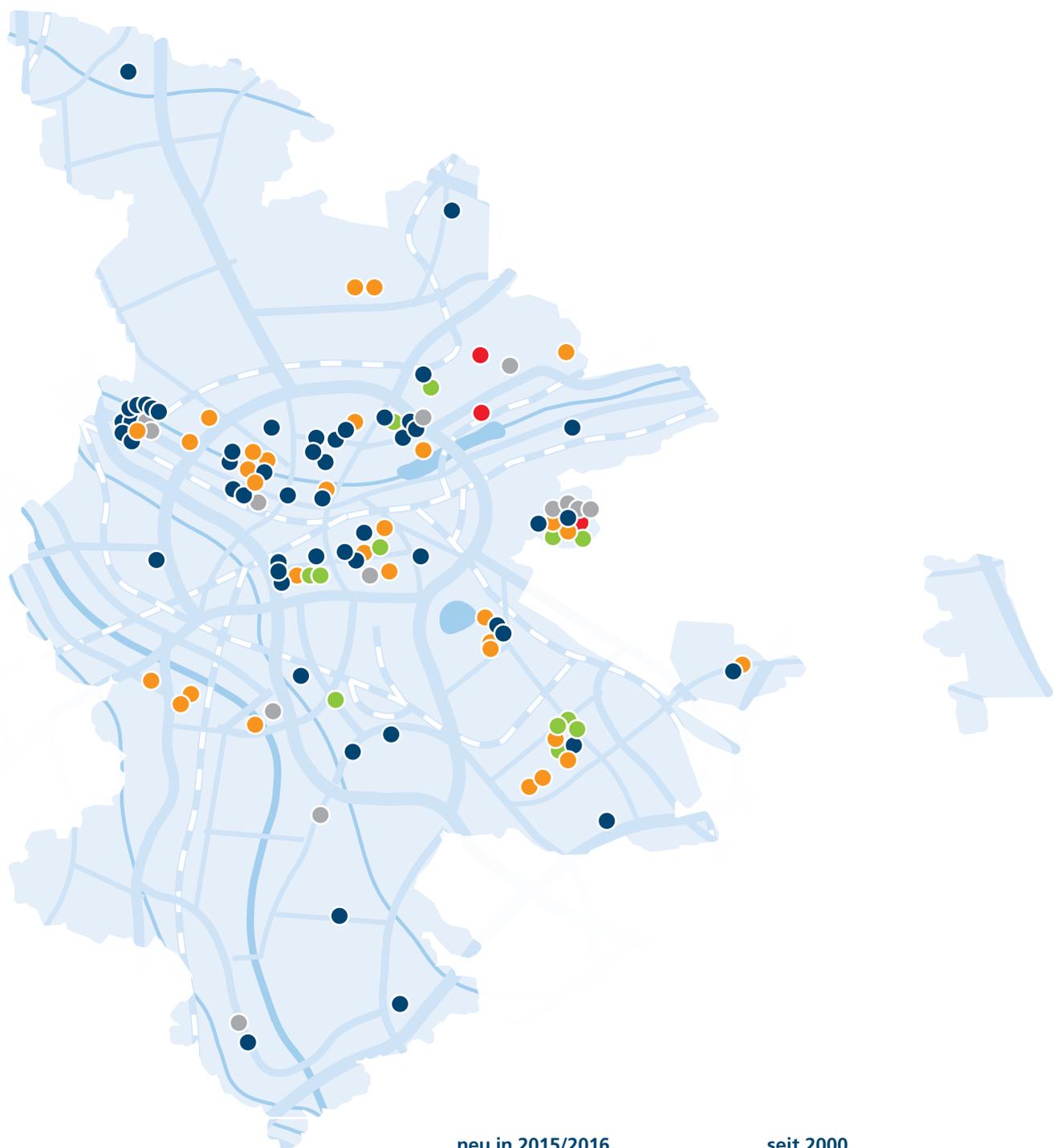
Es wurde im Rechenzentrum ein Kalt-Warmgang-Konzept umgesetzt, bei dem Server nach „kalten“ und „warmen“ Gängen angeordnet werden. Dies sorgt für eine optimale Ausnutzung der

Kühlleistung. Die gekühlte Luft gelangt über perforierte Bodenplatten in die Kaltgänge. Die Kaltgangeinhausung verhindert, dass sich die im Raum befindliche Warmluft mit der gekühlten Luft vermischen kann. Die warme Luft wird an der Decke des Raumes abgesaugt, durch die Klimaschränke gekühlt und wieder über den Unterboden in die Kaltgänge geleitet. Dies führt zu einer erheblichen Reduzierung des Stromverbrauchs.



Rechenzentrum  
Kaltgangeinhausung

## Einsatz erneuerbarer Energien und Blockheizkraftwerke



	neu in 2015/2016	seit 2000
● <b>Thermische Solaranlagen</b>	2 Anlagen (1.025 m <sup>2</sup> )	30 Anlagen (3.070 m <sup>2</sup> )
● <b>Photovoltaikanlagen (stadteigene)</b>	3 Anlagen (644 m <sup>2</sup> , 100 kWp)	51 Anlagen (5.500 m <sup>2</sup> /589 kWp)
● <b>Holzackschnitzel- und Holzpelletsheizungen</b>	/	3 Anlagen (405 kW)
● <b>Umwelt-/Erdwärme- und Erdkältenutzung</b>	3 (400 kW)	11 (750 kW)
● <b>Blockheizkraftwerke</b>	4 (74 kW thermisch, 28 kW elektrische Leistung)	19 (3.800 kW thermisch, 3.000 kW elektrische Leistung)

Eine Energiewende ist bei Strom und Wärme nötig, weil fossile Energien endlich sind, der weltweite Energiebedarf nach wie vor ansteigt und das Verbrennen der fossilen Energieträger Treibhausgase verursacht, die das Klima gefährden. Erneuerbare Energien bieten Lösungen für beide Probleme an, weil sie unendlich vorhanden und klimaschonend sind.

**Thermische Solaranlagen** erwärmen Wasser und eignen sich besonders in Objekten, in denen ein hoher Warmwasserverbrauch vorhanden ist.

Der Einsatz von **Holzheizungen** ist für Objekte geeignet, die sich außerhalb der Innenstadt und außerhalb des Fernwärmeversorgungsgebietes befinden. Bei Bestandsgebäuden muss ein ausreichend großer Raum für die Holzlagerung vorhanden und Personal vor Ort sein, welches in der Lage und auch bereit dazu ist, die Anlagen zu betreiben, z.B. auch Asche zu entsorgen.

Im Erdreich oder in der Luft gespeicherte bzw. vorhandene Wärme und Kälte kann für die Beheizung und Kühlung von Gebäuden verwendet werden (**Geothermie**). Mittels Wärmepumpen oder direkt mit Erdsonden bzw. Erdkanälen kann diese Energieform genutzt werden.

**Blockheizkraftwerke** (BHKWs) erzeugen über einen Motor Wärme und Strom. Die Wärme wird ins Heizsystem eingespeist, der erzeugte Strom wird hauptsächlich selbst verbraucht, nur der Überschussstrom wird i.d.R. ins öffentliche Netz eingespeist. Der Einsatz von Blockheizkraftwerken ist meist bei Objekten wirtschaftlich, die Heiz- und/oder Warmwasserbedarf weitgehend über das ganze Jahr haben.

**Photovoltaikanlagen** (PV-Anlagen) werden von der Stadt Nürnberg zum einen selbst gebaut und betrieben, zum anderen werden privaten Betreibern städtische Dachflächen zur Errichtung von PV-Anlagen zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Neuregelungen zum EEG mit der Pflicht zur Abführung von Steuern für den produzierten und eingespeisten Strom haben sich allerdings die

Rahmenbedingungen für dieses Instrument verschlechtert. Mit Stand Dezember 2016 existieren 52 privatbetriebene PV-Anlagen mit einer Gesamtfläche von rund 31.800 m<sup>2</sup> und einer installierten Leistung von 3.661 kWp auf den Dächern städtischer Gebäude.

### Anlagen mit erneuerbaren Energien und Blockheizkraftwerke



Städtische Photovoltaikanlage und Stromspeicher auf der Martin-Luther-King-Schule Luther-King-Straße 14



Solarthermieanlage (Absorbermatten) auf dem Langwasserbad, Breslauer Straße 251

## 3.8 Energetische Standards

Seit 2007 gelten vom Bau- und Vergabeausschuss beschlossene energetische Standards.

Mit der Festsetzung von energetischen Standards kann gezielt Einfluss auf Neubau- und Sanierungsprojekte genommen werden. Die Erfahrungen seit 2007 zeigen, dass sie ein gutes Instrument zur Erreichung von mehr Energieeffizienz in Planung, Bau, Sanierung und Unterhalt sind.

Die aktuelle Fassung der „Energetischen Standards zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und nachhaltigen Bauen und Sanieren bei städtischen Hochbaumaßnahmen“ wurde am 17.11.2009 vom Bau- und Vergabeausschuss wiederum einstimmig beschlossen. Werden Neubauten, Bestandssanierungen oder auch nur kleinere Unterhaltsarbeiten

geplant, sollen die bau- und anlagentechnischen mit den energetischen Anforderungen sinnvoll verknüpft werden, damit eingesetzte Finanzmittel auch aus energetischer Sicht optimale Wirkungen erzielen können.

Die aktuellen Vorgaben beinhalten im Wesentlichen:

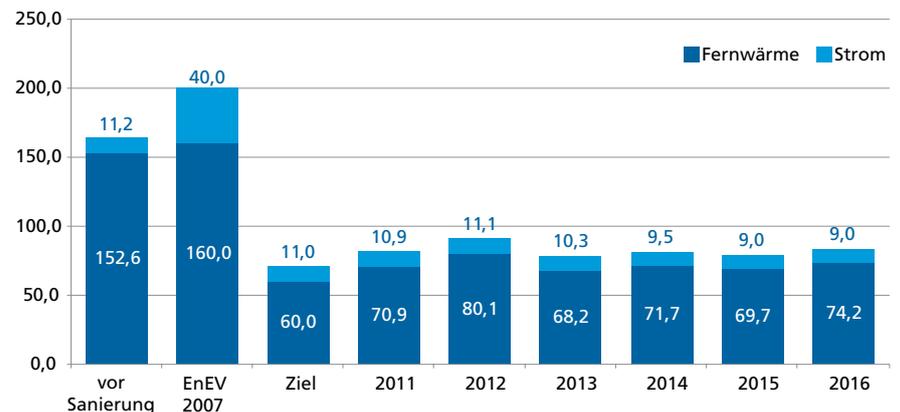
- Neubauten sollen im Passivhausstandard gebaut werden.
- Werden umfassende Sanierungsmaßnahmen an einem Gebäude durchgeführt, ist das Ziel, den Neubaustandard nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) zu erreichen.
- Bei einzelnen Bauteilsanierungen wird ein Standard vorgeschrieben, der um etwa 20% über die EnEV-Anforderungen hinaus geht.

Ein unabdingbarer Bestandteil ist dabei das Wirtschaftlichkeitsgebot. Das heißt, ein besserer energetischer Standard wird nur realisiert, wenn er auch über die Lebensdauer des Gebäudes und der Anlagentechnik wirtschaftlich ist. Neben allen Energie- und Wasserkosten und deren Preissteigerungsraten (Durchschnitt der letzten 10 Jahre) gehen dabei die Invest-/Kapital-, Wartungs- und Instandhaltungs- sowie CO<sub>2</sub>-Emissionsvermeidungskosten ein.

### Projektbeispiel: Energetische Sanierung der Neptunschule (Neptunweg 19)

Im Rahmen des Konjunkturpaketes wurde das Schulgebäude mit Baujahr 1965 und einer Nettoraumfläche von rund 3.100 m<sup>2</sup> von der WBG Kommunal GmbH für die Stadt Nürnberg saniert. Gebaut wurde von 2009 bis 2011. Die Investitionskosten betragen ca. 2 Millionen EUR brutto. Das Beispiel zeigt, dass bei konventioneller energetischer Sanierung mit Ertüchtigung aller Außenbauteile eine Halbierung der Heizenergieverbräuche nachhaltig erzielbar ist.

**Energieverbrauchsentwicklung in kWh/m<sup>2</sup>a (Wärme witterungsbereinigt) vor und nach Sanierung Neptunschule, Neptunweg 19**



### Projektbeispiel: Neubau des Schwimmzentrums Langwasser im Passivhausstandard (Breslauer Straße 251)

Das neue Langwasserbad ist ein modernes Schwimmzentrum mit unterschiedlichen Nutzungsangeboten für Schulen und Sportvereine einerseits und für die Bewohner des Stadtteils Langwasser andererseits.

Gebaut wurde von Mai 2013 bis Juli 2015. Die Investitionskosten betragen rund 32 Mio. EUR. Der Neubau wurde im sogenannten Passivhausstandard erstellt. Das meint einen Gebäudestandard, der energieeffizient, komfortabel,

wirtschaftlich und umweltfreundlich zugleich ist.

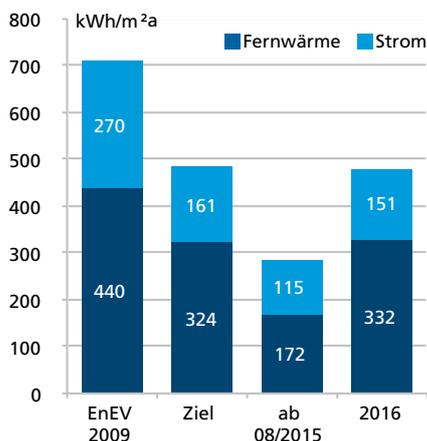
Mit ca. 2.200 m<sup>2</sup> ist die Wasserfläche des Langwasserbades fast dreimal so groß wie die der bisher bestehenden Hallenbäder Langwasser und Altenfurt zusammen.

men. Trotzdem beträgt der Heizenergiebedarf des Neubaus rechnerisch nur rund die Hälfte. Grundlage dafür ist ein sehr guter Wärmeschutz des kompakten Baukörpers, welcher u.a. durch eine Außenwanddämmung von 24 cm und eine Dreischeibenverglasung realisiert wurde. Die hocheffiziente Technik befindet sich überwiegend im unterkellerten Bereich des Bades. Das Bad wird über Fernwärme beheizt. Die Lüftungsanlagen mit klassischer Wärmerückgewinnung entziehen zudem der feuchten Abluft der

Schwimmhallen Wärmeenergie, welche über Wärmepumpen im Bad wieder genutzt wird. Auf dem Gebäudedach erwärmen ca. 980 m<sup>2</sup> Solarabsorber das Becken- und Duschwarmwasser. Weitere ca. 2.000 m<sup>2</sup> Dachfläche tragen Photovoltaikmodule, deren Stromerzeugung komplett im Langwasserbad verbraucht wird (68 kWp). Die Pumpen der Wasseraufbereitung laufen nicht mehr ständig auf Volllast, sondern hygienegesteuert je nach tatsächlicher Verschmutzung des Beckenwassers. Aus dem Spülwasser der

Wasseraufbereitung wird mittels Wärmetauscher (80 kW) die Wärme entzogen bzw. zurückgewonnen, bevor dieses abgeleitet wird. Für das Badewasser wird über einen eigens gebohrten Brunnen Grundwasser genutzt (ca. 29.000 m<sup>3</sup>/Jahr). Für die Beleuchtung wurden energiesparende Leuchtmittel (Energiesparlampen und LED-Leuchten) einschließlich bedarfsabhängiger Regelungen eingebaut.

### Vergleich EnEV-Anforderung, Ziel und Verbrauchsmessungen von 1,5 Betriebsjahren (Wärme witterungsbereinigt und Strom auf NRF bezogen)



### Projektbeispiel: Umbau und Sanierung „Kulturwerkstatt Auf AEG“ (Fürther Straße 244 d) - energetische Sanierung

Die ehemalige zweigeschossige Produktionshalle der AEG mit Baujahr 1887 und Erweiterung 1936, wurde nach Werkschließung 2012 von der Stadt Nürnberg gekauft, um daraus ein Zentrum für Kultur und kulturelle Bildung und ein echtes „Leuchtturmprojekt“ des Stadtumbaus im Westen von Nürnberg zu machen. Sie beherbergt neben einem Kulturladen die Zentrale der Musikschule Nürnberg, den Kinder-KunstRaum, Räumlichkeiten für das Centro Español und die Akademie für Schultheater und Theaterpädagogik. Gebaut wurde von 2014 bis 2016. Die

Investitionskosten betragen rund 17 Millionen EUR brutto. Die neue Nettoraumfläche des Gebäudes beträgt ca. 5.100 m<sup>2</sup>. Energetisch wurde der Neubaustandard nach EnEV 2009 umgesetzt. Die komplette Entkernung des Gebäudes bot gute Möglichkeiten, die städtischen energetischen Ziele wirtschaftlich zu erreichen. Neben einem guten Wärmeschutz gewinnen effiziente Lüftungsanlagen Energie aus der Abluft zurück. Mit Fernwärme wird umweltfreundlich geheizt. Eine Photovoltaikanlage (12 kWp) auf dem Dach sorgt dafür, dass der

Strombezug aus dem Netz gesenkt werden kann. Aus dem KfW-Programm 218 „Energieeffizient Sanieren“ wurden ein Zuschuss für das Effizienzhaus 70 (rund 250.000 EUR) und ein zinsverbilligter Kredit eingebunden.



Die Erfahrungen im Umgang mit Bauprojekten zeigen immer wieder die Notwendigkeit, dass - neben der Projektleitung und den Fachplanern - der sach- und fachkundige Bauherr den Planungs- und Bauprozess im Hinblick auf die Energieeffizienz begleiten muss. Anvisierte niedrige Verbräuche nach Sanierung oder auch im Neubau werden nicht immer erreicht. Auch Technikkomponenten funktionieren nicht immer von Beginn an

so, wie sich Planer und Nutzer dies vorgestellt haben.

Für das Erreichen der formulierten Ziele wird eine Prozessbegleitung im Sinne einer energetischen Projektsteuerung gebraucht. Diese Funktion kann dabei von einem spezialisierten Ingenieurbüro, von einem kompetenten Architekten oder TGA-Planer oder von der Bauverwaltung selbst, z.B. von einer Energiemanagementeinheit übernommen wer-

den. Wichtig ist, dass die konsequente Begleitung der energetisch relevanten Gesichtspunkte über den Gesamtprozess Planung – Bau – Betrieb wahrgenommen wird. Teile davon herauszulösen bzw. nicht zu tun, stellt das Gesamtergebnis in Frage bzw. führt nicht zu dem erreichbaren Optimum.

**Der Prozess der energetischen Projektsteuerung kann in vier grobe Phasen eingeteilt werden:**

- Zieldefinition/Konzeptentwicklung
- Planungsphase
- Bauphase mit Inbetriebnahme
- Monitoring und energetische Betriebsoptimierung für die ersten zwei bis drei Betriebsjahre.

## Projektbeispiel: Monitoring und energetische Betriebsoptimierung von fünf neugebauten Kindertagesstätten

Für fünf KiTas, die durch das Hochbauamt und die WBG Kommunal GmbH im Passivhausstandard errichtet und 2013/2014 den Nutzern übergeben wurden (Dörflerstraße 5, Düsseldorfer Straße 130, Neunhofer Hauptstraße 71, Viatisstraße 270, Weltenburger Straße 126), wurde eine zweijährige Monitoringphase an das Institut für Energie und Gebäude (ieg) übertragen und 2016 abgeschlossen.

Im Abschlussbericht wurden die Themen Energiedaten, Anlagendatenaufzeichnungen und Nutzerbefragungen analysiert und daraus resultierend eine

bewertete Auflistung der gefundenen Probleme und Lösungsansätze erarbeitet sowie Optimierungsvorschläge unterbreitet und Verbesserungsansätze für künftige Planungen empfohlen. Die Optimierungsvorschläge bzgl. der Regelungseinstellungen wurden größtenteils bereits umgesetzt. Weitere investive Verbesserungsvorschläge werden derzeit noch geprüft. Darunter fallen Verbesserungen am sommerlichen Wärmeschutz und die Nachrüstung von Raumfühlern zur Nachtabschaltung der Heizung.

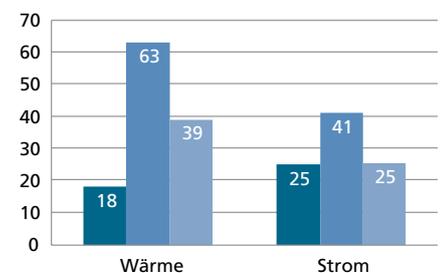
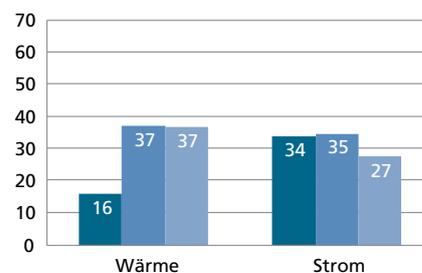
Die Erkenntnisse und Verbesserungsvorschläge für künftige Projekte sollen in weiterentwickelte Standards für KiTas

einfließen. Soweit schon umsetzbar, werden die vorgenannten Ansätze aber auch in laufenden Projekten bereits berücksichtigt.

Ein Schwerpunkt war die Auswertung und Bewertung der Energieverbräuche. Vergleicht man die prognostizierten Energiebedarfs-Zielwerte für Wärme und Strom mit den im Betrieb gemessenen Verbräuchen, so lassen sich folgende Schlüsse ziehen: bei Heizenergie liegen die Verbräuche bei allen fünf Objekten über den prognostizierten Werten. Bei Strom werden die Bedarfs-Zielwerte in der Mehrzahl unterschritten.

### Beispiele KiTas Dörflerstraße (links) und Viatisstraße (rechts) Vergleiche Soll und Ist für Wärme und Strom in kWh/m<sup>2</sup>a

Werte nach PHPP ■  
Istwerte 2014 ■  
Istwerte 2015 ■



Die Ursachen des erhöhten Wärmeverbrauchs liegen einerseits an der im Betrieb abweichenden Nutzung zu den in der Planungsphase angenommenen Randbedingungen, wie zum Beispiel höher benötigten Raumlufttemperaturen,

zu hoch angesetzten internen Gewinnen durch Beleuchtung und an höheren Luftwechselraten wegen umfassender Spüllüftung zur Raumluftverbesserung. Andererseits gibt es nach wie vor Optimierungspotenzial bzgl. der Regelungs-

einstellungen. Bei kleinen Gebäuden zeigt sich, dass sich die flächenbezogenen Zielwerte für Heizenergie nicht gänzlich einhalten lassen. Diese Erkenntnis soll bei zukünftiger Standardsetzung berücksichtigt werden.

# Aufgaben aus der Energieeinsparverordnung und dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz

Für Wohn- und Nichtwohngebäude, die vermietet oder verkauft werden, ist ein Energieausweis gesetzlich vorgeschrieben. Es wurden bisher insgesamt 112 Energieausweise für solche städtischen Objekte ausgestellt.

Die Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV 2013) hat die Aushangpflicht für Energieausweise in öffentlichen Gebäuden (mit starkem Publikumsverkehr) deutlich ausgeweitet.

Energieaushangausweise sind demnach bereits für Gebäude mit einer Nettogrundfläche ab 250 m<sup>2</sup> auszustellen und auszuhängen.

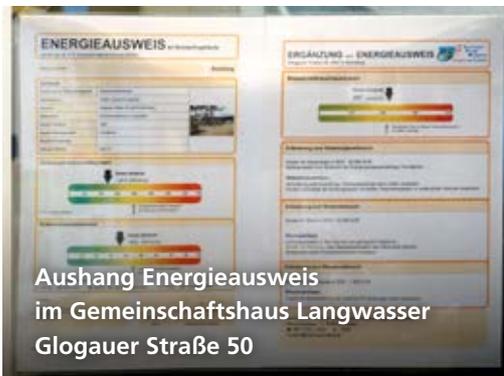
Für Baumaßnahmen, die vom Hochbauamt selbst geplant werden sowie für Bestandsgebäude übernimmt KEM i.d.R. die Berechnung und Erstellung der Energieaushangausweise. Bei Maßnahmen von externen Planern ist die Erstellung des Energieausweisaushangs Auftragsin-

halt und wird von KEM auf Plausibilität geprüft.

Insgesamt sind derzeit noch 59 Aushänge zu erstellen. Das Aushängen der gegenwärtig noch auszustellenden 25 Verbrauchsausweise, i.d.R. bei Gebäuden bis 500 m<sup>2</sup>, wird bis Jahresende 2017 abgeschlossen sein. Die restlichen 34 Bedarfsausweise werden im Rahmen der laufenden Neubau- und Sanierungsmaßnahmen erstellt.

## Energieausweisaushangpflicht bei städtischen Gebäuden und Eigenbetrieben – Stand 2016

	insgesamt betroffene städtische Gebäude	davon Aushang ausgehängt	davon Aushang noch auszustellen bzw. aufzuhängen
Alle Ausweise	329	270	59
Verbrauchsausweise	238	213	25
Bedarfsausweise	91	57	34



Aushang Energieausweis im Gemeinschaftshaus Langwasser Glogauer Straße 50



oberste Geschossdecke gedämmt in der Bartholomäusschule Bartholomäusstraße 16

Die Nutzungspflichten erneuerbarer Energien bei Neubauten und bei grundlegenden Renovierungen wurden größtenteils durch Anschluss an das Fernwärmeverbundnetz der N-ERGIE (KWK-Anteil > 50%), in vielen Fällen durch die um mindestens 30%ig bessere Ausführung des Wärmeschutzes der Gebäude und in Einzelfällen durch den

Einsatz von erneuerbaren Energien, wie Holz- oder Wärmepumpenheizungen, erfüllt. Die nachträgliche Dämmung der obersten Geschossdecken erfüllt einerseits die Nachrüstpflichtungen der Energieeinsparverordnung, andererseits sparen diese Dämmmaßnahmen durch die Verbesserung des Wärmeschutzes nachhaltig Heizenergie ein. Die Amorti-

sationszeiten solcher Dämmmaßnahmen liegen mit rund 10 Jahren relativ niedrig und bestätigen deren hohe Wirtschaftlichkeit. Eine Nachrüstpflicht besteht noch für rund 140 städtische Gebäude mit etwa 60.000 m<sup>2</sup>, darunter 30 kleinere und größere Schulgebäude.

### gedämmte oberste Geschossdecken

	2015/2016	seit 2000
Anzahl Gebäude	7	98
Gedämmte Fläche oberste Geschossdecken	3.300 m <sup>2</sup>	60.000 m <sup>2</sup>

Mit dem Programm KEiM (Keep Energy in Mind) werden Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer angeregt, sich im Rahmen von pädagogischen Projekten mit dem Thema Energie- und Wassersparen auseinanderzusetzen. Das Programm wird seit 17 Jahren in einer bewährten Kooperation zwischen KEM und dem Institut für Pädagogik und Schulpsychologie (IPSN) durchgeführt. Beteiligt sind städtische Gymnasien, Realschulen, Berufliche Schulen sowie Volks- und Förderschulen, für welche die Stadt Nürnberg den Sachaufwand trägt. Ziel des KEiM-Programms ist einerseits, die Energie- und Wasserverbräuche und damit die Kosten der Nürnberger Schulen zu reduzieren, andererseits aber auch die Zukunfts- und Multiplikatorenwirkung von Schülerinnen und Schülern zu entwickeln. Dies soll hauptsächlich durch eine intensive Auseinandersetzung mit dem Nutzerverhalten erreicht werden. Allen Beteiligten soll dabei der verant-

wortungsbewusste Umgang mit Energie und Wasser näher gebracht werden. Das Einsparpotenzial bei Schulen durch Änderung des Nutzerverhaltens wird mit 10 bis 20% angesetzt.

Wichtiges Instrument hierbei ist der KEiM-Arbeitskreis, bei dem sich die KEiM-Beauftragten der Schulen regelmäßig treffen. Er dient dem Erfahrungsaustausch zwischen den Lehrkräften der einzelnen Schulen und bietet Informationen zu aktuellen Themen sowie Führungen zu interessanten Projekten.

Ebenso ist die Teilnahme der Schulen beim jährlich stattfindenden KEiM-Wettbewerb nach wie vor auf qualitativ und quantitativ erfreulich hohem Niveau. So haben sich im Schuljahr 2014/15 51 Schulen und im Schuljahr 2015/16 sogar 58 Schulen (die bisher höchste Teilnehmerzahl) am Wettbewerb beteiligt und je ein Energie- und/oder Wassersparprojekt an ihren Schulen durchgeführt. Hierbei reichen die Projektideen der

Schulen von Energie-Sheriffs, über Hausrallys, bis hin zu Energiesparfilmen und Spielen, Fachraum-Checks oder auch Energietagen.

Die Siegerprojekte werden im Internet veröffentlicht und können so von anderen Schulen nachgeahmt werden ([www.keim.nuernberg.de](http://www.keim.nuernberg.de)). Als Premiere wurde im Schuljahr 2015/16 das Zusatzthema „Abfallvermeidung in der Schule“ neu eingeführt (KEiM-Plus).

Alle teilnehmenden Schulen erhalten eine Grundprämie aus dem KEiM-Bonustopf. Darüber hinaus werden durch eine Jury (Vertreter der Schulen, ein Vertreter des Geschäftsbereichs Schulen bei 3.BM, KEiM-Team) die 16 besten Projekte ausgewählt, die zusätzlich Sonderprämien erhalten. Für ein Abfallvermeidungsprojekt gab es eine kleine Zusatzprämie. Insgesamt werden pro Jahr 135.000 EUR an Bonusprämien an die teilnehmenden Schulen vergeben.



KEiM-Preisverleihung 2016  
in der Viatisschule, Viatissstraße 270

# Energiesparpreis für städtische Dienststellen und Eigenbetriebe

Für alle städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe (außer Schulen und KiTas) wird seit 2003 zweijährig ein Energiesparpreis ausgelobt. Mit der Preisverleihung werden herausragende Initiativen zur Energieeinsparung, wie gezielte organisatorische oder auch eigene investive Maßnahmen sowie die tatsächlich erreichten Verbrauchsreduzierungen, honoriert. Im Juli 2016 wurde der „Energiesparpreis der Stadt Nürnberg“ bereits zum achten

Mal vergeben. Die Jury setzte sich aus Mitgliedern der Stadtverwaltung zusammen. Der Energiesparpreis 2016 war mit 8.000 EUR dotiert und wird aus den Einspeisevergütungen der stadteigenen Photovoltaik-Anlagen finanziert. Bau- und Planungsreferent Daniel F. Ulrich übergab die Preise. 2016 wurden erstmals vier gleichwertige Hauptpreise vergeben, die in den Bewertungen der Jurymitglieder sehr eng beininanderla-

gen. Von den Hauptpreisen entfallen zwei Auszeichnungen auf Dienststellen, die überwiegend durch Motivation, Nutzerverhalten und organisatorische Maßnahmen einen beachtlichen Beitrag zum Energiesparen geleistet haben (Männerwohnheim/Sozialamt und Friedhofsverwaltung). Zwei Hauptpreise wurden an Dienststellen vergeben, die hauptsächlich mit investiven Maßnahmen Energiesparerefolge erzielten (NürnbergBad und SUN).

## Verleihung Energiesparpreis Stand 2016

	2016	seit 2003
Teilnehmer/Bewerbungen	14	88
Preise	4 Hauptpreise	27 Hauptpreise 11 Sonderpreise



Energiesparpreisverleihung 2016  
Aula Baumeisterhaus, Bauhof 9

## Einwerben von Fördergeldern

Von Bund, Ländern und Kommunen werden regelmäßig Förderprogramme veröffentlicht. Dabei können u.a. bauliche Energieeffizienzmaßnahmen Zuwendungen erhalten.

Die drei wichtigsten Fördermittelgeber in diesem Bereich sind das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) Bankengruppe.

Die Förderprogramme, die in den letzten Jahren besonders in Anspruch genommen wurden, sind die Kommunalrichtlinie des BMUB und das Marktanzreizprogramm des BAFA.

Im Rahmen der Kommunalrichtlinie werden unter anderem Beleuchtungs-sanierungen gefördert. In Schulen, Kindergärten, Jugendfreizeiteinrichtungen, Sportstätten und Schwimmhallen werden 40% der zuwendungsfähigen Ausgaben vom Bund bezuschusst. In allen anderen Nichtwohngebäuden beträgt der Zuschuss 30%. Zu den Förderbedingungen gehört, dass Energieeinsparungen von mindestens 50% und der Einbau von tageslichtabhängigen Leistungs- und/oder Präsenzsteuerungen umgesetzt werden.

Im Rahmen dieses Förderprogramms wurden im Berichtszeitraum die Beleuchtungssanierungen im Berufsbildungszentrum

(BBZ, Äußere Bayreuther Straße 8), im Museum Industriekultur (Äußere Sulzbacher Straße 62), im Naturhistorischen Museum (Norishalle, Marientorgraben 8) und in der Veit-Stoß-Realschule (Merseburger Straße 4) gefördert. Dort wurden jeweils die alten Beleuchtungen durch neue LED-Leuchten ersetzt sowie durch Präsenz- und Tageslichtsteuerungen ergänzt.

Beleuchtungssanierungen werden seit 2011 vom BMUB gefördert. Seitdem wurden insgesamt neun Beleuchtungssanierungen durchgeführt, wofür 276.760 EUR Zuschussmittel eingebunden werden konnten.

### Bewilligte Fördermittel – Stand 2016

	2015/2016	seit 2000
Zuschüsse	196.935 EUR	2.342.293 EUR
Zinsverbilligte Kredite	–	7.575.779 EUR
Zinsvorteile (geschätzt)	–	1.136.000 EUR

### Projektbeispiel: Beleuchtungssanierung mit LED-Technik im BBZ (Äußere Bayreuther Straße 8)

Im BBZ wurden bereits in mehreren Bauabschnitten alte Beleuchtungen durch neue LED-Leuchten ersetzt. U.a. wurden die Flur- und WC-Beleuchtungen in den Bauteilen D bis G mit LED-Leuchten und einer Präsenzsteuerung ausgestattet. Diese Maßnahme wurde durch die Kli-

maschutzinitiative „Klimaschutztechnologie bei der Stromnutzung“ des BMUB aus dem Förderprogramm „Einbau von hocheffizienter LED-Beleuchtungstechnik im Bestand“ mit 40% der Kosten bezuschusst. Die prognostizierte Stromersparung beträgt rund 76%.



BBZ, Äußere Bayreuther Straße 8, Flur mit neuen LED-Leuchten



Präsenzmelder

# Öffentlichkeitsarbeit, Seminare, Vorträge, Führungen

Im Berichtszeitraum wurden von KEM verschiedenste Weiterbildungsveranstaltungen, wie Seminare, Workshops, Vorträge und Führungen initiiert und durchgeführt oder es wurde daran mitgewirkt. Inhouse-Seminare und Workshops haben das Ziel, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Hochbaus und der Technik des Hochbauamtes sowie der beteiligten Dienststellen und Eigenbetrieben fachlich weiterzubilden. In den letzten beiden Jahren standen u.a. Themen, wie die novellierte Energieeinsparverordnung, das sommerliche Nutzerverhalten sowie verschiedenste Projektberichte im Vordergrund. Führungen zu interessanten energetischen Projekten, wie die Teilnahme am jährlich stattfindenden bayernweiten Tag der Energie, ergänzen das Programm.

Veröffentlichungen in diversen Fachzeitschriften, Broschüren, der städtischen Mitarbeiterzeitschrift „betrifft“ und in der Tagespresse ergänzen das Spektrum. Im Berichtszeitraum waren Mitarbeiter des KEM in verschiedenen Arbeitskreisen und Gremien tätig.

## Arbeitskreise/Gremien – Stand 2016

Arbeitskreis „Energiemanagement“ beim Deutschen Städtetag
Arbeitskreis „Lüftung“ beim Umweltbundesamt
Fachkongress der Kommunalen Energiebeauftragten des Deutschen Institutes für Urbanistik
Arbeitskreis „Nachhaltigkeit und Energieeffizienz im Hochbau“ der Bayerischen Ingenieurekammer Bau
Fachbeirat „EnEV-Kontrollstelle“ der Bayerischen Ingenieurkammer Bau
Agenda-Gruppe „Runder Tisch Klima und Energie“ des Umweltreferates der Stadt Nürnberg
Bundesverband Feuchte und Altbausanierung e.V.

## Seminare, Workshops, Vorträge, Führungen – Stand 2016

	2015/2016 Anz./Teilnehmer	seit 2000 Anz./Teilnehmer
Seminare, Workshops, Vorträge innerhalb des Hochbauamtes oder der Stadtverwaltung	19 / 220	81 / 2.100
Vorträge externer Veranstalter	17 / 800	139 / 8.600
Führungen	27 / 700	91 / 2.500

Ein wesentliches Mittel zur Information und Motivation stellen die verschiedenen Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit dar.

## Printmedien – Stand 2016

	2015/2016	seit 2000
Projekt-Infos	6	74
Energiespartipps	0	33
Themenbroschüren	0	4
Energieberichte	1	9
Hinweise zum Kommunalen Energiemanagement, herausgegeben durch den AK Energiemanagement beim Deutschen Städtetag	1	5
Bundeskongress der Kommunalen Energiebeauftragten	1	22

Eine Zusatzleistung ist die Teilnahme an Wettbewerben mit energetisch interessanten Projekten, wie z.B. beim Bayerischen Energiepreis, beim Wettbewerb Kommunaler Klimaschutz, beim Denkmalpflegepreis u. ä.

## Teilnahme an Wettbewerben – Stand 2016

	2015/2016	seit 2000
Teilnahmen	3	25
Preise	0	6
Preisgelder für die Stadt Nürnberg	20.000 EUR	61.500 EUR

Die Entwicklung und Durchführung von Pilot-, Lern- und Demonstrationsprojekten ist ein wichtiges Arbeitsfeld, um neue Materialien oder Technologien zu testen oder auch ganz neue Themen an-

zustoßen. Dabei zu lernen, Erfahrungen auszuwerten und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen für oder gegen einen Einsatz bei Nachfolgeprojekten oder die Beschreibung der dafür erforderlichen

Rahmenbedingungen sowie der Wissenstransfer sind notwendiger Bestandteil solcher Projekte.

### Projektbeispiel: Fassadenbegrünung an drei Testobjekten

In Kenntnis der mittel- und langfristigen Klimaprognosen für die Sommermonate und der besonderen Überhitzungssituation in Städten hat das Hochbauamt im Jahr 2015 ein Testprojekt zum Einsatz von unterschiedlichen Fassadenbegrünungsarten auf den Weg gebracht und, trotz erheblicher Schwierigkeiten, im

Jahr 2016 umsetzen können.

An drei ausgewählten städtischen Gebäuden wurden Fassadenbegrünungsvarianten planerisch entwickelt und gebaut, um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, unter welchen Voraussetzungen, mit welchen Randbedingungen, mit welchen Partnern, mit welchen In-

vest- und Betriebskosten derartige Projekte realisierbar sind. Ziele waren also einerseits, umfassende Erfahrungen zu sammeln, um Fassadenbegrünungen zielgerichtet an weiteren städtischen Gebäuden einzusetzen und andererseits eine Vorbildwirkung für private Bauherren in der Stadt zu erreichen.

#### Es wurden an drei Objekten unterschiedliche bodengebundene Systeme umgesetzt:

- Gemeinschaftshaus Langwasser, Glogauer Straße 50: bodengebundene Bepflanzung mit Rankgittern an einer kleinflächigen Fassade Ost mit Ramplerrosen, Stahlbeton mit Wärmedämmverbundsystem, Pflanzbeet vorhanden.
- Marktamt, Leyher Straße 107: bodengebundene Bepflanzung mit Rankgittern an zwei kleinflächigen, untergeordneten Fassaden; Sichtmauerwerk, Herstellung eines neuen Pflanzbeetes im Gehsteigbereich.
- Mehrfamilienhaus der WBG, Max-Planck-Straße 6: Rankbepflanzung an drei bereits vorhandenen Rankhilfen unterschiedlicher Höhe (ca. 9 bis 13 m) als Seilsystem; Fassade West mit Verschattung; Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem; Erdreich vorhanden.

#### Fassadenbegrünungen Gemeinschaftshaus, Marktamt und Max-Planck-Straße



#### Die Vorteile von Fassadenbegrünungen sind vielseitig:

- Verbesserung im Hinblick auf das Kleinklima, Stadtklima, Kühleffekte, Vermeidung von Kühlbedarf
- dadurch Reduzierung von Stromverbräuchen und –kosten
- damit auch Beitrag zum Klimaschutz im Sommer
- Dämmeffekte im Winter
- Minderung der Schallreflexion
- CO<sub>2</sub>-Bindung und Sauerstoffproduktion
- Feinstaub-Bindung
- Erhöhung der Artenvielfalt (Fauna und Flora)
- Gestaltung
- Aufwertung des Stadtbildes und
- psychologische Effekte.

## Projektbeispiel: Zeppelintribüne – minimalinvasives bauklimatisches Entfeuchtungskonzept

Die Zeppelintribüne weist über achtzig Jahre nach ihrer Fertigstellung und nach Sprengung der Pfeilerkolonnaden 1967 erhebliche bauliche Mängel auf. Ziel der Planungen war und ist die sichere Begehbarkeit der Zeppelintribüne und des Zeppelfeldes. Nach einer fachlichen Untersuchung und Schadenskartierung in den Jahren 2013/2014 wurde die exemplarische Instandsetzung an und in Musterflächen und –räumen im Jahr 2015 umgesetzt. Die fachlichen Erprobungen und der so ermittelte Finanzbedarf dienen als Basis für eine anschließend geplante

bauliche Instandsetzung der gesamten Anlage.

Ein Teil der Maßnahmen war die Entwicklung und Umsetzung eines bauklimatischen Konzepts. Die seit 2014 in den Räumen erfassten Klimadaten zeigen, dass sich sehr hohe relative Raumluftfeuchten einstellen, die einen schädigenden Einfluss auf die historische Bausubstanz hatten und haben. Basierend auf diesen Daten wurde ein minimalinvasives bauklimatisches Konzept zur Entfeuchtung entwickelt. Die dafür zu planenden Maßnahmen sollten denkmalverträglich,

wirtschaftlich und nachhaltig sein.

Kernbestandteil des Konzeptes ist eine kontrolliert gesteuerte Lüftung, um so Trocknungsprozesse in der Bausubstanz zu induzieren und die Feuchtelast im Mauerwerk mittel- bis langfristig auf ein geringeres, die Bausubstanz nicht weiter gefährdendes Feuchteniveau zu führen. Dies ermöglicht gleichzeitig auch die Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen im Innenbereich, insbesondere an den Stahlbetondecken und im Außenbereich an den Kalksteinfassadenplatten.

### Wesentliche Elemente des im Mustersanierungsabschnitt umgesetzten Konzepts sind:

- horizontales Abdichten der Baukörper gegen eindringendes Regenwasser durch gezieltes Entwässern und Ableiten des Regenwassers ohne weitere Schädigung der Bausubstanz,
- gezieltes Absenken der relativen und absoluten Feuchtwerte durch Nutzung des Transportweges Luft, also gezieltes Lüften zum Entfeuchten der Raumluft und der Materialfeuchte,
- gesteuert zu öffnende und zu schließende Öffnungen in der Gebäudehülle.

Eine gezielte Luftdurchströmung wird durch eine Außenluftöffnung und Dachventilatoren sowie im Innenbereich mit zusätzlichen Rohrventilatoren herge-

stellt. Die Lufteinströmung erfolgt über motorisch gesteuerte Jalousieklappen. Eine entsprechende Regelung übernimmt den Vergleich der Innen- und Au-

ßenklimabedingungen und steuert das Schließen und Öffnen entsprechend.

### Zuluft mit Jalousieklappen



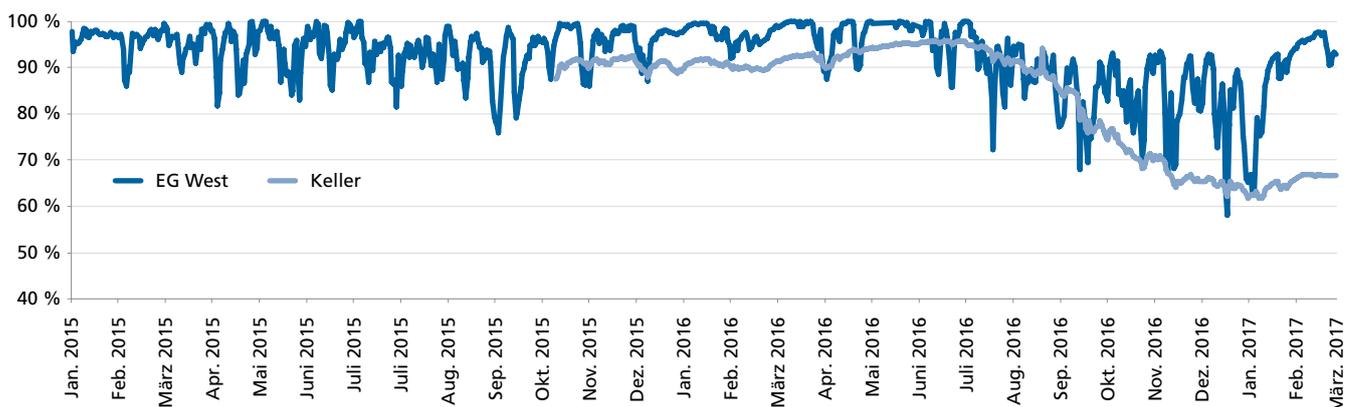
### geregelte Luftabsaugung im Inneren



### Dachventilator für Abluft



### Entwicklung der relativen Raumluftfeuchten vor und seit dem Einbau der gezielten Lüftung im Februar 2016





Schöner Brunnen, Hauptmarkt, LED-Beleuchtung  
(kompakter Outdoor-Strahler Verona 1.2R Barthelme, am Brunnengitter befestigt)



**Einsparererfolge  
in Eigenbetrieben**

**4**

Zusätzlich zu den Gebäuden und Anlagen der Kernverwaltung werden durch die Eigenbetriebe der Stadt Nürnberg große technische Anlagen betrieben, die vor allem verfahrensbedingt einen hohen Energiebedarf aufweisen und deshalb über hohe Einsparpotenziale verfügen. Die Eigenbetriebe widmen sich dem The-

ma Energie- und Kosteneinsparung deshalb seit vielen Jahren und erzielen dabei beachtliche Erfolge.

Beispielhaft werden hier die Aktivitäten der Eigenbetriebe Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) für die Klärwerke und Servicebetrieb Öffentlicher Raum (SÖR) für die Straßenbe-

leuchtung dargestellt. Auch die anderen Eigenbetriebe, wie der Abfallwirtschaftsbetrieb Stadt Nürnberg (ASN) und NürnbergBad (NüBad) arbeiten sehr engagiert und erfolgreich auf diesem Gebiet. Ergebnisse sind unter dem Punkt Projektbeispiele u.a. vorgestellt.

## Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) – auf dem Weg zum energieautarken Klärwerk

In Großstädten gehören die Anlagen der Stadtentwässerung – hier vor allem die Pumpwerke im Kanalnetz und die Klärwerke – zu den größten Einzelverbrauchern von Energie. Dies ist auch in Nürnberg so: SUN hat einen jährlichen Energie-

bedarf von durchschnittlich 38.000 MWh Strom und 20.000 MWh Wärme. Da der Energiegehalt des in den Klärwerken entstehenden Klärgases durch BHKWs mittlerweile nahezu vollständig genutzt wird, ist SUN aber auch zu einem

der größeren Nürnberger Stromerzeuger geworden. Die Reduzierung des Energieverbrauchs einerseits und die verbesserte Nutzung der vorhandenen Energiequellen andererseits, weisen den Weg zu einer nachhaltigen Stadtentwässerung.

### Energiemanagement in den Klärwerken

Zwischen Anfang 2014 und Ende 2015 hat SUN mit Unterstützung von Experten ein prozessorientiertes Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 aufgebaut und im Rahmen eines Probeaudits erfolgreich etabliert. Es wurde ein Messstellen- und Messdatenauswertungssystem entwickelt und die Ziele der Energiepolitik im Qualitäts- und Umweltmanagementsystem SUN festgelegt. Das zugehörige Zählerkonzept ist in der Umsetzung mit dem Einbau der Zähler nahezu abschließend realisiert. Sofern 2017 geeignetes Personal bereit gestellt

werden kann, erfolgt eine ergänzende Zertifizierung im Rahmen des bestehenden Qualitäts- und Umweltmanagementsystems bei SUN.

Die Ergebnisse werden systematisch ausgewertet. Daraus resultierend werden Zielaufträge formuliert sowie der Ressourcen- und Zeitbedarf und der Zielbeitrag der geplanten Maßnahme ermittelt. Im Rahmen der jährlichen Zielekonferenz von SUN wird der Auftrag zur Umsetzung erteilt.

Aufgrund der Größe des Unternehmens und der Vielfalt der Prozesse steht nicht

das Energiesparen alleine im Vordergrund, sondern die positive Entwicklung der Energie- und Stoffbilanz (Ökobilanz) als Ganzes. Das Ziel im Energiebereich lautet: 90% Eigenbedarfsdeckung an Strom.

Der Wärmebedarf wird nach Realisierung des nächsten Sanierungsabschnitts der Klärschlammfäulung bereits mit stetiger Sicherheit durch den Überschuss an Prozesswärme gedeckt. Es bestehen Planungen zur Deckung des Kältebedarfs mittels Adsorptionsverfahren aus Überschusswärme im Sommer.

### Vollständiger Umstieg auf LED-Beleuchtung in den Klärwerken

In den vergangenen Jahren wurde die sanierungsbedürftige Beleuchtung in den beiden Klärwerken vollständig auf LED-Technik umgestellt. Insgesamt wur-

den 906 Leuchten ausgetauscht. Einer bisherigen Anschlussleistung von 30.363 kW mit Natriumdampflampen steht nun eine Anschlussleistung von 11.910 kW

mit LED-Leuchten gegenüber. Die jährliche Energieeinsparung beträgt rund 46.000 kWh.

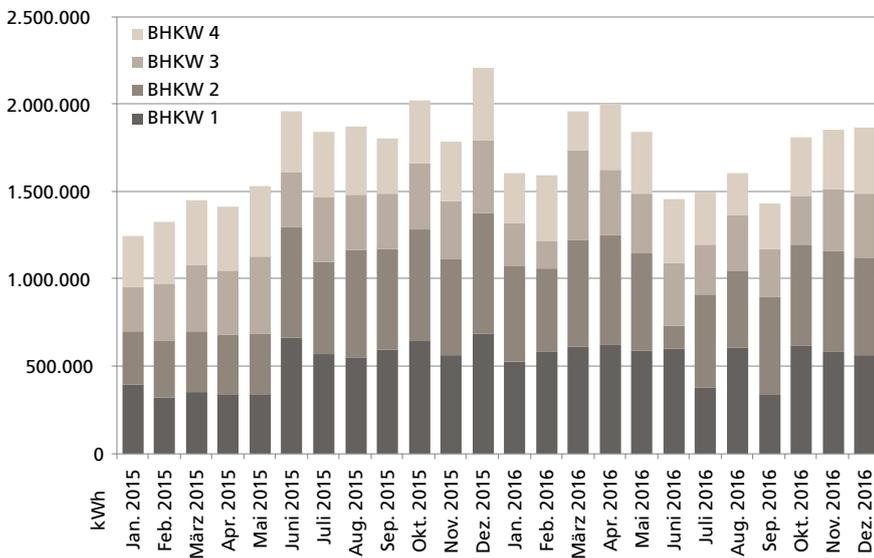
## Erzeugung von Strom und Wärme in den Klärwerken

Der Energiegehalt im Klärgas wird durch BHKWs mit Kraft-Wärme-Kopplung genutzt. Im Jahr 2016 konnte der Anteil der selbst erzeugten Elektrizität und Wärme gegenüber 2015 nochmals gesteigert werden: Die Anteile betragen im Jahr 2016:

- Strom: Deckung von 57% des Strombedarfs in den Klärwerken 1 und 2 und den benachbarten Verwaltungsgebäuden.
- Wärme: Vollständige Deckung des Wärmebedarfs im Klärwerk 1 und in den benachbarten Verwaltungs- und Betriebsgebäuden.

Eine weitere Verbesserung in der Nutzung des Klärgases ist zu erwarten, wenn die Forschungsarbeiten zur Stromerzeugung aus der Abwärme der BHKW-Anlagen weiter voranschreiten und bei günstigen Ergebnissen entsprechende Anlagen mit BHKWs realisiert werden können.

## Stromerzeugung aus Klärgas mit BHKW im Klärwerk 1 in den Jahren 2015 und 2016

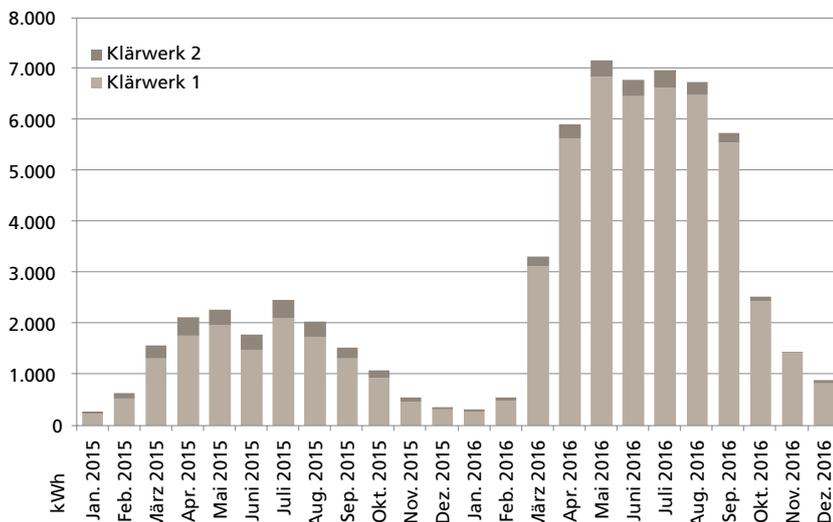


BHKW-Gasmotor im Klärwerk 1

## Stromerzeugung mit Photovoltaik

In den beiden Klärwerken sind an verschiedenen Standorten Photovoltaik-Anlagen (PV) installiert. Die PV-Anlagen werden stetig erweitert. Die Steigerung ist aus der Grafik deutlich zu erkennen. Zurzeit beträgt die installierte Leistung 74,28 kWp.

## Stromerzeugung aus PV-Anlagen im Klärwerk 1 und 2 in den Jahren 2015 und 2016



Photovoltaik-Module auf dem Dach des Ausbildungsgebäudes von SUN

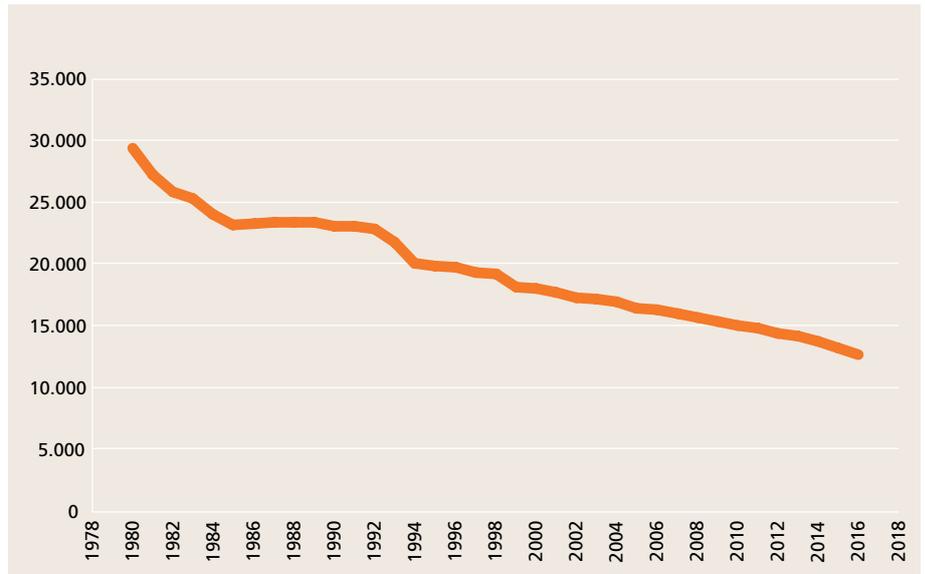
## Service öffentlicher Raum (SÖR) Energieeinsparung Straßenbeleuchtung

Der Umbau von energieintensiven Straßenleuchten mit konventioneller Technik auf LED-Technik wurde fortgesetzt. Der LED-Anteil lag Ende 2016 bei 13,2%. Seit Beginn der LED-Umstellung im Jahr

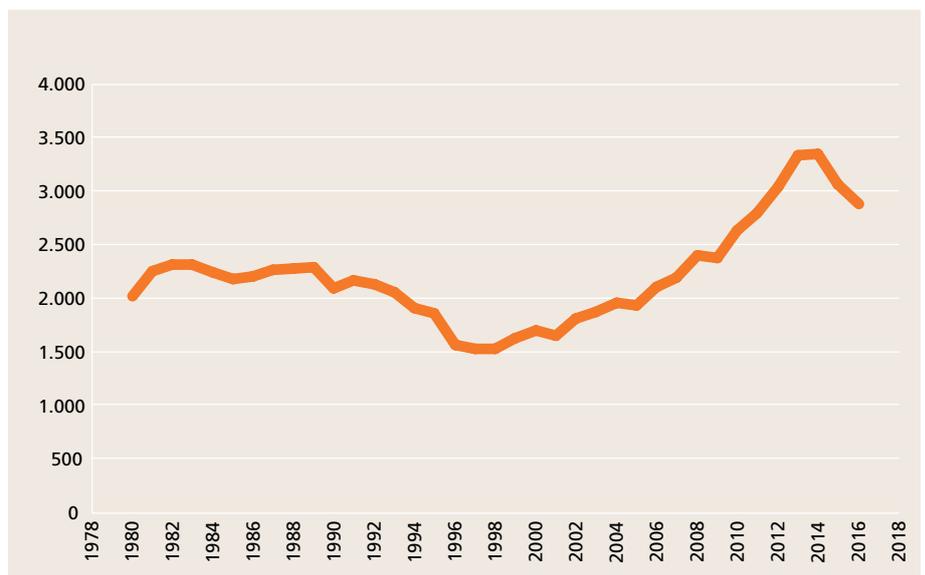
2011 sank der jährliche Energieverbrauch um inzwischen 2,3 GWh. Dies entspricht etwa dem jährlichen Energieverbrauch von rund 700 Drei-Personen Haushalten. Die Amortisationszeit be-

trägt im Durchschnitt ca. 6 Jahre. Zur Kostenreduzierung von ca. 210.000 EUR gegenüber 2015 trägt, neben dem leicht gesunkenen Energiepreis, vor allem die Energieeinsparung bei.

**Entwicklung Stromverbrauch  
für Straßenbeleuchtung  
je km Straße in kWh/km**



**Entwicklung Stromkosten  
je km Straße in EUR/km**



Die Darstellung des Stromverbrauches je Kilometer beleuchtete Straße belegt

anschaulich die umfangreichen Aktivitäten für diesen Verbrauchsbereich und die

damit erreichten Effizienzsteigerungen in den letzten Jahren.

## Projektbeispiel: Schöner Brunnen, Hauptmarkt

Eine Meisterleistung der Handwerkskunst aus dem späten 14. Jahrhundert ist der Schöne Brunnen in Nürnberg. Den skelettartigen Aufbau mit Spitzbögen, Ornamenten und Fialen schmücken insgesamt 40 Figuren.

Das exponierte, 19 Meter hohe Bauwerk mit der Formgebung einer gotischen Kirchturmspitze ist ein Magnet für Touristen aus aller Welt. Im Rahmen der grundlegenden Restaurierung wurde deshalb auch das Lichtkonzept komplett überarbeitet. Die vorherige Flächenbeleuchtung wird jetzt von einer zielgerichteten Akzentbeleuchtung abgelöst, welche die wesentlichen Elemente der Brunnenarchitektur hervorhebt.

Die bisherige Beleuchtung des Schönen Brunnens bestand aus acht 205 W-Strahlern mit Halogenlampen. Für das neue Lichtkonzept wurden besondere Anforderungen an die zu verwendenden Leuchten gestellt. Die neue zurückhaltende LED-Beleuchtung mit einer Farbtemperatur von 3.000 K unterstützt nun den räumlichen Eindruck des Brunnens und taucht ihn schließlich in ein völlig neues Licht. Dadurch wirkt er plastischer und bisher überstrahlte oder nicht angestrahlte interessante Details werden für den Betrachter erlebbar.

Die effiziente LED-Beleuchtung senkt die benötigte elektrische Leistung von bisher 1.640 W auf 250 W. Bei einer jährlichen Betriebszeit von ungefähr 1.760 Stunden spart die Stadt alleine mit der neuen Brunnenbeleuchtung jährlich ca. 2.500 kWh Energie ein.



Schöner Brunnen, Hauptmarkt

## **Abbildungsnachweis**

Seite 3:  
Planungs- und Baureferat Stadt Nürnberg

Seite 20:  
Grafik Strompreisbestandteile N-ERGIE Aktiengesellschaft

Seite 22/23:  
Informations- und Presseamt Stadt Nürnberg

Seite 47:  
Fotos und Grafik Eigenbetrieb Stadtentwässerung  
und Umweltanalytik (SUN) der Stadt Nürnberg

Seiten 44/45 und 48/49:  
Fotos und Grafiken Servicebetrieb Öffentlicher Raum (SÖR) der Stadt Nürnberg

alle anderen:  
Hochbauamt Stadt Nürnberg



