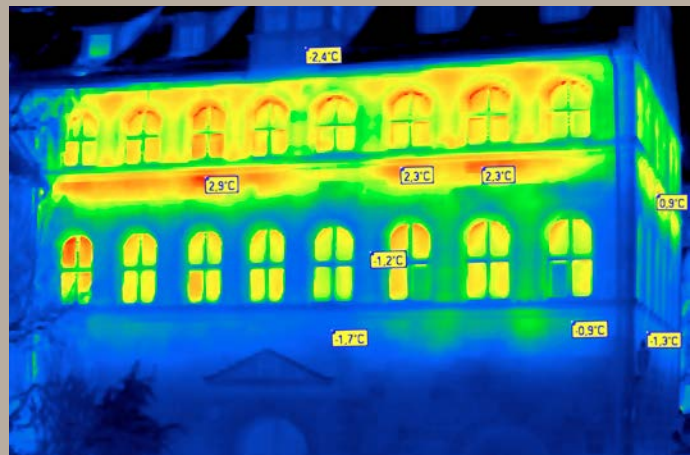


ENERGIE BERICHT 2015



Impressum

Herausgeber	Stadt Nürnberg / Planungs- und Baureferat Bauhof 9 90402 Nürnberg
Redaktion	Hochbauamt Bereich Technik Kommunales Energiemanagement Marientorgraben 11 90402 Nürnberg Telefon: 0911 / 231 – 42 64 Telefax: 0911 / 231 – 76 30
Gestaltung	Gestaltung: Wolfgang Keller
Erschienen	September 2015
Titelbilder	Bildungszentrum Stadt Nürnberg Untere Talgasse 8 (Herrenschießhaus) Oberes Bild: Foto Ansicht Südfassade Unteres Bild: Thermografie Südfassade nach Sanierung mit Innendämmung im Erdgeschoss, Obergeschoss noch ungedämmt

Eingesparte Energie ist die sinnvollste Alternativenergie. Die beste Kilowattstunde ist immer noch die eingesparte – so lautet das Motto der Stadt Nürnberg.

Einen schonenden Umgang mit den natürlichen Ressourcen sehe ich auch aus Gründen des Klimaschutzes gerade in Zeiten des globalen Klimawandels als Herausforderung und als Pflicht für Nürnberg. Sparsamkeit ist aber auch ein Wert an sich. Der Stadtrat hat mit weit reichenden Beschlüssen den Weg zum verantwortungsvollen Umgang mit Energie und Wasser geebnet.

Neben dem Umweltschutz stellen sich die Fragen nach zukünftigen Energiepreisen und der zukünftigen Versorgungssicherheit. Energie ist einer der elementarsten Bereiche jedes ökonomischen Systems. Mit dem Sinken vorhandener Ressourcen gehen steigende Preise einher. So muss gerade beim Thema Energie das wichtige Schlagwort der „nachhaltigen Entwicklung“ Bestand haben und als allgemeine Zielsetzung der Politik bei der Diskussion von Zukunftsplanung und -entwicklung gelten. Besonders wichtig hierbei ist neben industriellen Verbräuchen und dem Verkehr der Bereich Gebäudeenergieeffizienz, bei dem wir Kommunen eine wichtige Vorbildrolle inne haben.

Aus diesem Grund wird kommunales Energiemanagement mit seinen verschiedenen Möglichkeiten zur Energie- und Kosteneinsparung immer wichtiger. Das 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 (KEM) sowie alle Abteilungen und Mitarbeiter der Bauverwaltung und der nutzenden Dienststellen.



Der Energiebericht 2015 informiert über die Entwicklung der Energie- und Wasserverbräuche dieser Liegenschaften sowie der dazugehörigen Kosten und CO₂-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 2013 und 2014 dargestellt. Die bisher erzielten Erfolge sind für uns Ansporn, weitere Einsparungen bei den Verbräuchen, Kosten und CO₂-Emissionen zu erreichen. Mit dem aktuellen Bericht laden wir Sie ein, sich über die vielfältigen Aktivitäten des Baureferates auf diesem Feld zu informieren.

Nürnberg, September 2015

Daniel F. Ulrich
Planungs- und Baureferent
der Stadt Nürnberg



1

Überblick

2

**Entwicklung
Kosten, Verbräuche,
CO₂-Emissionen,
erneuerbare Energien**

3

**Handlungsfelder
aktueller Stand und
Projektbeispiele aus
den Jahren 2013/14**

4

**Einsparerfolge
in Eigenbetrieben**



Solarthermieranlage auf dem Luitpoldhaus



Überblick

1

1.0 Überblick

Unter den heutigen Rahmenbedingungen ist es eine Notwendigkeit, sich engagiert um die Senkung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften zu kümmern. Zum einen zwingt

die Entwicklung der Energiepreise hierzu, zum anderen ist heute klar, dass nur mit engagierten Energieeinsparungsbemühungen gravierende Folgen in Ökonomie und Ökologie abgewendet

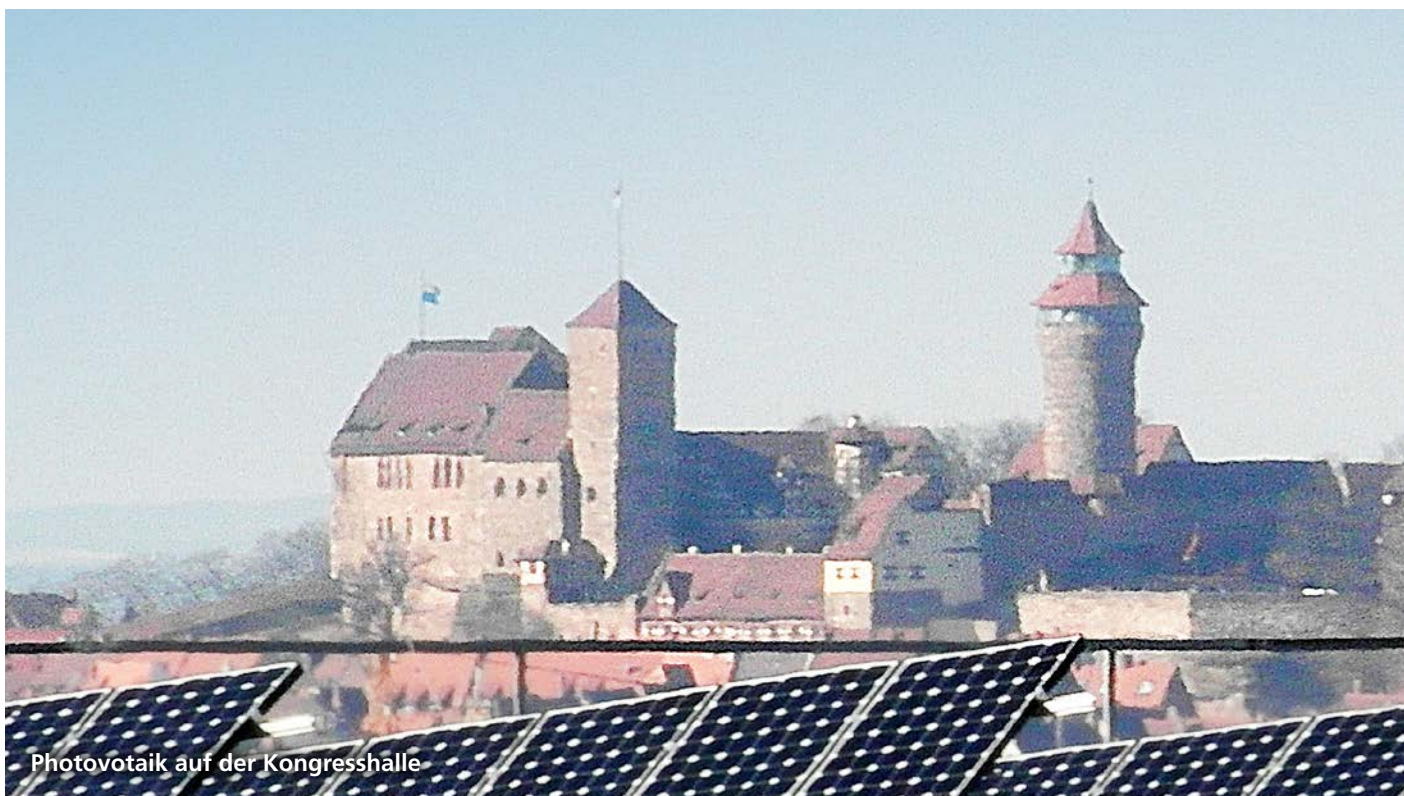
werden können. Lange schon im Bewusstsein ist zudem die Tatsache, dass die fossilen Energien endlich sind.

Übergeordnete Zielstellungen sind deshalb:

- ▶ den Energieverbrauch zu reduzieren (bei steigenden Nutzflächenbedarfen)
- ▶ die Energie- und Wasserkosten zu optimieren (bei steigenden Preisen)
- ▶ die energiebedingten Schadstoffemissionen zu senken sowie
- ▶ eine Vorbildfunktion - auch in der baugestalterischen Umsetzung - wahrzunehmen.

Prinzipiell gibt es für die Kommunen zur Erreichung der formulierten Zielstellungen drei sich ergänzende Arbeitsrichtungen:

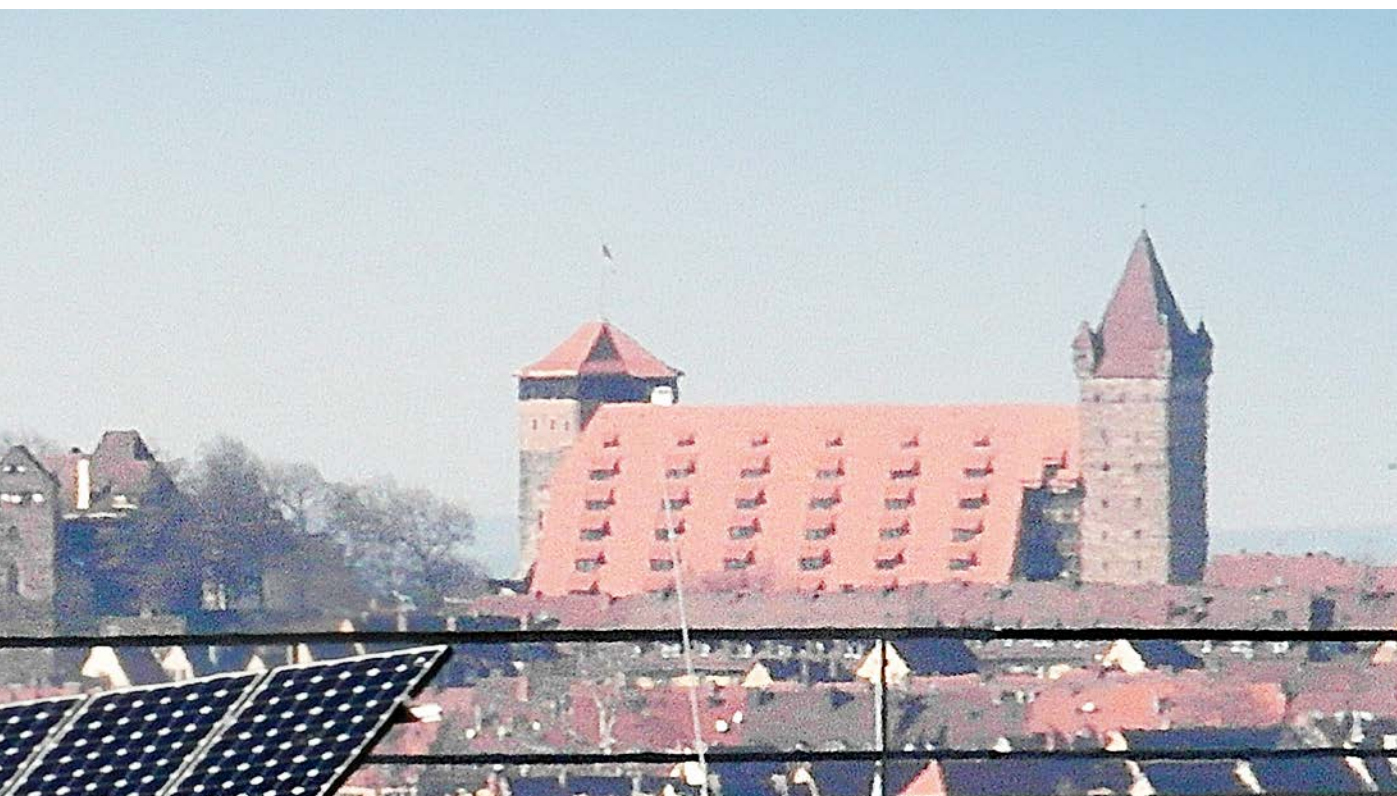
- ▶ regenerative Energieformen einzusetzen sowie deren Anteil schrittweise zu steigern
- ▶ Energie einzusparen, also weniger zu verbrauchen (Nutzerverhalten und nichtinvestive Maßnahmen)
- ▶ Gebäude und Anlagentechnik zu sanieren und Neubauten energieeffizient zu errichten.



Photovoltaik auf der Kongresshalle

Instrumente zur Umsetzung:

Energiecontrolling	Verbrauchsdatenbeschaffung, -pflege und -überwachung Bewertung mittels Vergleichskennzahlen/Benchmarks Gebäudebegehungen, Messungen, Schwachstellenanalysen Intervention bei Auffälligkeiten Initiierung von Optimierungsmaßnahmen und Erfolgskontrolle
Energiebeschaffung	Beratung bei Vertragsabschlüssen Preisvergleiche Optimierung von Verträgen, Tarifen und Anschlusswerten
Information und Motivation	Motivationsprogramm „KEiM“ für Schulen und KiTas Energiesparpreis Energiespartipps, -broschüren Projekt-Infos Energiebericht Seminare, Workshops, Vorträge, Führungen
energetische Qualitätssicherung	Entwicklung energetischer Zielvorgaben und Standards Durchführen energetischer Projektsteuerung mit Monitoring und energetischer Betriebsoptimierung Umsetzung Energieeinsparverordnung/EEWärmeG: Energieausweise, Aushangpflicht, Nachrüstung oberste Geschossdeckendämmung
Projekte	Einsatz erneuerbarer Energien Durchführen von Pilot-, Lern- und Demoprojekten Einwerben von Fördermitteln





Photovoltaik auf der Kongresshalle



Entwicklung,
Kosten, Verbräuche,
CO₂-Emissionen,
erneuerbare Energien

2

2.0

Entwicklung Kosten, Verbräuche, CO₂-Emissionen und erneuerbare Energien

Dargestellt sind die Energie- und Wasserkosten, die Verbräuche sowie die energiebedingten CO₂-Emissionen für sämtliche städtischen Gebäude (ca. 1.700) mit einer Nettogrundfläche von derzeit

rund 1,46 Mio. m². Beinhaltet sind 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).

2.1

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 CO₂-Emissionen in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

	Verbrauch	Kosten	CO ₂ -Emissionen
Strom	104,6 GWh	23,9 Mio. EUR	45.618 t
Wärme	136,0 GWh	11,1 Mio. EUR	60.025 t
Summe Energie	240,6 GWh	35,0 Mio. EUR	105.643 t
Wasser/Abwasser	0,709 Mio. m ³	2,9 Mio. EUR	
Summe Energie und Wasser		37,85 Mio. EUR	

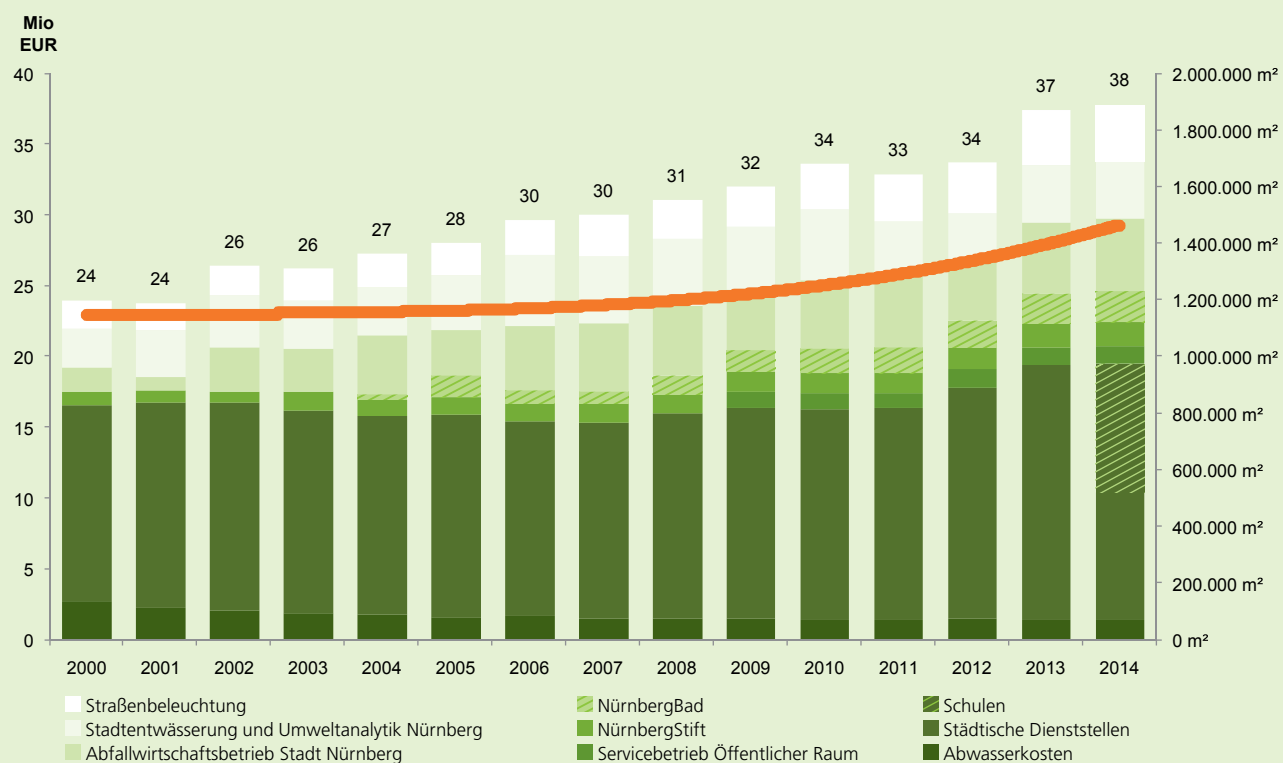
Die Entwicklung der Gesamtkosten für Energie und Wasser basiert auf den tatsächlich abgerechneten Daten des Nürnberger Energieversorgungsunternehmens N-ERGIE AG, des Zweckverbandes Schwarzachgruppe sowie verschiedener Öl-, Flüssiggas- und Holzlieferanten. Die Abwasserkosten stehen in direktem Bezug zu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

Während im Jahr 2000 die Kosten für Strom, Wärme und Wasser rund 24 Mio. EUR betrugen, haben sich diese, trotz gesunkener absoluter und spezifischer Verbräuche auf 37,85 Mio. EUR im Jahr 2014 erhöht. Das entspricht einer Kostensteigerung um rund 58% gegenüber dem Jahr 2000. Die Ursachen liegen einerseits in den steigenden spezifischen Energie- und Wasserpreisen und andererseits im kontinuierlichen Flächenzu-

wachstum durch An- und Neubauten. Seit 2000 hat sich die Nettogrundfläche der städtischen Gebäude und Eigenbetriebe von 1,15 Mio. m² auf 1,46 Mio. m², also um rund 27% erhöht.

Ohne die umfassenden Aktivitäten der gesamten Stadtverwaltung zur Energieeinsparung wäre der Kostenanstieg deutlich höher ausgefallen.

Kostenentwicklung für Energie und Wasser mit Nettogeschossfläche (orangefarbener Graph)



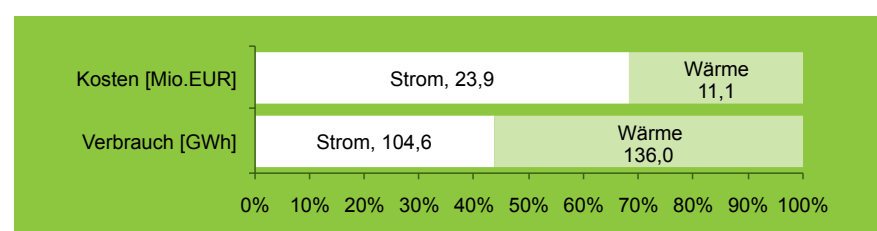
Die Kostendarstellung zeigt, dass die Eigenbetriebe jeweils einen relativ hohen Anteil an den Gesamtkosten haben, im Jahr 2014 rund 50%. Die anderen 50% teilen sich die Schulen und die übrigen städtischen Dienststellen etwa hälftig.

Die relativ große Steigerung von 2012 zu 2013 um rund 3,7 Mio. EUR (11%) ist, neben den Preissteigerungen, auf Verbrauchserhöhungen bei Wärme und Strom zurückzuführen. Die höheren Wärmeverbräuche traten vor allem bei der Kernverwaltung und die höheren Strom-

verbräuche bei den Eigenbetrieben SUN und ASN auf. 2014 ist die Kostensteigerung dank reduzierter Strom- und Wärmeverbräuche sehr moderat ausgefallen.

2014 betrug der Anteil des Stromverbrauchs am Gesamtenergieverbrauch rund 44%; der Kostenanteil beträgt allerdings rund 68%.

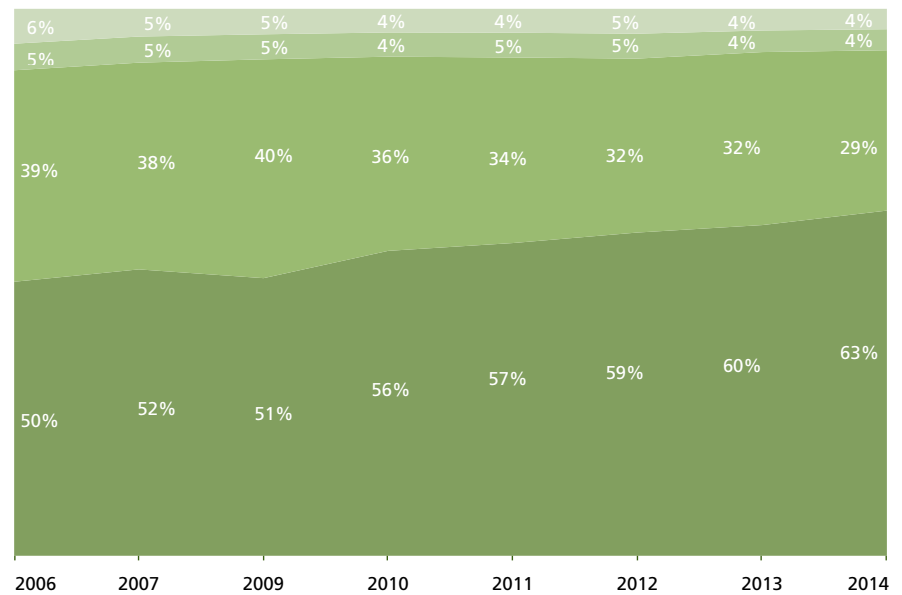
Verhältnisse Energieverbräuche und Energiekosten



Die Stromkostenanteile sind kontinuierlich seit dem Jahr 2006 von 50% auf 63 % gestiegen.

Entwicklung Kostenanteile je für

- Abwasser
- Wasser
- Wärme
- Strom



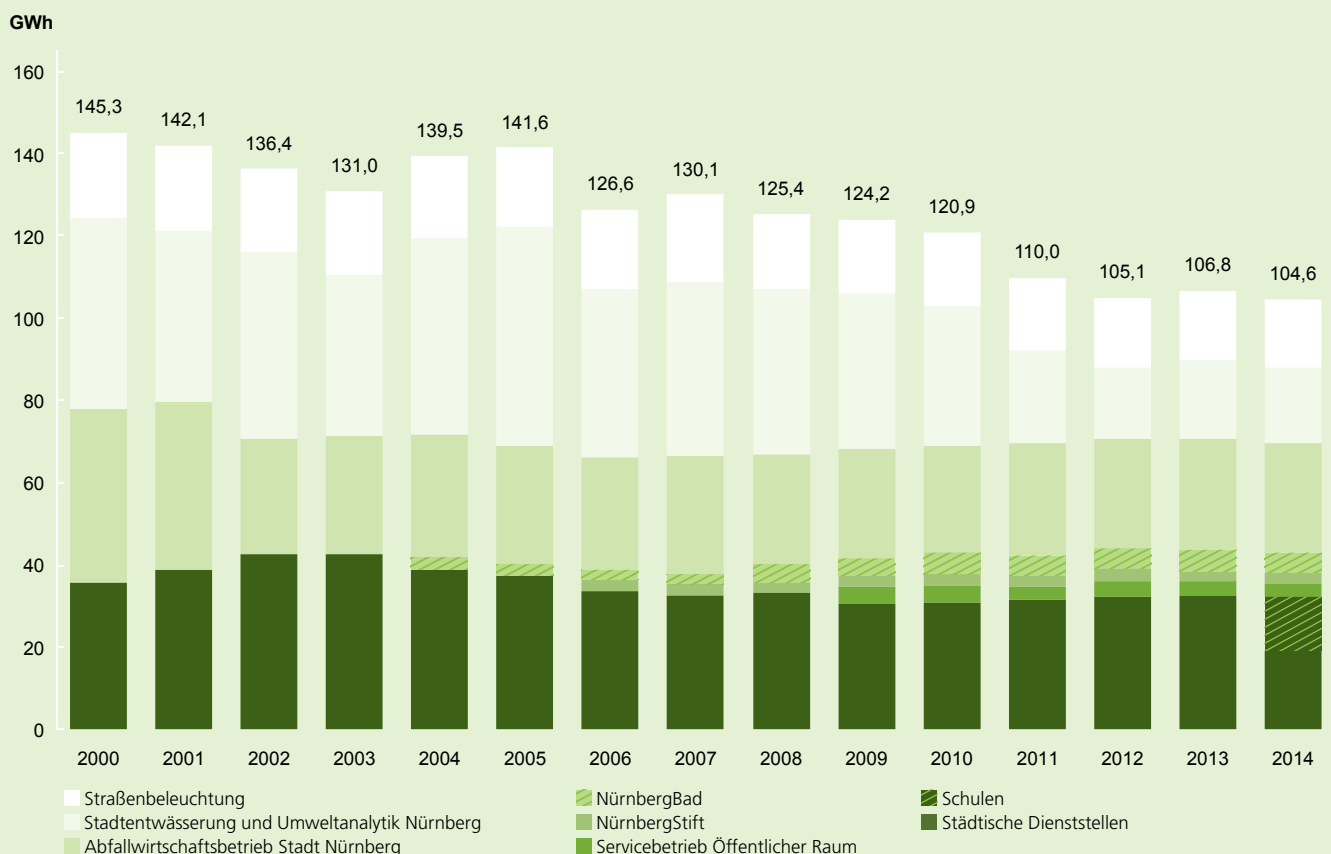
2.3 Strom-, Wärme- und Wasserverbräuche

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.

Entwicklung der Stromverbräuche



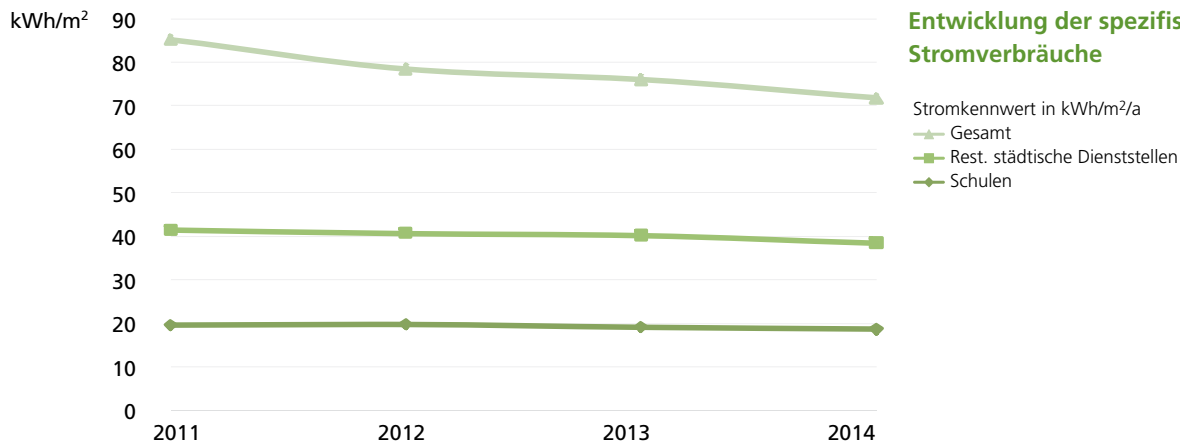
Werden die stadtweiten Aktivitäten zur Ausstattung und Erweiterung der Computer- und Kommunikationstechnik ab ca. 2004 und die sukzessive steigende Gebäudefläche in Betracht gezogen, ist das Einsparergebnis bei **Strom** ansehnlich. Insbesondere die Eigenbetriebe SUN und SÖR/Straßenbeleuchtung tragen mit ihren Aktivitäten maßgeblich zu diesem guten Ergebnis bei. Verbrauchserhöhun-

gen von 2012 zu 2013 bei den Eigenbetrieben SUN und ASN konnten 2014 wieder rückläufig gestaltet werden. Die Verbräuche für die Straßenbeleuchtung sinken trotz Erweiterung des beleuchteten Straßennetzes.

Die Entwicklung der spezifischen Stromverbräuche (jeweils auf die Gebäudefläche bezogen) zeigen ein langsames

Absinken der Stromkennwerte seit 2011, sowohl beim Kennwert Gesamtverbrauch/Gesamtfläche (inkl. Eigenbetriebe), als auch bei der Einzelbetrachtung für Schulen und die restlichen Dienststellen (detailliertere Flächendaten liegen erst seit 2011 vor).

An der sinkenden Tendenz haben vor allem die Eigenbetriebe einen großen Anteil.



Die Entwicklung wird sich mit zunehmender Ausstattung der Gebäude mit Lüftungsanlagen und Aufzügen, insbesondere bei Schulneubauten und -sanierungen und trotz Effizienzverbesserungen und sparsamen Nutzerverhalten in den nächsten Jahren voraussichtlich nicht fortsetzen lassen. Verstärkte

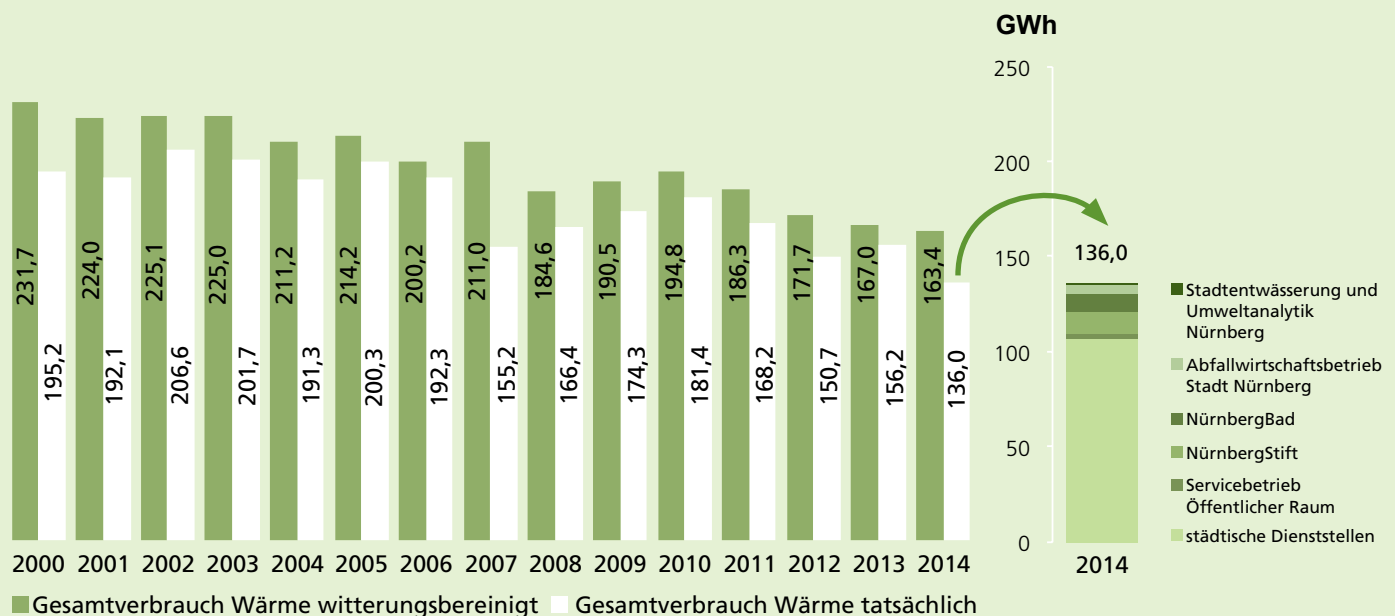
Bemühungen zum Einsatz von Photovoltaikanlagen zur Eigenstromnutzung könnten einen negativen Trend bremsen.

Zur besseren Vergleichbarkeit der **Wärme**verbräuche 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 35% festzustellen.

Die Verbräuche, der Heizenergieträger (ohne Wärme aus Solarthermie, Geothermie, Klärgas) konnten seit dem Jahr

2000 um rund 30% auf 136 GWh im Jahr 2014 gesenkt werden. Dazu trägt auch der sehr milde Winter 2014 bei.

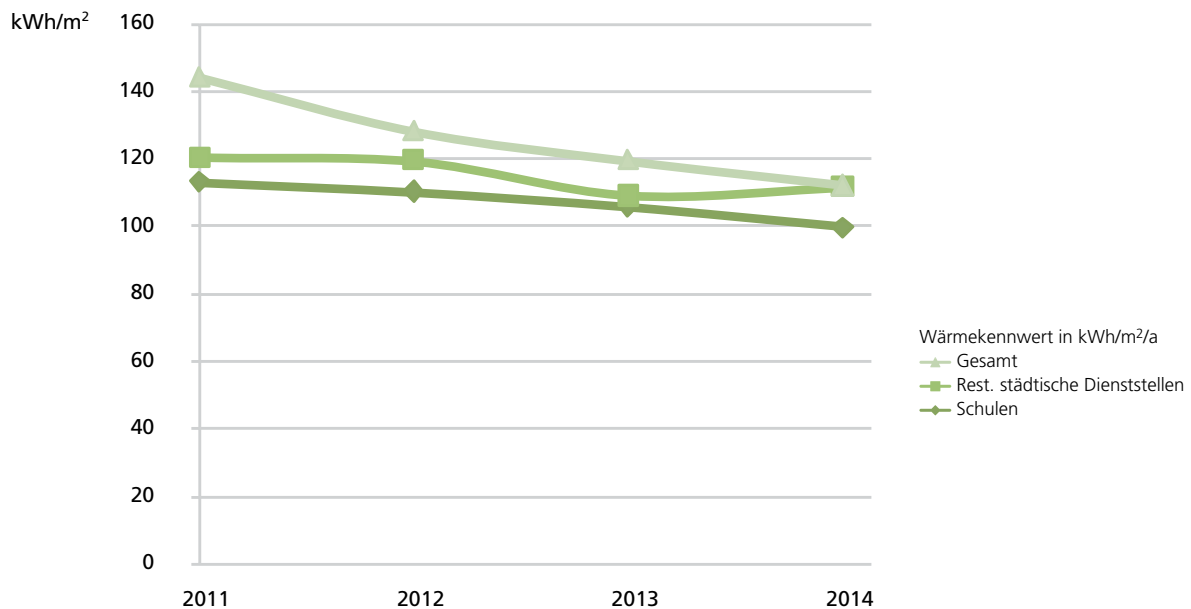


Anteile an den Einsparerfolgen der Jahre 2013 und 2014 haben alle städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe annähernd gleichermaßen. Trotz Flächenerweiterungen um rund

27% seit dem Jahr 2000 konnten die absoluten tatsächlichen und witterungsbereinigten Heizenergieverbräuche gesenkt werden. Die Darstellung der spezifischen Heizenergieverbräuche (flächenbezogen)

auf Grundlage der witterungsbereinigten Verbräuche macht die Einsparerfolge und Effizienzverbesserungen für die Wärmemedien deutlich.

Entwicklung der spezifischen Heizenergieverbräuche



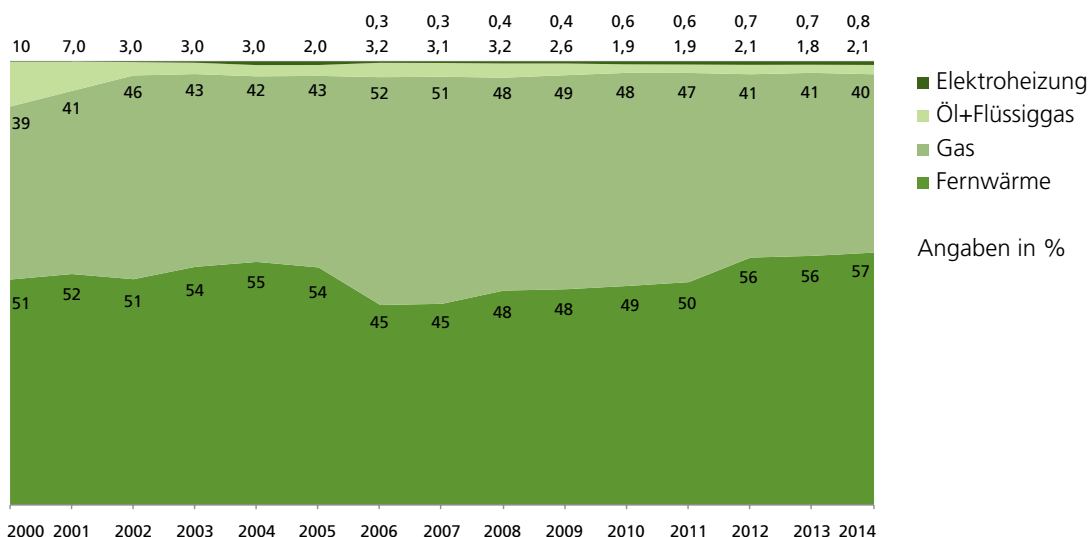
Die Heizenergieverbrauchskennwerte für die städtischen Gebäude und Eigenbetriebe sinken von rund 145 kWh/m²a im Jahr 2011 auf 112 kWh/m²a im Jahr 2014. Anteil an den Effizienzsteigerungen im Bereich Wärme haben neben den Eigenbetrieben auch die Schulen und restlichen städtischen Dienststellen. Energieeffiziente Neubaumaßnahmen sowie die umfassenden Maßnahmen des Konjunkturpaketes II in den Jahren

2010 und 2011, aber auch kleinere Sanierungsmaßnahmen zeigen hier ihre Wirkungen.

Der Anteil an primärenergetisch mit dem Faktor NULL bewerteter Fernwärme konnte in den letzten Jahren kontinuierlich auf 57% im Jahr 2014 erhöht werden. Mit rund 40% ist Erdgas immer noch der zweitwichtigste Energieträger. Der Anteil von Öl- und Flüssiggasheizungen bleibt mit rund 2% weiter sehr

gering. Diese Beheizungsart wird in der Regel nur dort eingesetzt, wo eine Versorgung mit Gas oder Fernwärme nicht oder nur schwer möglich ist. Der Anteil an Liegenschaften, die mit Strom beheizt werden, ist in den letzten Jahren leicht auf 0,8% gestiegen. Hierzu gehören Verbräuche von Wärmepumpenheizungen, von Objekten mit Nachtspeicherheizungen sowie Elektroheizungen von Containerbauten/Raumzellengebäuden.

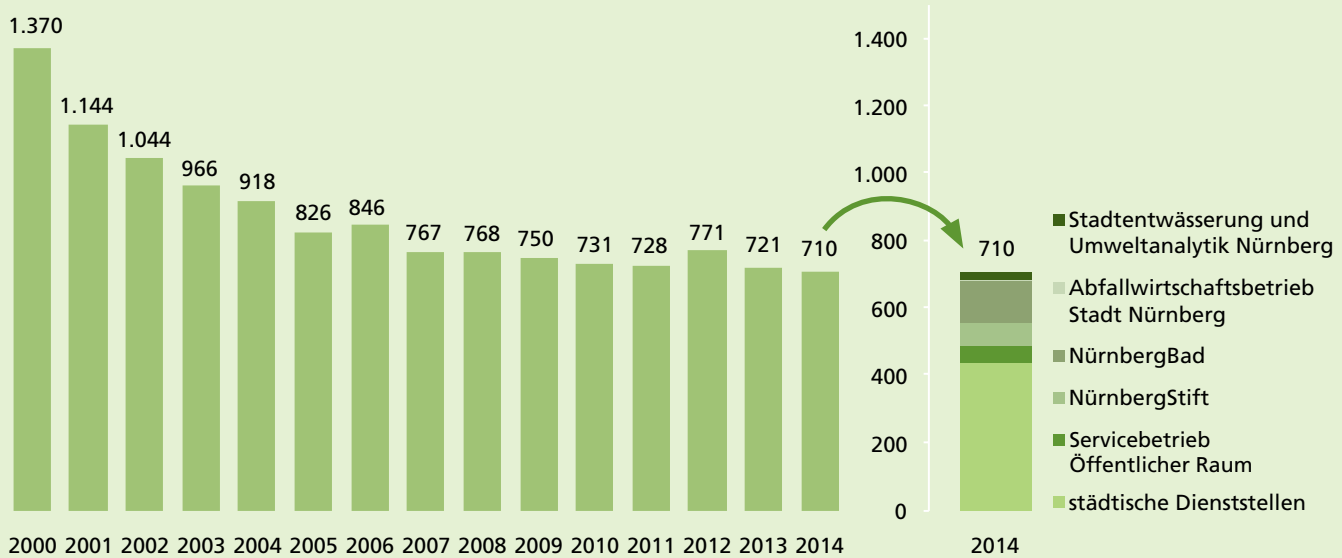
Entwicklung der Anteile der Energieträger zur Wärmeversorgung



Die **Wasser**verbräuche konnten seit dem Jahr 2000 um rund 48% auf 710.000 m³ im Jahr 2014 gesenkt werden.

Die größten Anteile an den Einsparerfolgen haben die städtischen Dienststellen sowie die Eigenbetriebe SÖR und SUN.

Entwicklung der Wasserverbräuche (in 1.000 m³)



CO₂-Emissionen

2.4

Gegenüber dem Stand im Jahr 2000 sanken die CO₂-Emissionen um ca. 52% auf rund 60.000 Tonnen pro Jahr.

Photovoltaik im Nordostbad





Großen Anteil an dieser positiven Entwicklung hat die Umstellung des Heizkraftwerkes der N-ERGIE von Kohle auf Erdgas sowie die zunehmende Nutzung von Holz und Biogas zur Strom- und Wärmeproduktion. Seit 2007 ist

deshalb der CO₂-Faktor der Fernwärme mit 0,0 g/kWh zertifiziert. Aber auch die Integration von Ökostrom, vor allem aus Wasserkraft, hat schrittweise die CO₂-Faktoren des N-ERGIE-Strommixes reduzieren können. Maßgeblich für die

Reduzierung der CO₂-Emissionen sind jedoch die Einsparungen bei Strom und Heizenergie sowie die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien zur Strom- und Wärmebedarfsdeckung.

2.5 Erneuerbare Energien

Der Einsatz erneuerbarer Energien ist ab 2006 nennenswert.

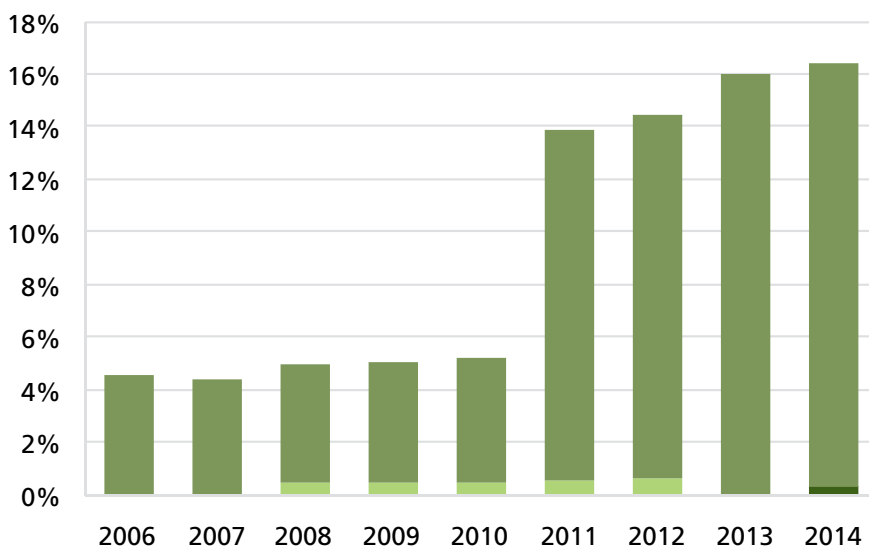
Noch ist die Anteilsdeckung am **Gesamtstromverbrauch** der städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe durch stadteigene Photovoltaikanlagen

mit rund 0,3% im Jahr 2014 relativ gering. 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

derzeit die BHKWs des Klärwerkes (SUN), die mit Klärgas Strom und Wärme produzieren. Damit beträgt der Anteil des regenerativ erzeugten Stroms am Gesamtstromverbrauch im Jahr 2014 rund 16%.

Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom

- Klärgas
- Rapsöl
- Stadteigene PV



Der Anteil regenerativ erzeugter **Wärme** am gesamten Wärmeverbrauch beträgt 2014 rund 18%. Den Hauptanteil erbringt die Nürnberger Fernwärme. Durch Abwärmenutzung der Müllverbrennung sowie die Holz- und Biogasanteile im Fernwärmeverbundnetz hat sie derzeit einen regenerativen Anteil von 25% an

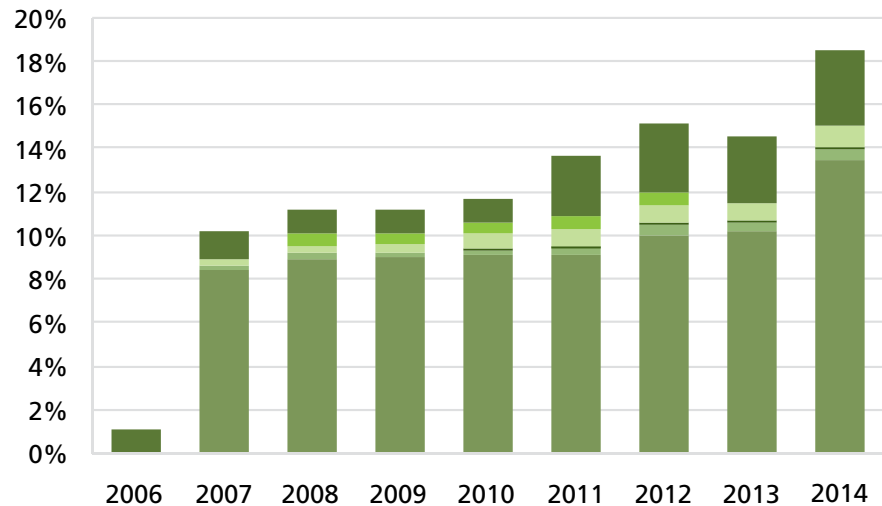
der Fernwärmeproduktion im gesamten Verbundnetz. Daraus ergibt sich ein erneuerbarer Anteil von rund 13% beim Fernwärmeverbrauch für die städtischen Gebäude. Der Anteil des Klärgases, welches in den BHKWs des Klärwerkes (SUN) zur Wärmeproduktion für die Gebäudebeheizung verwendet wird, beträgt im-

merhin rund 3%. Das Klärwerk versorgt sich damit für den Bereich Wärme bereits selbst.

Die Nutzung von Geothermie, Solarthermie und Holz machte im Jahr 2014 jeweils nur relativ geringe Anteile am gesamten Wärmeverbrauch der Stadt von rund 0,1 bis 1% aus.

Nutzung von regenerativ erzeugter Wärme

- Klärgas
- Rapsöl
- Holz
- Geothermie
- Solarthermie
- Fernwärme



Klärgas-BHKW im Klärwerk

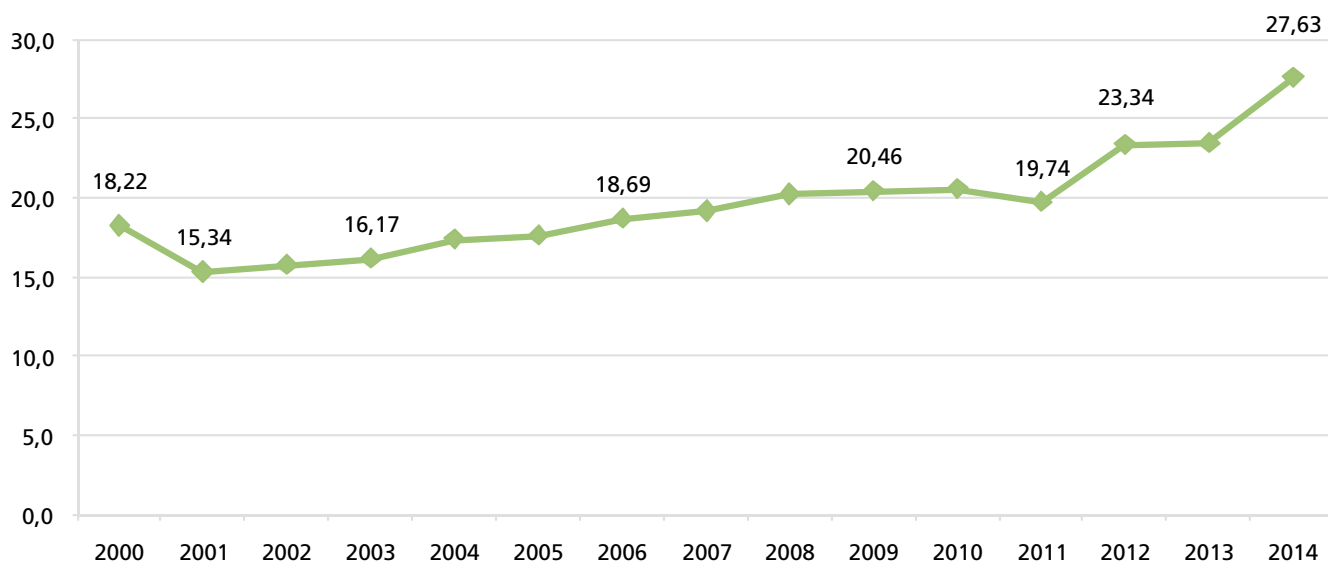
2.6 Energiepreisentwicklungen

Bei den **Stromlieferungen** durch den nürnbergener Energieversorger N-ERGIE wird je nach Verbrauchsstruktur und Anschlussart der Gebäude zwischen ver-

schiedenen Netzebenen unterschieden. Dargestellt ist beispielhaft die Strompreisentwicklung anhand des Ökostromtarifes der Netzebene 6.

Die Preisschwankungen innerhalb der Netzebenen sind teilweise unterschiedlich, die Tendenz jedoch für alle Netzebenen identisch.

Strompreisentwicklung der Netzebene 6 (ct/kWh)



Seit der Liberalisierung des Strommarktes im Jahr 2001 steigt der Strombruttopreis deutlich an. Nach einer leichten Strompreisreduzierung im Jahr 2011 erfolgten anschließend teilweise beträchtliche

Strompreisanhebungen auf 27,63 ct/kWh im Jahr 2014 bei der Netzebene 6. Setzt man den gesamten Stromverbrauch des Jahres 2014 in Bezug zu den Gesamtkosten, beträgt der so gemittelte Strompreis

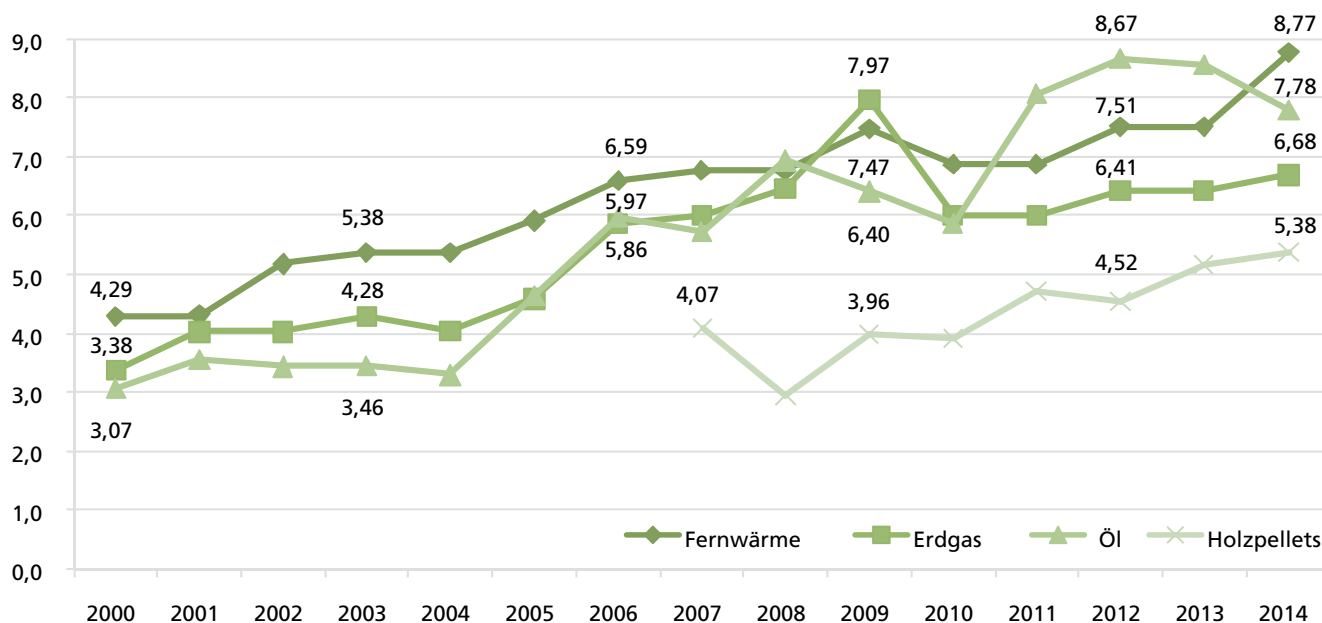
für alle städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe inkl. Grundkosten und Gebühren im Jahr 2014 25,77 ct/kWh.

Das Preisniveau aller **Wärmeenergieträger** steigt kontinuierlich. Die Fernwärme ist dabei immer teurer als Erdgas, während

die Heizölpreise starken Schwankungen unterliegen. Die seit 2007 in den Vergleich aufgenommenen Preise für Holzpellets

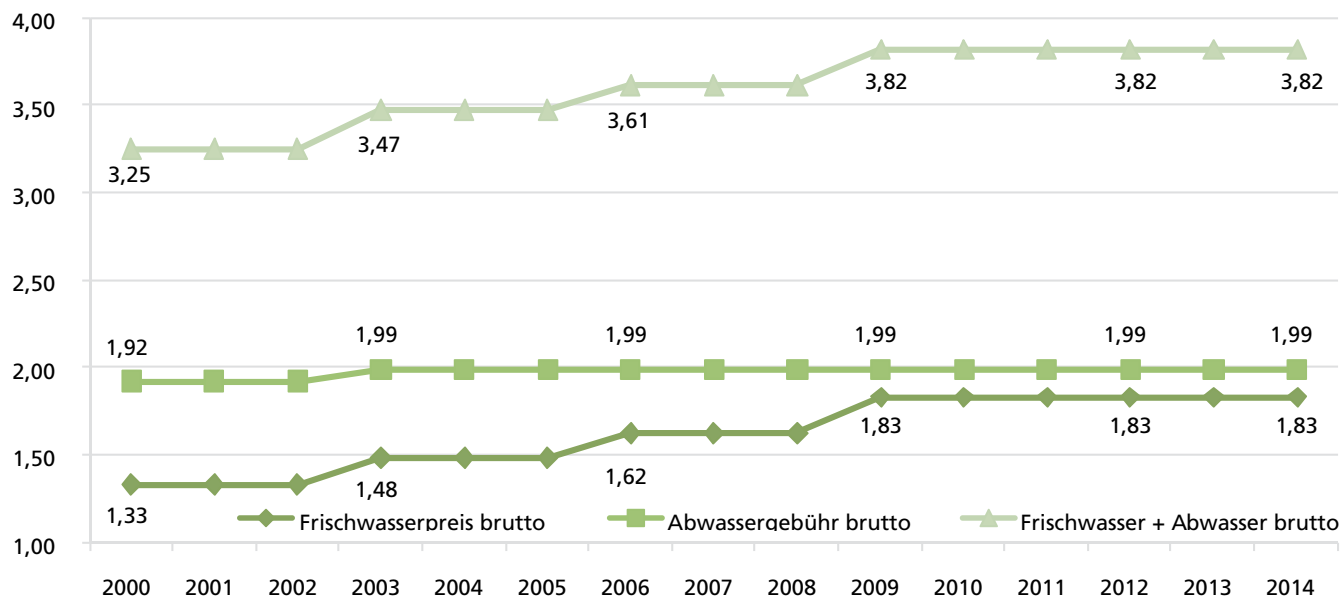
unterliegen ebenfalls Schwankungen, wobei sie stets unter dem Preisniveau der fossilen Energieträger liegen.

Wärmepreisentwicklung Energieträger (ct/kWh)



Ein Kubikmeter **Wasser** belastet den städtischen Haushalt einschließlich Abwassergebühr und Mehrwertsteuer gegenwärtig mit 3,82 EUR. Seit 2009 gab es keine Preissteigerungen mehr.

Wasser- und Abwasserpreisentwicklung (EUR/m³)





Luitpoldhaus/Stadtbibliothek



Handlungsfelder
aktueller Stand und
Projektbeispiele aus
den Jahren 2013/14

3

Handlungsfelder – aktueller Stand und Projektbeispiele aus den Jahren 2013 und 2014

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**.

KEM baut Strukturen auf, initiiert Aktivitäten, steuert Prozesse; dies jedoch niemals allein. Das aktive Mitwirken aller ist die Basis für nachhaltige Erfolge. Essentiell ist es deshalb, alle Verantwortlichen in den Dienststellen und Eigenbetrieben, alle Mitarbeiter/innen der Stadtverwaltung und der Fachabteilungen

des Hochbauamtes in geeigneter Weise einzubeziehen. So versteht sich KEM als Initiator, Motivator, Projektbegleiter und Dienstleister sowie als Kompetenz- und Beratungspartner für alle Bereiche des energiesparenden und ressourcenschonenden Planens, Bauens und Betreibens. 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 90-er Jahre, wie Energiecontrolling, Schwachstellenanalysen und die Initiierung von Optimierungsmaßnahmen, Arbeitsbereiche erweitert, 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) hinzu. Nicht zuletzt ist die gestalterische Integration energetischer Maßnahmen, seien es Photovoltaikanlagen auf Dächern oder das Dämmen ganzer Gebäude, eine wichtige Koordinationsaufgabe in allen Projekten. Nachfolgend werden die wesentlichen Handlungsfelder der Jahre 2013 und 2014 anhand von Projektbeispielen mit den wichtigsten Ergebnissen vorgestellt.

Grundsätzliche Handlungsfelder Energiemanagement Hochbauamt Stadt Nürnberg

Gebäudelebenszyklus

Projektentwicklung	Neubau / Erweiterung	Betrieb / Sanierung / Umbau
		operatives Energiecontrolling • Verbrauchsdatenbeschaffung, -pflege und -überwachung • Benchmarkvergleiche • Gebäudebegehungen, Messungen, Schwachstellenanalysen • Intervention bei Auffälligkeiten • Initiierung von Optimierungsmaßnahmen und Erfolgskontrolle
	Energiebeschaffung • Optimierung von Verträgen, Tarifen und Anschlusswerten • Preisvergleiche und Beratung	
Information und Motivation • Schulprogramm KEiM • Energiesparpreis für Dienststellen • Energiespartipps, Broschüren, Projekt-Infos, Energiebericht • Seminare, Workshops, Vorträge, Führungen		
Energetische Qualitätssicherung • energetische Ziele und Standards für Neubau und Sanierung • energetische Projektsteuerung mit Monitoring und Betriebsoptimierung • EnEV/EEWärmeG, Energieausweise, Dämmung oberste Geschossdecken		
Projekte • erneuerbare Energien • Pilot-, Demo- und Lernprojekte • Fördermittel		

Energieverbrauchscontrolling ist die zentrale Aufgabe jeder Energiemanagementeinheit. Es umfasst das strukturierte Erfassen, Bewerten und Analysieren von Energie- und Wasserverbräuchen und die damit verbundenen Kosten. Darauf aufbauend werden durch betriebliche, organisatorische und investive Maßnahmen Verbräuche und Kosten optimiert.

Mit den derzeit im operativen Energiecontrolling betreuten Objekten sind bzgl. Energiekosten rund 90% der städtischen Verbraucher einbezogen.

Zur Information der Energieverantwortlichen und der Gebäudenutzer werden regelmäßig Rückmeldeberichte mit Verbrauchsdaten, Kommentaren und Empfehlungen erstellt. Darüber hinaus können zurzeit die Nutzer von 33 Schulen von

der Möglichkeit Gebrauch machen, ihre Verbrauchswerte über die Online-Maske der eingesetzten Energiemanagementsoftware selbst auszuwerten.

Manuelle Datenerfassung

Bei diesem Verfahren lesen die Hausmeister/innen der Liegenschaften die aktuellen Zählerstände ab und melden sie per Fax oder E-Mail an KEM.

Automatische Datenerfassung

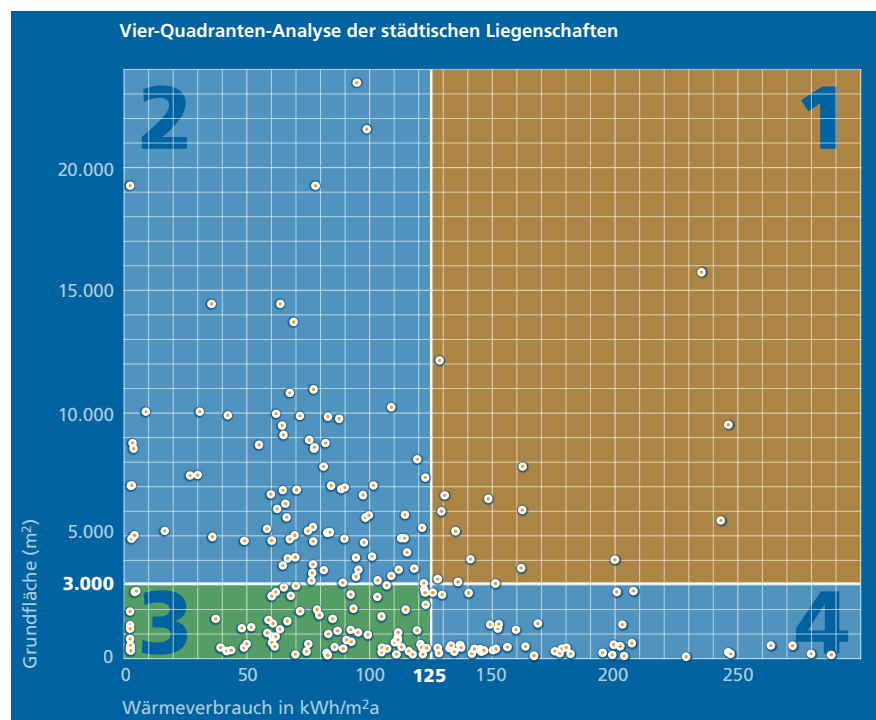
Dabei werden Zähler in Objekten automatisiert ausgelesen. Die automatische Datenerfassung ermöglicht eine kontinuierliche und detaillierte Datenerhebung, mit deren Hilfe genaue Verbrauchsverläufe und Lastgänge ausgewertet werden können. Diese wiederum können gut zur Betriebsoptimierung der technischen Anlagen genutzt werden.

	zusammengefasste Objekte mit mindestens einem Gebäude	Lieferverträge/ Zähler
Gesamtbilanz- betrachtungen	540	2.900
Energie- controlling	334	2.300
automatisierte Datenerfassung	27	200

Die regelmäßige Ermittlung der Energieverbräuche ermöglicht die Erstellung von Benchmarks bzw. Verbrauchskennwerten. Dies sind Kenngrößen, die den jährlichen Energieverbrauch eines Gebäudes ins Verhältnis zu seiner Energiebezugsfläche (Nettogrundfläche) setzen. Vergleiche der städtischen Gebäude untereinander sowie mit bundesweit erhobenen Kennwerten ermöglichen das zielgerichtete Erschließen von Energieeinsparpotenzialen. Vorrangig werden dann die Liegenschaften untersucht, deren Kennwerte deutlich schlechter als die Vergleichswerte sind.

Ein Beispiel für die Ermittlung von Liegenschaften, die eines besonderen Augenmerks bedürfen, ist die Vier-Quadranten-Analyse. Dazu werden Gebäudegruppen mit ihren spezifischen Verbräuchen und mit ihrer Nettogrundfläche in einem Diagramm dargestellt.

Vier-Quadranten-Analyse der städtischen Liegenschaften



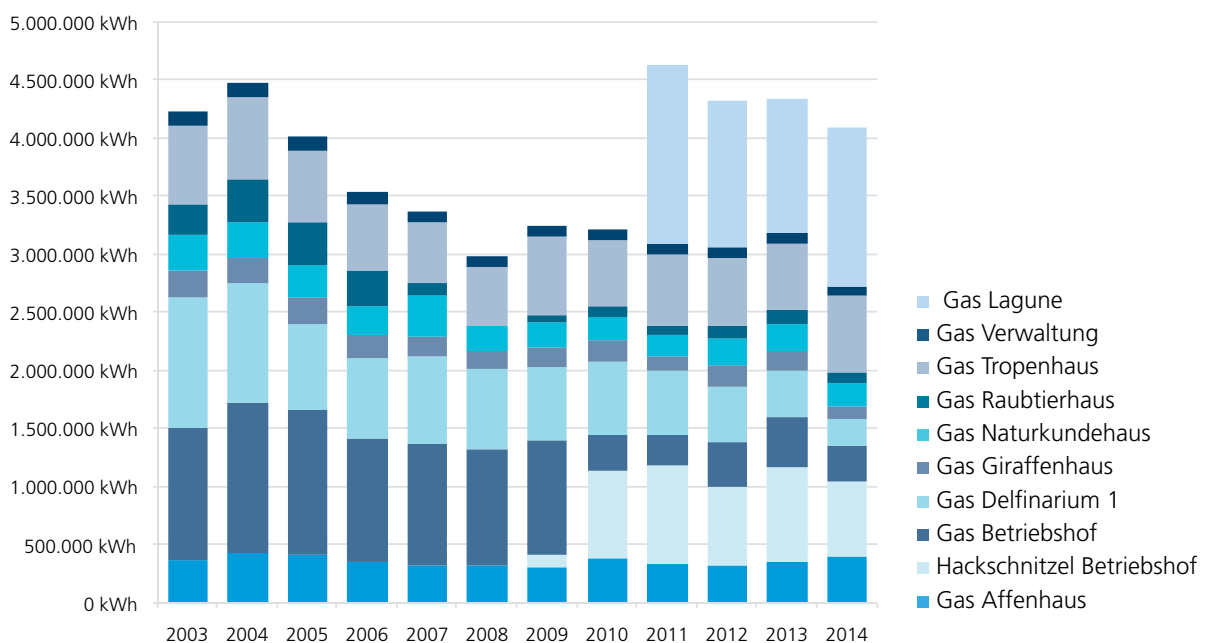
Projektbeispiel: Entwicklung der Energie- und Wasserverbräuche im Tiergarten



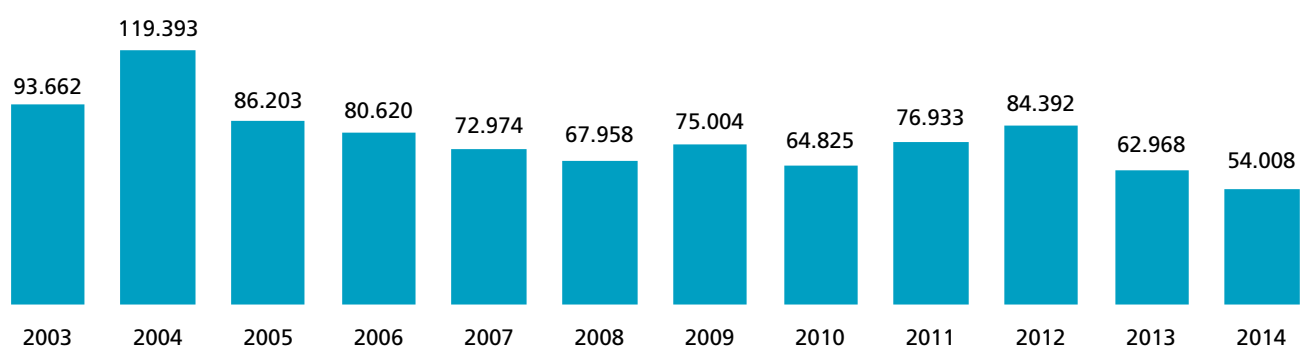
Durch die intensive Zusammenarbeit zwischen dem technischen Personal des Tiergartens und dem Hochbauamt, vertreten durch die Fachbereiche Heizung-Klima-Lüftung und KEM konnten im Jahre 2014 die Energie- und Wasserverbräuche deutlich gesenkt werden. Grundlage war die Schaffung einer umfassenden Zählerstruktur und die regelmäßige Erfassung aller Zählerstände durch das Tiergartenpersonal und die Auswertung durch KEM.

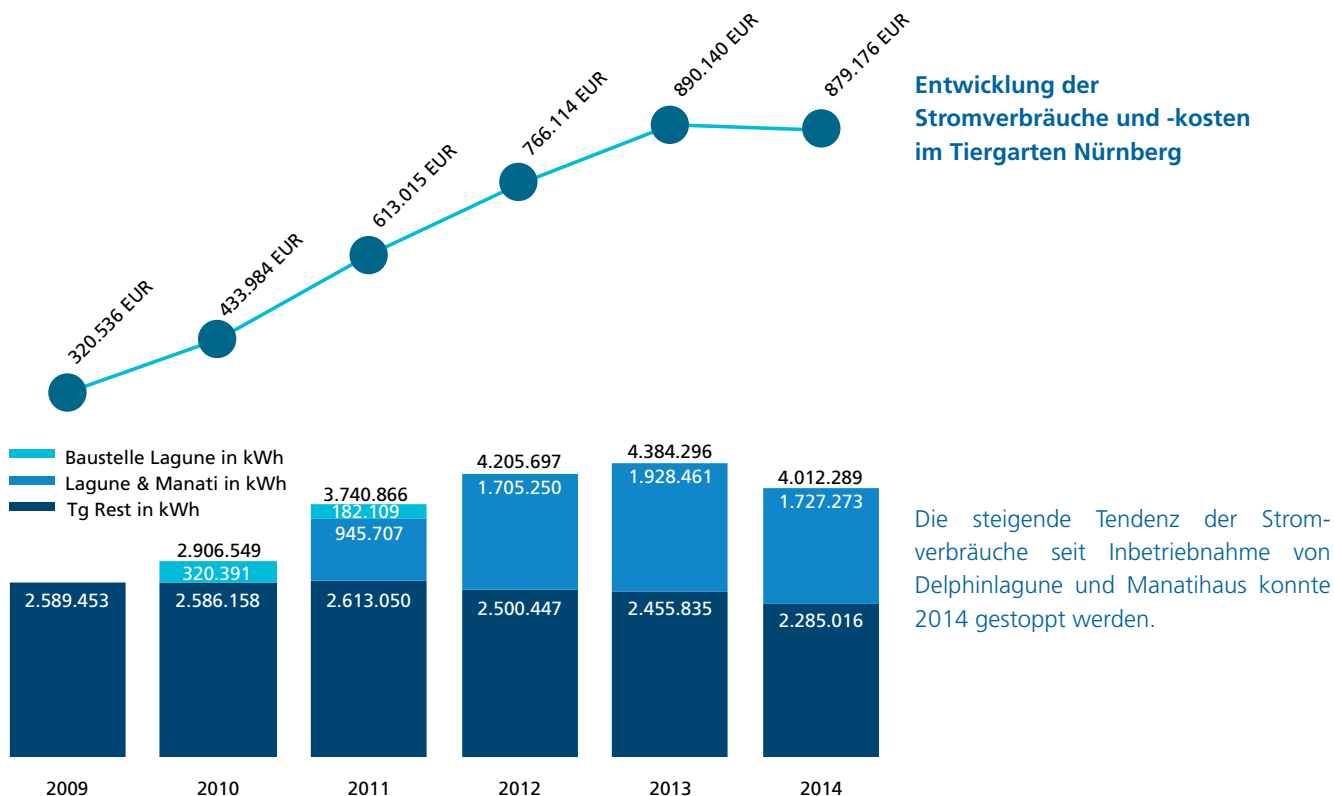
Die Heizenergieverbräuche (Gas- und Holz hackschnitzel, witterungsbereinigt) und die Stromverbräuche sinken seit 2011 kontinuierlich. Seit 2012 ist es auch gelungen, die Stadtwasserverbräuche (das von der N-ERGIE bezogene Wasser, Brunnenwasserverbräuche sind hierbei nicht enthalten) sukzessive zu reduzieren.

Entwicklung der Heizenergieverbräuche im Tiergarten



Entwicklung der Stadtwasserverbräuche im Tiergarten in m³





Energie- und Wassereinsparmaßnahmen im Tiergarten 2013/2014

	Heizung	Strom	Wasser
Veränderung Sollwerte	- Raubtierhaus - Delphinarium I	Optimierungen zum energiesparenderen Betrieb der Wasseraufbereitungen von Delphinlagune und Manatihaus	
Nutzungsänderungen	Stilllegung Delphinarium II		
	Schleuse Giraffenhaus		
Sanierungen	- Heizungsaustausch Verwaltungsgebäude - Naturkundehaus - Umbau im Obergeschoss zu Bionikum mit energetischer Sanierung	sukzessiver Austausch von Beleuchtungsmitteln in allen Tiergartenobjekten	Reduzierung der Anzahl an automatischen Tiertränken
Heizungs-umstellungen		Umstellung von Warmstätten von Strom- auf Gasheizungen	
Erneuerbare Energien und BHKWs	- Einbau von zwei BHKWs im Naturkundehaus und Affenhaus - Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Lokscheunen des Kleinen Adler (Mietanlage von der N-ERGIE) - längere (optimierte) Laufzeit des BHKWs		
Wasserversorgung			- Ausbau Brunnenwassernetz, u.a. Anschluss Elefantenhaus - Beseitigen Leitungsleckagen im Erdreich

Projektbeispiel: Abschaltung der Warmwasseranlagen in Schulen in den Sommerferien

Das seit 2009 erfolgreich laufende Projekt der Sommerabschaltung von Warmwasseranlagen wurde weitergeführt. Die Abschaltung der kompletten Heizanlagen führt, neben Einsparungen beim Wärmeverbrauch, auch zu einer Stromersparnis durch das Abstellen der Heizungspumpen.

Eine enge Zusammenarbeit mit den

Fachbereichen Heizungs-, Klima-, Lüftungstechnik sowie Maschinen- und Sanitärtechnik des Hochbauamtes, dem Arbeitskreis Bauen-Umwelt-Gesundheit, den Schulhausmeister/innen sowie dem Sportservice Nürnberg ist erforderlich, um alle hygienischen Betriebsanforderungen einhalten zu können.

Grundsätzlich lässt sich durch die Ver-

brauchsauswertungen im Rahmen der Projektdurchführung erkennen, dass bei den meisten Schulen der Warmwasserbedarf sehr gering ist. Bei einer zentralen Warmwasserbereitung ist aber der notwendige Energieeinsatz für die Bereithaltung des Warmwassers, aufgrund der hohen Bereitschaftsverluste der Heizkessel, relativ hoch.

Abschaltung von Warmwasseranlagen in Schulen im Sommer

	2013/2014	seit 2010
Anzahl Schulen	44	82
Realisierte Einsparung	33.000 EUR	77.000 EUR

3.2

Schwachstellenanalysen, Energie- und Sanierungskonzepte

Regelmäßige Gebäudebegehungen erlauben Schwachstellenanalysen zu Gebäude und Anlagentechnik mit dem Ziel, insbesondere nicht- oder geringinvestive Maßnahmen anzustoßen.

Energie- und Sanierungskonzepte sollen praktikable und wirtschaftliche Lösungswege aufzeigen, um systematisch Energieverbräuche, Energiekosten und

CO₂-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 eines

Umwelt-Bonus von derzeit 50 EUR je eingesparter Tonne CO₂, sind Bestandteil der Konzepte.

In den Jahren 2013 und 2014 wurde u.a. das Energiekonzept für den Neubau des Schulzentrums Südwest begleitet und ein Sanierungskonzept zur Erneuerung der Wärmeversorgung für den Affenberg im Tiergarten entwickelt.

Energie- und Sanierungskonzepte für Gebäude und Anlagentechnik

	2013/2014	seit 2000
Sanierung	4	94
Neubau	1	23

Projektbeispiel: Feuerwache 4 – Sanierungskonzept Lüftung

In der am Hafen liegenden Feuerwache 4 wurde zwischen 2010 und 2013 u.a. die veraltete Leitstelle in eine Redundanzleiste umgebaut. Die Planung des externen Ingenieurbüros sah den Austausch der Lüftungsanlage für den Umkleidebereich (Bestand Zu- und Fortluft ohne Wärmerückgewinnung) und eine neue Anlage für die Redundanzleiste, jeweils mit Wärmerückgewinnung vor. Die bestehende Lüftungsanlage, welche die alte Leitstelle, zwei Aufenthaltsräume und einen Technikraum im Keller versorgte, sollte bestehen bleiben. Daraufhin wurde von den Fachbereichen Heizung-Klima-Lüftung und KEM ein gemeinsam optimiertes Lüftungskonzept erarbeitet. Ganz entscheidend für eine mögliche Umsetzung des Konzeptes war die Einbeziehung der Leitungsebene der Wache. Im Konsens mit den Mitarbeitern und der Wachleitung wurde entschieden, auf die bisherige Klimatisierung und mechanische Belüftung der beiden Auf-

enthaltsräume zu verzichten.

Mit diesen Vorgaben konnte die dann nicht mehr notwendige alte Anlage entfallen und die ohnehin notwendige neue Anlage für die Redundanzleiste um die Versorgung des Technikraumes im Keller etwas vergrößert werden. Den Mehrkosten des optimierten Konzeptes von nur ca. 20.000 EUR stand eine rechnerisch ermittelte jährliche Stromkosteneinsparung von ca. 14.000 EUR gegenüber.

Die wesentlichen Reduzierungen der Stromkosten durch die umgesetzten Maßnahmen lassen die Stromverbräuche der letzten Jahre – vor und nach der Sanierung – gut nachvollziehen. Die Einsparungen resultieren hauptsächlich aus dem verringerten Ventilatoren- und Kältemaschinenstromverbrauch.

Im Jahr 2014 wurde noch die alte Kältemaschine getauscht. Die neue Verdichterleistung konnte dem verringerten Kältebedarf angepasst werden.



Feuerwache 4

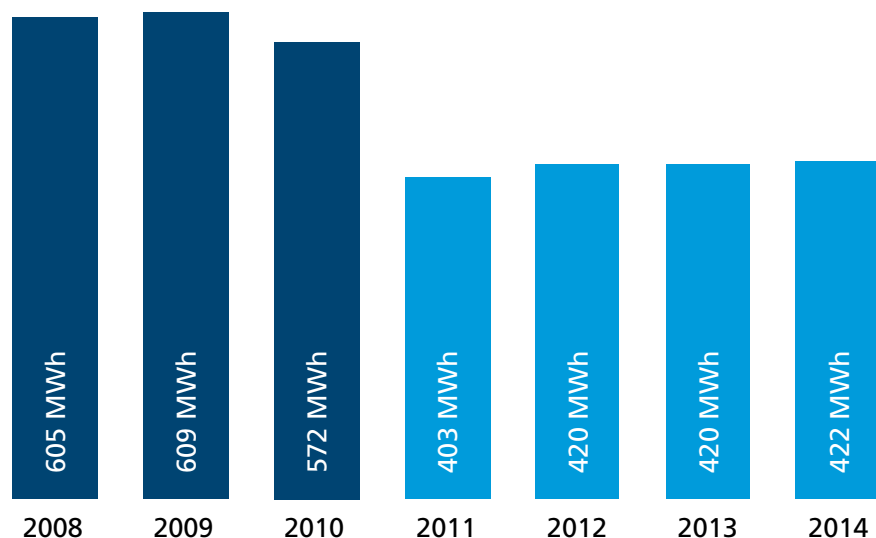


Lüftung vor der Sanierung



Lüftung nach der Sanierung

Entwicklung Stromverbräuche der Feuerwache 4



3.3 Energiebeschaffung

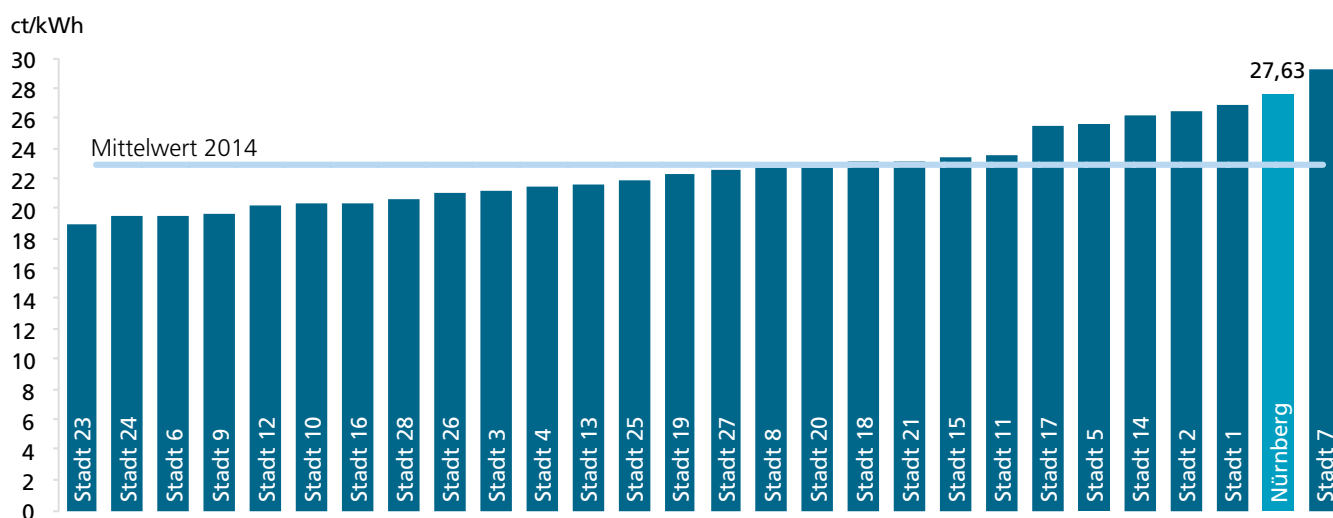
Durch den Arbeitskreis „Energiemanagement“ des Deutschen Städtetages werden jährlich seit 1984 die Energiepreise der Mitgliedsstädte verglichen, bewertet und anonymisiert veröffentlicht. Hierfür wird ein städtisches Mustergebäude mit der Abnahmestruktur eines klassischen

Verwaltungsgebäudes definiert und die entsprechenden Bruttoenergie- und Wasserpreise ermittelt. Stichtag für diesen Preisvergleich ist jeweils Anfang April eines Jahres.

In den Diagrammen zeigen die jeweils hell dargestellten Balken die Nürnberger

Werte für das Jahr 2014 verglichen mit den Strom-, Erdgas- und Wasserpreisen der anderen Kommunen. Die horizontale Linie stellt jeweils den Mittelwert über alle beteiligten Kommunen dar.

Strompreisvergleich des Deutschen Städtetages für 2014 (Tarif der Netzebene 6)

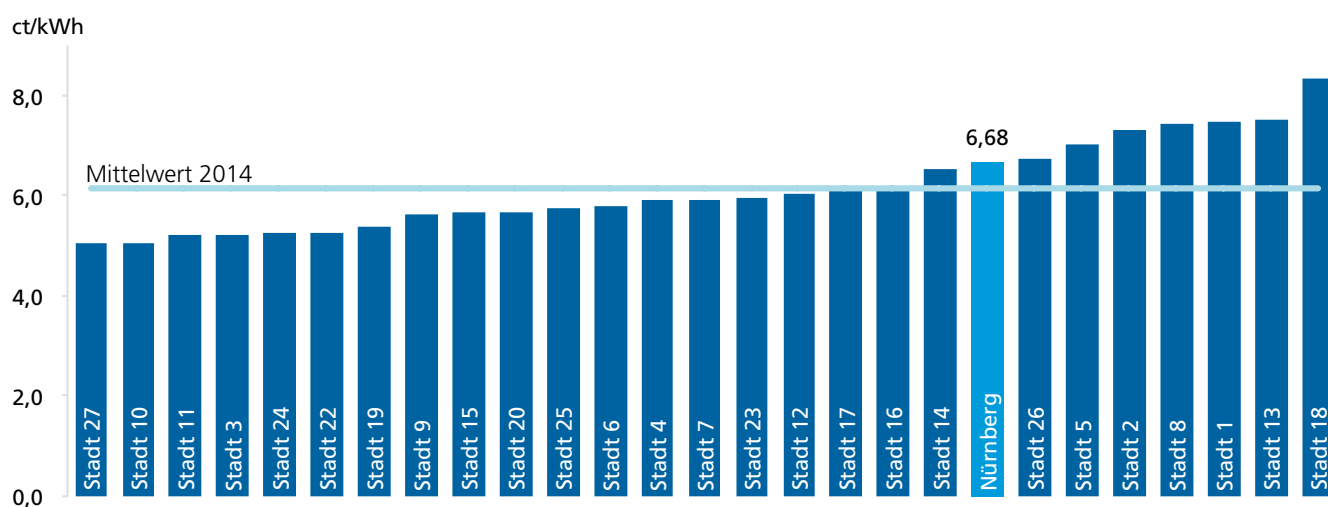


Der Strompreis in Nürnberg (im Tarif der Netzebene 6) liegt im Vergleich zu anderen Städten relativ hoch. In der Auswertung

des Deutschen Städtetages liegt er im Jahr 2014 um ca. 21% über dem Mittelwert. Da bei diesem Vergleich jedoch

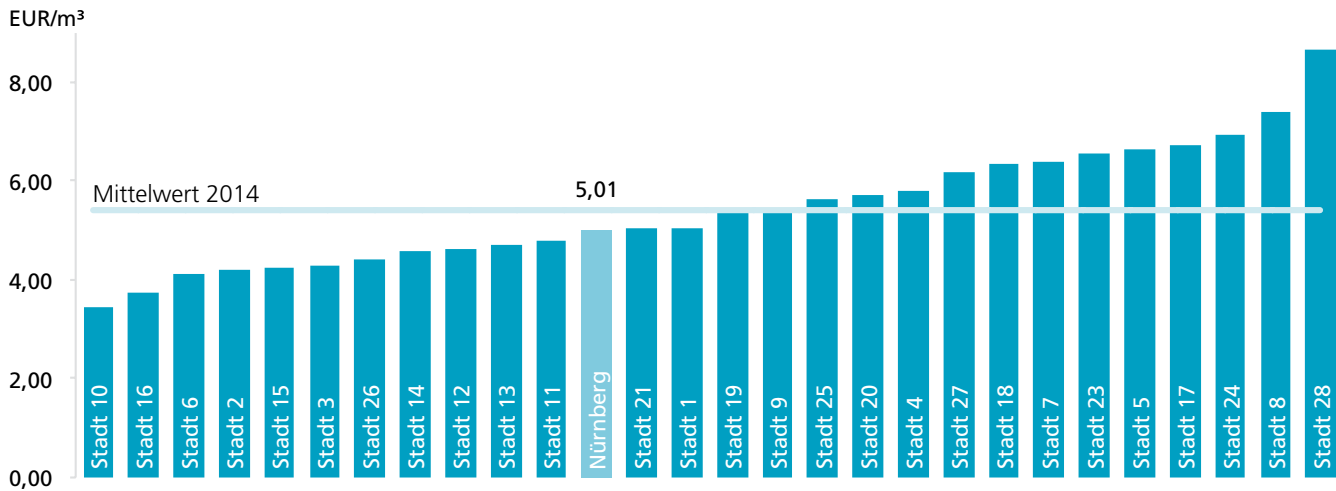
nur eine Netzebene betrachtet wird, ist diese Graphik nur bedingt aussagekräftig.

Erdgaspreisvergleich des Deutschen Städtetages für 2014



Der Gaspreis in Nürnberg liegt 2014 rund 9% über dem Durchschnittswert der eingebezogenen Städte.

Wasserpreisvergleich des Deutschen Städtetages für 2014



Der Wasserpreis in Nürnberg liegt im Vergleich zu anderen Städten rund 8% unter dem Mittelwert und damit eher niedrig.

Bei der Datenerhebung des Deutschen Städtetages werden noch Gebühren für Niederschlagswasser von 0,51 EUR pro

Quadratmeter versiegelter Fläche hinzugerechnet, die bei dieser Darstellung berücksichtigt sind.

Neben der direkten Kostenbeeinflussung durch Preisverhandlungen können Kosteneinsparungen 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 Mineralölsteuer zurückerstattet. Zusätzlich gewährt die N-ERGIE für den in das öffentliche Stromnetz eingespeisten Strom auf Antrag

eine Rückspeisevergütung; seit Novellierung des Kraftwärmekopplungsgesetzes (KWKG-Gesetz) 2009 wird der Eigenverbrauchsanteil des erzeugten Stromes zusätzlich vergütet.

Leistungsreduzierungen bei fernwärmeversorgten Liegenschaften, z.B. nach Sanierungen, führen ebenfalls zu direkten Kostenreduzierungen.

Kosteneinsparungen durch Tarifumstellungen, Rückerstattungen und Reduzierungen

	2013/2014	seit 2000
abzugsfähige Wassermengen bei NüBad	37.418 EUR	212.180 EUR
Mineralölsteuererstattung, KWKG-Förderung und Rückspeisung von BHKW-Strom	62.832 EUR	190.830 EUR
Reduzierungen der Fernwärme-Anschlussleistungen	792.362 EUR	3.688.713 EUR
Wassertarife	0 EUR	124.434 EUR
Summe	447.098 EUR	4.216.157 EUR

3.4 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 gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV 2009/2013) zu erreichen.
- Bei einzelnen Bauteilsanierungen wird ein um etwa 20% besserer Standard als ihn die EnEV 2009/2013 vorschreibt, verlangt.

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 gehen dabei die Invest-/Kapital-, Wartungs- und Instandhaltungskosten ein. Zudem sind baugestalterische Anforderungen wesentlicher Teil der Betrachtungen: eine historische Stadt hat auch Pflichten gegenüber ihren Denkmälern, und auch im nicht denkmalgeschützten Bestand ist gute Gestaltung immer Teil der Gesamtaufgabe.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen seit Gültigkeit der aktuellen städtischen Standards

	Städtischer Standard war in der Planungsphase	
	wirtschaftlich	nicht wirtschaftlich
Umfassende Sanierung	6	4
Neubau	13 + 4 (wbg-k)	4

Um Investitionen nicht von kurzfristigen Preisschwankungen abhängig zu machen und langfristige Trends zu berücksichtigen, werden im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

die durchschnittlichen Energiepreissteigerungen der jeweils letzten 10 Jahre berücksichtigt. Zudem hat die von der EnEV ab 2016 geforderte energetische Qualität im Neubau das gewünschte

Niveau der Stadt Nürnberg von 2009 fast erreicht. Die Verwaltung wird im Dezember 2015 gesondert zu diesem Themenkreis berichten.

Projektbeispiel: Viatisschule mit Kinderhort – Neubau im Passivhausstandard

Bereits bei der Auslobung des Architekturwettbewerbes für den Schulneubau im Jahr 2011 waren die energetischen Ziele Teil der Wettbewerbskriterien. Gebaut wird eine zweizügige Grundschule und ein zweigruppiger Hort mit rund 2.700 m² Nettogrundfläche für insgesamt rund 400 Kinder. Mit dem Bau wurde im Frühjahr 2014 begonnen; die Fertigstellung ist für 2016 vorgesehen. Das Gebäude wird nach den städtischen Standards in Passivhausbauweise errichtet. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in der Planungsphase ergaben eine Amortisationszeit für diesen Standard von 34 Jahren gegenüber einer Ausführung nach der Energieeinsparverordnung.



Viatisschule Baustelle im Juli 2015

Projektbeispiel: Gemeinschaftshaus Langwasser – energetische Sanierung

Das Gemeinschaftshaus wurde 1968, als eines der ersten großen Gemeinschaftshäuser Deutschlands, im Herzen von Langwasser eröffnet. Mit seinen vielfältigen Veranstaltungs- und Freizeitangeboten für alle Altersgruppen ist es das Kulturzentrum des Stadtteils. Neben Veranstaltungs- und Gruppenräumen beherbergt es auch die Stadtteilbibliothek. Der Sichtbetonbau weist eine energetisch ungünstige, weil sehr starke, Gliederung des Baukörpers und Wärmebrückenwirkung durch auskragende Dach- und Wandscheiben aus Beton auf. Diese Gliederung des Baukörpers ist jedoch architektonisch stark prägend. Die Nettogrundfläche beträgt rund 4.000 m².

Aus gestalterischen Gründen war für das Gebäude ursprünglich keine umfassende energetische Sanierung mit Außendämmung vorgesehen. Geplant war zunächst, nur die Fenster auszutauschen und die Flachdächer sowie die Außenwände im Obergeschoss zu dämmen. Im Zuge des Planungsprozesses wurde bei einer Bestandsuntersuchung der Fassade festgestellt, dass die Dauerhaftigkeit

der Betonfassade nicht mehr umfassend gegeben war. Das ausgewählte Instandsetzungskonzept zur Betonsanierung sah letztendlich für alle Betonbauteile eine neue Außendämmung vor. So konnten baukonstruktive mit den energetischen Anforderungen optimal in Übereinstimmung gebracht werden.

In den Jahren 2012/2013 wurden die Sanierungsmaßnahmen des ersten Bauabschnittes mit der neuen Flachdachdämmung, dem Austausch aller Fenster und Außentüren und der Außenwanddämmung im gesamten Fassadenbereich durchgeführt.



vor der Sanierung



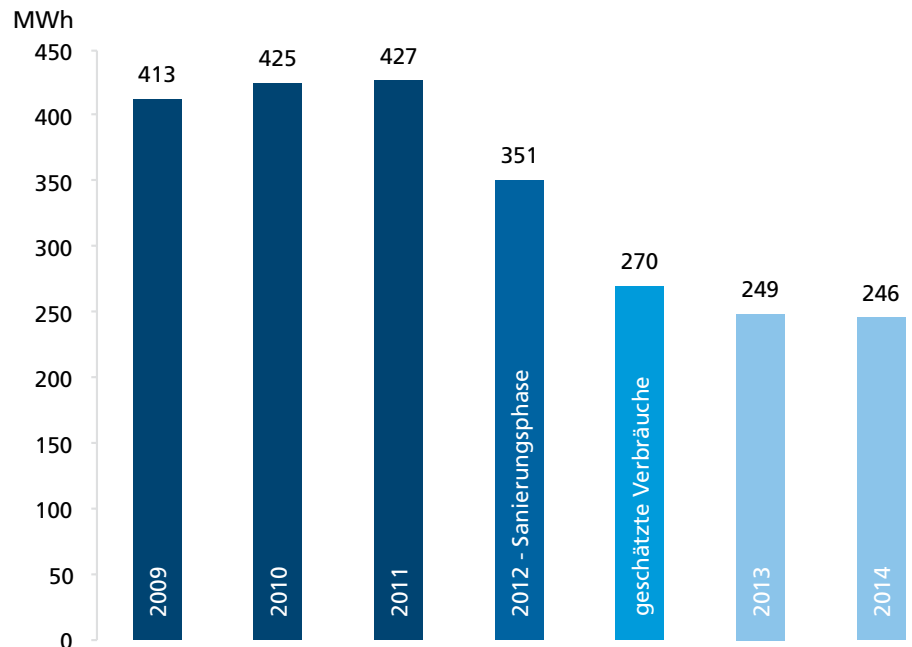
nach der Sanierung

Architektonisch betrachtet wurde das Planungsziel erreicht. Die Bauwerksanmutung des vom Bund Deutscher Architekten (BDA) preisgekrönten Gebäudes sowie der stadtbildprägende Charakter

des Gemeinschaftshauses konnten trotz der umfassenden außenseitigen Wärmedämmung beibehalten werden. Energetisch betrachtet ergibt sich bereits durch die thermische Sanierung der

Gebäudehülle eine Reduktion des Fernwärmeverbrauches um rund 40% pro Jahr. In einem zweiten Bauabschnitt werden die Heizungs-, Lüftungs- Elektro- und Sanitäreinrichtungen erneuert.

Entwicklung Jahresheizenergieverbräuche Gemeinschaftshaus Langwasser



Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen mit den tatsächlichen Verbrauchswerten zeigen eine Amortisation der energetischen Mehrkosten bereits nach neun Jahren.

In der Planungsphase war, entsprechend des angesetzten Zielwertes, eine Amortisationszeit für den Neubaustandard nach EnEV von 20 Jahren angesetzt worden.

3.5 Energetische Qualitätssicherung und Betriebsoptimierung

Die Erfahrungen im Umgang mit Bauprojekten, auch ambitionierten, zeigen immer wieder die Notwendigkeit, dass neben der Projektleitung, dem Architekten, dem TGA-Planer und ggf. weiteren Fachplanern, jemand den Planungs- und Bauprozess begleiten muss, der die Energieeffizienz im Fokus hat. 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.

Eine Prozessbegleitung im Sinne einer energetischen Projektsteuerung kann das Erreichen der formulierten Ziele sichern. 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 werden.

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 wird von KEM bei besonders energierelevanten Projekten durchgeführt und kann in vier grobe Phasen eingeteilt werden:

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

Thermografieuntersuchungen nach Abschluss von Neubau- oder Sanierungsmaßnahmen und Luftdichtheitsmessungen ergänzen das Instrumentarium der energetischen Qualitätssicherung.

Die Monitoringphase beginnt nach Übergabe von Gebäude und Anlagentechnik an die Nutzer und überschneidet sich demzufolge mindestens im ersten Betriebsjahr mit der Mängelbeseitigungsphase.

Trotz dieser meist schwierigen Startphase müssen die Energie- und Wasserverbräuche möglichst von Beginn an erfasst und bewertet werden. Auf dieser Basis können über „nachträgliche“ Optimierungen der Regelungseinstellungen bis zu notwendigen Eingriffen in die Anlagenkomponenten der planmäßige Anlagenbetrieb und die berechneten Energiebedarfe im Betrieb erreicht werden.

Projektbeispiel: Sanierung und Umbau des Luitpoldhauses für die Stadtbibliothek – Energetische Projektsteuerung mit Monitoring und Betriebsoptimierung

Das 1911 errichtete und nach weitgehender Zerstörung 1956 wieder aufgebaute Luitpoldhaus wurde generalsaniert, umgebaut und erweitert. Dabei konnten die Nutzungsanforderungen und der erforderliche Flächenbedarf umgesetzt werden. Die Nettogrundfläche wurde von rund 4.800 m² auf 7.180 m² erweitert.

Besonders anspruchsvoll war die konservatorisch angemessene Unterbringung des für die Stadt Nürnberg überaus wertvollen Bestandes an mittelalterlichen Handschriften, Inkunabeln, alten Drucken und Karten.

KEM hat bei diesem Projekt die Aufgaben der energetischen Projektsteuerung übernommen. In der Monitoringphase wurde KEM vom Institut für Energie und Gebäude der Technischen Hochschule Nürnberg, unterstützt.

Energetisches Planungsziel war zunächst, den Neubaustandard nach Energieeinsparverordnung 2007 um 30% zu

unterschreiten. Die strengen konservatorischen Raumklimabedingungen sollten mit weitgehend passiven baulichen Maßnahmen sowie mit minimierter anlagentechnischer Ausstattung gewährleistet werden.

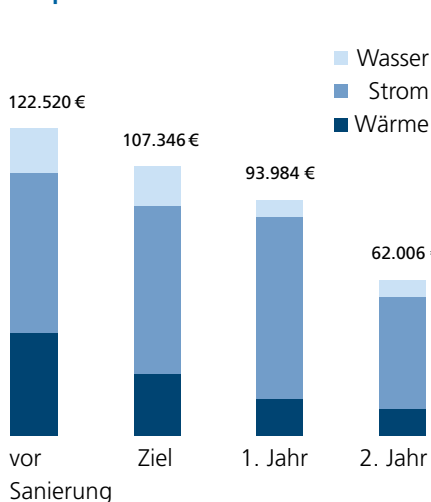
Realisiert wurde eine rund 70%ige Unterschreitung des Anforderungsniveaus der Energieeinsparverordnung 2007 für Neubauten bzw. sogar der Neubaustandard nach Energieeinsparverordnung 2009.

Baubeginn war 2009; Ende 2012 wurde das Gebäude wieder in Betrieb genommen. Das Projekt wird bis Ende 2015 im Rahmen eines Intensivmonitorings bezüglich Energieeffizienz und Einhaltung der Raumklimaparameter begleitet.

Die Ergebnisse nach den ersten zwei Betriebsjahren zeigen, dass die Energie- und Wasserkosten, trotz Flächenerweiterung um rund 47% auf Basis der gleichen spezifischen Kosten sogar noch gesunken sind.

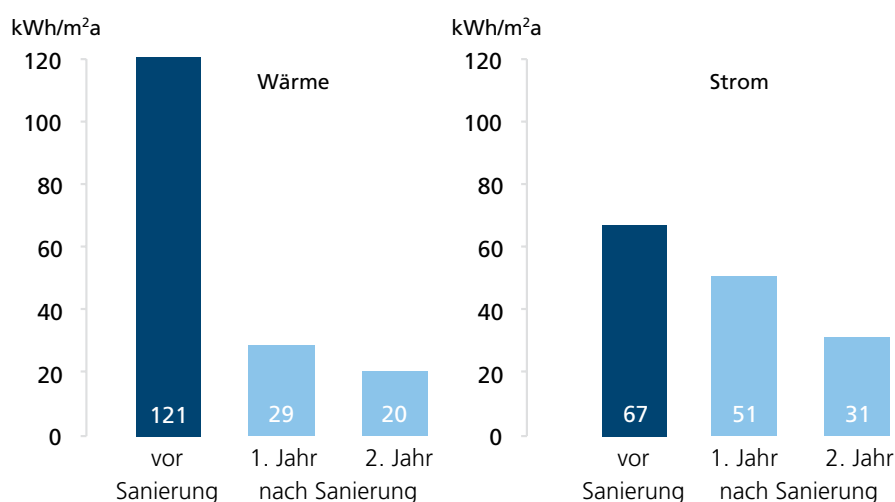


Kostenentwicklung Wärme, Strom, Wasser vor und nach Sanierung des Luitpoldhauses



Sowohl beim spezifischen Wärme- als auch beim spezifischen Stromverbrauch ergeben sich nach der Sanierung deutliche Reduzierungen. Der Wärmeverbrauch ist im zweiten Jahr um rund 83%, der Stromverbrauch um rund 53% gegenüber dem Verbrauch vor der Sanierung gesunken.

Verbrauchsentwicklung Wärme und Strom vor und nach Sanierung Luitpoldhaus



Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen mit den tatsächlichen Verbrauchswerten zeigen eine Amortisation der energetischen Mehrkosten bereits nach 12 Jahren. Fördermittel, die bei diesem Projekt in Form von Zuschüssen aus dem EnOB/EnSan-Programm des Bundesministeriums

für Wirtschaft und Technologie generiert werden konnten, sind dabei nicht berücksichtigt. In der Planungsphase war, entsprechend des angesetzten Zielwertes, von einer Amortisationszeit von 17 Jahren ausgegangen worden.

Projektbeispiel: Neubau von 12 Kindertagesstätten im Passivhausstandard – Monitoring für fünf ausgewählte KiTas



KiTa Dörfler Straße



KiTa Weltenburger Straße



KiTa Neunhofer Hauptstraße



KiTa Viatisstraße



KiTa Düsseldorfer Straße

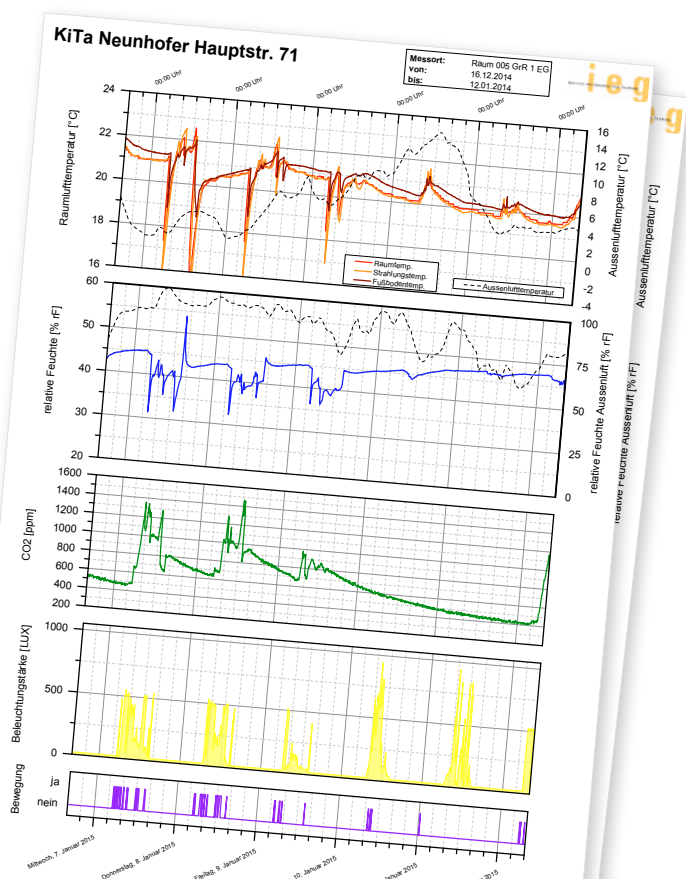
2013/2014 wurden sechs, durch das Hochbauamt errichtete, KiTas den Nutzern übergeben (Dörflerstraße, Weltenburger Straße, Viatisstraße, Neunhofer Hauptstraße 26 und 71, Fischbacher Hauptstraße, 2015 kommt die Bertha-von-Suttner-Straße und 2016 die Van-Gogh-Straße hinzu). Die wbg-k hatte den Neubau von vier KiTas übernommen (Düsseldorfer Straße, Muggenhofer Straße, Am Pferdemarkt, Ostendstraße). Für fünf dieser KiTas wurde eine zweijährige Monitoringphase (2014/2015) an das externe Institut für Energie und Gebäude der TH Nürnberg übertragen

Die Aufgaben dieses Monitorings gingen über die üblichen technischen Aufgabenstellungen hinaus. Da KiTa-Einrichtungen i.d.R. keine Hausmeister/Gebäudetechniker zur direkten Verfügung haben, wurde hier Monitoring zusätzlich genutzt, um eine Betreuung und Einweisung des KiTa-Personals während der Eingewöhnungsphase zu gewährleisten und gebündelte Ansprechstationen bei Fragen und Problemen, auch zur Identifikation von Gewährleistungsmängeln,

zur Verfügung zu stellen. Die klassischen Aufgaben, wie das Sicherstellen der Behaglichkeit bzgl. Raumklimaparameter durch eine funktionierende Anlagentechnik und die Bewertung und Energieverbrauchsoptimierung werden ebenfalls abgedeckt.

Neben vielen Vor-Ort-Terminen und Nutzerbefragungen ist die Beschaffung von Raumklima- und Energiezählerdaten eine wichtige Voraussetzung zur Bewertung der Anlagenfunktionalität, der Behaglichkeitskriterien und der Energieverbräuche.

In regelmäßigen Terminen werden zusammen mit Vertretern des Jugendamtes und der KiTas, der Amtsleitung und zuständigen Sachbearbeitern/innen des Hochbauamtes Ergebnisse vorgestellt und Probleme erläutert sowie das weitere Vorgehen in den betreffenden KiTas vereinbart. Festgestellte systematische Probleme sollen zudem reflektiert und so Erkenntnisse für neue Planungen abgeleitet werden.



Aufgaben aus der Energieeinsparverordnung und dem Erneuerbaren-Energie-Wärmegesetz

3.6

Für Wohn- und Nichtwohngebäude, die vermietet oder verkauft werden, ist ein **Energieausweis** gesetzlich vorgeschrieben. Es wurden bisher insgesamt 86 Energieausweise für städtische Objekte ausgestellt.

Die Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV 2013) hat die **Aushangpflicht** für Energieausweise in öffentlichen Gebäuden (mit starkem

Publikumsverkehr) deutlich ausgeweitet. Diese sind jetzt für Gebäude bereits mit einer Nettogrundfläche ab 250 m² auszustellen und auszuhängen.

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

gieausweises Auftragsinhalt und wird von KEM auf Plausibilität geprüft.

Insgesamt sind derzeit noch 117 Ausweise auszustellen. Das Aushängen der gegenwärtig noch auszustellenden 74 Verbrauchsausweise, i.d.R. bis 500 m², wird bis Jahresende 2015 abgeschlossen sein. Die restlichen Bedarfsausweise werden im Rahmen der laufenden Neubau- und Sanierungsmaßnahmen erstellt.

Aushangpflicht bei städtischen Gebäuden und Eigenbetrieben

	insgesamt betroffene städtische Gebäude	davon Ausweis ausgehängt	davon Aushang noch auszustellen
alle Ausweise	359	242	117
Verbrauchsausweise	264	190	74
Bedarfsausweise	95	52	43

Mit der EnEV 2013 wurden auch die Anforderungen der EU-Gebäuderichtlinie (2010/31/EU) zur Einführung einer Registrierung und einer stichprobenartigen Kontrolle für Energieausweise und Inspektionsberichte für Klimaanlage in Deutschland umgesetzt. Um entsprechende stichprobenartige Kontrollen durchführen zu können, werden neu ausgestellte Energieausweise und Inspektionsberichte für Klimaanlage bei einer zentralen Stelle (derzeit Deutsches Institut für Bautechnik) registriert. Jeder Ausweis erhält dann eine individuelle Nummer.

Die **Nutzungspflichten erneuerbarer Energien** nach dem EEWärmeG bei Neubauten und bei grundlegenden Renovierungen werden 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 direkt durch den Einsatz von erneuerbaren Energien, wie Holz- oder Wärmepumpenheizungen, erfüllt. Die **nachträgliche Dämmung der obersten Geschossdecken** erfüllt

einerseits die Nachrüstverpflichtungen der Energieeinsparverordnung, andererseits sparen diese Dämmmaßnahmen durch die Verbesserung des Wärmeschutzes nachhaltig Heizenergie ein. Die Amortisationszeiten solcher Dämmmaßnahmen liegen mit rund 10 Jahren relativ niedrig und zeigen deren Wirtschaftlichkeit. Eine Nachrüstpflcht besteht noch für rund 150 städtische Gebäude mit etwa 70.000 m², darunter 34 kleinere und größere Schulgebäude.

Gedämmte oberste Geschossdecken

	2013/2014	seit 2000
Anzahl Gebäude	7	89
Gedämmte Fläche oberste Geschossdecken	4.000 m ²	57.000 m ²

Dämmung oberste Geschossdecke
Berufsschule B1, Augustenstraße 30



Dämmung oberste Geschossdecke
Adam-Kraft-Realschule, Lutherplatz 4



Mit dem Programm KEiM (Keep Energy in Mind) werden Schüler/innen und Lehrer/innen angeregt, sich im Rahmen von pädagogischen Projekten mit dem Thema Energie- und Wassersparen auseinanderzusetzen. Das Programm wird seit 15 Jahren in einer bewährten Kooperation zwischen KEM und der Umweltstation Nürnberg im Institut für Pädagogik und Schulpsychologie (IPSN) durchgeführt. Beteiligt sind städtischen 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 Schüler/innen zu entwickeln. Dies soll hauptsächlich durch eine intensive Auseinandersetzung mit dem Nutzerverhalten erreicht werden. Allen Beteiligten soll dabei der verantwortungsbewusste Umgang mit Energie und Wasser näher gebracht werden.

Wichtiges Instrument hierbei ist der KEiM-Arbeitskreis, bei dem sich die KEiM-Beauftragten der Schulen (Lehrer/innen) regelmäßig treffen. Er dient dem Erfahrungsaustausch zwischen den Lehrer/innen der einzelnen Schulen und bietet Informationen zu aktuellen Themen sowie Führungen zu interessanten Projekten. Die Teilnehmerzahlen der Schulen beim jährlich ausgelobten KEiM-Wettbewerb

bewegen sich nach wie vor auf einem hohen Niveau. So haben sich in den Schuljahren 2012/2013 und 2013/2014 jeweils 52 Schulen am Wettbewerb beteiligt und ein Energie- und/oder Wassersparprojekt an ihren Schulen durchgeführt.

Alle teilnehmenden Schulen erhalten eine Grundprämie aus dem KEiM-Bonustopf. Darüber hinaus werden durch eine Jury (Vertreter der Schulen, ein Vertreter des Geschäftsbereichs Schulen, KEiM-Team) die 16 besten Projekte ausgewählt, die zusätzlich Sonderprämien erhalten.

Projekt „Kluge Köpfe sparen Energie!“

Im Rahmen des Programms KEiM wurde 2010 das Projekt „Kluge Köpfe sparen Energie“ entwickelt. Dieses Projekt wird vom IPSN in Zusammenarbeit mit dem KEM koordiniert.

Die finanzielle Grundlage für dieses Projekt bildet das Preisgeld von 40.000 EUR, welches das Hochbauamt beim Wettbewerb „Kommunaler Klimaschutz 2010“

des Bundesumweltministeriums (BMU) für den Neubau des Passivhauses „südpunkt“ gewonnen hatte. Vorgabe des BMU war, das Preisgeld in eine Energiesparmaßnahme zu investieren. Das Projekt „Kluge Köpfe sparen Energie!“ wurde dafür entwickelt.

In den Jahren 2011 und 2012 wurden drei Schulen intensiv bei einer Energie-

sparer-Ausbildung der 5. Klassen unterstützt. Die Mittel, die hier zur Verfügung standen, waren nicht komplett ausgeschöpft. Deshalb wurden zwei Module entwickelt, die in den Jahren 2013 und 2014 von allen Nürnberger Schulen gebucht werden konnten. Dies wurde von insgesamt rund 1.000 Schüler/innen in Anspruch genommen.



Energiesparpreis für städtische Dienststellen und Eigenbetriebe

3.8

Für alle städtischen Dienststellen (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. Der Energiesparpreis ist mit 6.000 EUR dotiert und finanziert sich über die Einspeisevergütungen der stadteigenen Photovoltaik-Anlagen. Im Juli 2014 wurde der „Energiesparpreis 2014 der Stadt Nürnberg“ zum siebten Mal vergeben.

ungen, honoriert. Der Energiesparpreis ist mit 6.000 EUR dotiert und finanziert sich über die Einspeisevergütungen der stadteigenen Photovoltaik-Anlagen. Im Juli 2014 wurde der „Energiesparpreis 2014 der Stadt Nürnberg“ zum siebten Mal vergeben.

Verleihung Energiesparpreise

	2014	seit 2003
Teilnehmer/Bewerbungen	19	74
Preise	3 Hauptpreise 3 Sonderpreise	23 Hauptpreise 11 Sonderpreise



Die Jury setzte sich aus Mitgliedern der Stadtverwaltung sowie erstmals aus fachkundigen externen Energiespezialisten zusammen.

2014 ging der erste Preis an den Werkbereich Stadtentwässerung des Eigenbetriebes Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN). Auf die Plätze zwei und drei kamen der Eigenbetrieb NürnbergBad und der Tiergarten.

Zusätzlich zu den Hauptpreisen wurden drei Sonderpreise vergeben. Es erhielten für die Kategorie „Einsatz von LED-Technik“ die Dienststelle KunstKulturQuartier, für die Kategorie „Dienststellen mit Veranstaltungsbetrieb“ das Gemeinschaftshaus Langwasser und für die Kategorie „Dienststellen mit Sondernutzung“ die Feuerwache 4 eine Auszeichnung.

3.9 Öffentlichkeitsarbeit

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

Printmedien

	2013/2014	seit 2000
Projekt-Infos	4	71
Energiespartipps	8	33
Themenbroschüren	1	4
Energieberichte	1	8
(Mitarbeit) Hinweise zum Kommunalen Energiemanagement, herausgegeben durch den AK Energiemanagement beim Deutschen Städtetag	1	4
Bundeskongress der Kommunalen Energiebeauftragten/Energiemanagement	3	21

Veröffentlichungen in diversen Fachzeitschriften, Broschüren, der Mitarbeiterzeitschrift „betrifft“ und in der Tagespresse ergänzen das Spektrum.

Im Berichtszeitraum waren Mitarbeiter/-Innen des KEM in verschiedenen Arbeitskreisen und Gremien tätig.

Arbeitskreise/Gremien

- Arbeitskreis „Energiemanagement“ beim Deutschen Städtetag
- Fachkongress der Kommunalen Energiebeauftragten des Deutschen Institutes für Urbanistik
- Arbeitskreis „Energieeffizientes Bauen“ der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern
- Arbeitskreis „Nachhaltigkeit und Energieeffizienz im Hochbau“ der Bayerischen Ingenieurekammer Bau
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)-Forum der Europäischen Metropolregion Nürnberg
- Netzwerk Bau und Energie der EnergieRegion Nürnberg
- Agenda-Gruppe „Runder Tisch Klima und Energie“ des Umweltreferates der Stadt Nürnberg

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

Teilnahme an Wettbewerben

	2013/2014	seit 2000
Teilnahmen	4	22
Preise	1	6
Preisgelder für die Stadt Nürnberg	20.000 EUR	61.000 EUR

Im Jahr 2013 gehörte das Hochbauamt erneut zu den Gewinnern des Bundeswettbewerbs „Kommunaler Klimaschutz“ des Bundesumweltministeriums. Die Auszeichnung, verbunden mit einem Preisgeld in Höhe von 20.000 EUR, wurde für die systematische energetische Sanierung denkmalgeschützter Gebäude durch Innendämmung vergeben. Mit dem Preisgeld wurde eine denkmalverträgliche Photovoltaikanlage auf der Dachfläche des denkmalgeschützten Neuen Rathauses Nürnberg errichtet.



Preisverleihung des Bundeswettbewerbs „Kommunaler Klimaschutz“ des Bundesumweltministerium

Im Berichtszeitraum wurden von KEM verschiedenste Weiterbildungsveranstaltungen, wie Seminare, Workshops, Vorträge und Führungen initiiert, durchgeführt oder es wurde mitgewirkt.

Inhouse-Seminare und Workshops haben das Ziel, die Mitarbeiter/innen in den Fachabteilungen Hochbau und Technik des Hochbauamtes sowie Mitarbeiter/innen von beteiligten Dienststellen und Eigenbetrieben fachlich weiterzubilden. In den letzten beiden Jahren standen u.a. Themen, wie die neue Energieeinsparverordnung, die Passivhausbauweise, das sommerliche Nutzerverhalten, Wärmedämmung, Energiewerkshops sowie verschiedenste Projektberichte im Vordergrund. Zur im Mai 2014 in Kraft getretenen novellierten

Energieeinsparverordnung wurden beispielsweise Seminare durchgeführt. Bei insgesamt vier Seminarterminen haben rund 120 Mitarbeiter/innen des Hoch-

bauamtes und anderer Dienststellen die Gelegenheit genutzt, sich über die wesentlichen Neuerungen in diesem Bereich zu informieren.

Seminare, Workshops, Vorträge, Führungen

	2013/2014 Anzahl/Teilnehmer	seit 2000 Anzahl/Teilnehmer
Seminare, Workshops, Vorträge innerhalb des Hochbauamtes oder der Stadtverwaltung	10 / 250	82 / 1.960
Vorträge bei externen Veranstaltern	24 / 2.100	121 / 7.720
Führungen	21 / 360	64 / 1.790

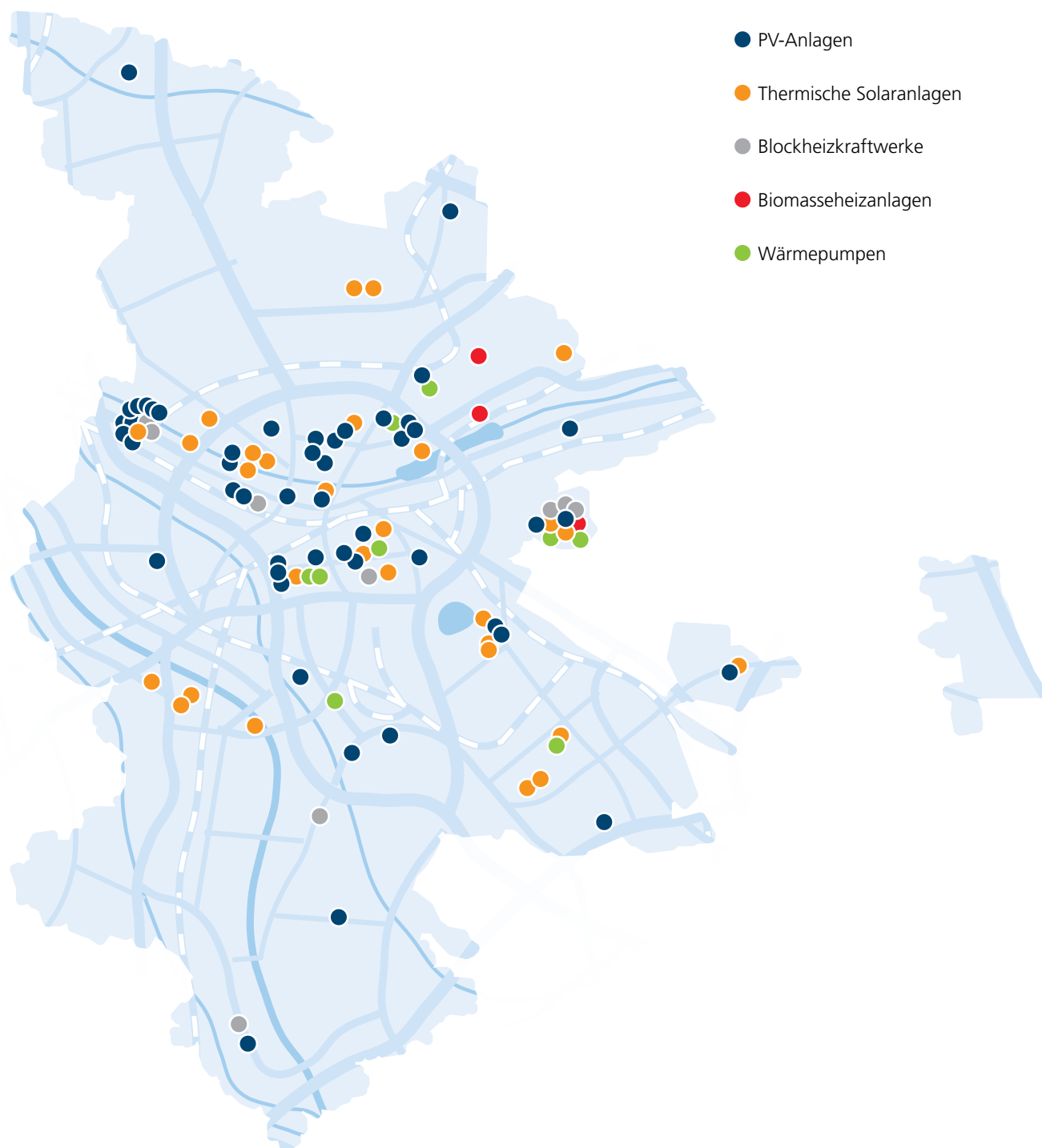


Führung zum Tag der Energie
Photovoltaikanlage auf der Kongresshalle



Workshop Wärmedämmverbundsysteme

Einsatz erneuerbarer Energien und Blockheizkraftwerke



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.

Seit 2008 bezieht die Stadtverwaltung von der N-ERGIE Ökostrom aus Wasserkraft, der zu 100% aus regenerativ eingestuftem Quellen gedeckt wird. Die Nürnberger Fernwärme weist durch die Abwärmenutzung der Müllverbrennung sowie die Holz- und Biogasanteile im Fernwärmeverbundnetz derzeit einen regenerativen Anteil von 25% an der Gesamtfernwärmeherstellung aus.

Eine wesentliche Aufgabe des Hochbauamtes ist es, den Einsatz der verschiedenen Möglichkeiten von erneuerbaren Energien zur Strom- und Wärmebedarfsdeckung systematisch auszubauen.

Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen)

werden von der Stadt Nürnberg sowohl selbst gebaut, als auch geeignete städtische Dachflächen Privatbetreibern 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. Derzeit existieren 51 privat-betriebene PV-Anlagen mit einer Gesamtfläche von rund 31.350 m² und einer installierten Leistung von 3.607 kWp auf den Dächern städtischer Gebäude.

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

Der Einsatz von **Holzheizungen** ist besonders für Objekte geeignet, die sich außerhalb der Innenstadt und außerhalb des Fernwärmeversorgungsgebietes befinden. Bei Bestandsgebäuden muss ein ausreichend großer Raum für die Holzlagerung vorhanden sein und es muss Personal vor Ort sein, das 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 Warmwasserbedarfe weitgehend über das ganze Jahr haben.

Anlagen mit erneuerbaren Energien und Blockheizkraftwerke

	neu in 2013/2014	seit 2000
Thermische Solaranlagen	1 Anlage (14 m ²)	30 Anlagen (2.200 m ²)
Photovoltaikanlagen (stadteigene)	8 Anlagen (2.530 m ²)	48 Anlagen (4.780 m ²)
Holzhackschnittel- und Holzpelletsheizungen	/	3 Anlagen (405 kW)
Umwelt-/Erdwärme- und Erdkältenutzung	1	8
Blockheizkraftwerke	2	18



Photovoltaik, Willstädter Gymnasium



Solarthermie, Manatihaus Tiergarten



Holzpelletsheizung, Museum Industriekultur

Einwerben von Fördergeldern

Zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Schutz des Klimas gibt es unterschiedlichste Förderprogramme von Bund und Ländern. Die Förderbedingungen unterliegen teilweise erheblichen Schwankungen und es erfordert großen Aufwand, die aktuellen Entwicklungen zu verfolgen. Zuschüsse gibt es derzeit u.a. für den Bau thermischer Solaranla-

gen, für die Umrüstung aus LED-Leuchtmitteln, für energetische Pilotprojekte im Bereich Neubau oder Sanierung oder für die Erarbeitung von Energiekonzepten. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gewährt zinsverbilligte Kredite und Zuschüsse für energetisch anspruchsvolle Sanierungsmaßnahmen.

Eingeworbene Fördermittel

	2013/2014	seit 2000
Zuschüsse	307.653 EUR	1.992.470 EUR
Zinsverbilligte Kredite	2.581.000 EUR	7.575.799 EUR
Zinsvorteile (geschätzt)	516.000 EUR	1.136.000 EUR

Aus dem **KfW-Programm** 218 „Energieeffizient Sanieren“ erhält z.B. das Projekt „Umbau und Sanierung Kulturwerkstatt

auf AEG“ einen zinsverbilligten Kredit in Höhe von 2,6 Mio. EUR und einen Zuschuss von 260.000 EUR.



Seit 2011 gibt es vom **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit** im Rahmen der Klimaschutzinitiative das Förderprogramm „Investive Klimaschutzmaßnahmen“, u.a. für den Einbau hocheffizienter Beleuchtungstechnik im Bestand (LED). Seither wurden sieben

Projekte mit LED-Austausch bewilligt und durchgeführt. Das Investvolumen betrug insgesamt 675.040 EUR. Zuschüsse aus dem Programm flossen in Höhe von 221.880 EUR. Das Förderprogramm war bisher überaus hilfreich, um den Einsatz der effizienteren Leuchtmittel zu beschleunigen

und an der Technologie zu lernen. Die Weiterentwicklung der LED-Technik setzt sich rasant fort, so dass inzwischen viele Maßnahmen auch ohne Fördergelder wirtschaftlich sind. Zusätzlich zur Stromersparnis kommt aufgrund der Langlebigkeit von LED auch noch ein Einspareffekt bei den Wartungskosten hinzu.



LED-Umrüstung im Spielzeugmuseum



Grundschule Fischbach Klassenzimmer und Flur



Photovoltaik am Klärwerk



**Einsparerfolge
in Eigenbetrieben**

4

Zusätzlich zu den Gebäuden und Anlagen der Kernverwaltung werden durch die Eigenbetriebe der Stadt Nürnberg große technische Anlagen betrieben, die verfahrensbedingt einen hohen Energiebedarf aufweisen und deshalb über hohe Einsparpotenziale verfügen. Bei den Eigenbetrieben spielt das The-

ma Energie- und Kosteneinsparung seit langem eine zentrale Rolle und die erzielten Einsparerfolge sind beachtlich. 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 Abfallwirtschaftsbetrieb Stadt Nürnberg (ASN), Nürnberg-Bad (NüBad) und NürnbergStift (NüSt) arbeiten sehr engagiert und erfolgreich an dem Thema.

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

Die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) zählt zu den großen Energieverbrauchern der Stadt Nürnberg. Insbesondere in den beiden Klärwerken ist der Bedarf an Elektrizität

und Wärme sehr hoch. Zwischenzeitlich ist SUN jedoch auch einer der größeren Strom- und Wärme-Erzeuger. Verschiedene Maßnahmen sorgen zum einen für eine Reduzierung des Energie-

verbrauchs in den Klärwerken. Zum anderen dienen sie der bestmöglichen Verwertung des bei der Schlammfäulung entstehenden Klärgases – des bedeutendsten Energieträgers in einem Klärwerk.

Blockheizkraftwerke (BHKWs)

Bei der Fäulung des Klärschlammes entsteht als CO₂-neutraler Energieträger das Klärgas, das sich zur Strom- und Wärme-Erzeugung nutzen lässt. Bereits im Jahr 2003 ging im Klärwerk 1 ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Kraft-Wärme-Kopplung in Betrieb. Der Wegfall der Schlamm-trocknungsanlage – sie wurde im Jahr 2011 durch eine Entwässerungsanlage mit deutlich niedrigerem Energiebedarf ersetzt – ermöglicht nun die erweiterte Nutzung des Klärgases zur Strom- und Wärme-Erzeugung in einer zusätzlichen BHKW-Anlage.

Für das Jahr 2014 zeigen sich damit folgende erfreuliche Ergebnisse:

- Deckung von 55% des Strombedarfs in Klärwerk 1, Klärwerk 2 und den benachbarten Verwaltungsgebäuden.
- Nahezu vollständige Deckung des Wärmebedarfs im Klärwerk 1 und in den benachbarten Verwaltungs- und Betriebsgebäuden.
- Reduzierung des Heizölverbrauchs im Klärwerk 1 von 265.000 Liter (im Jahr 2000) auf 13.800 Liter im Jahr 2014.

Nach rund zehn Jahren Betrieb wurde im Jahr 2014 die erste BHKW-Anlage modernisiert. Dadurch stieg der Gesamt-Wirkungsgrad (Strom und Wärme) von 78% auf 85%. Die Stromerzeugung wurde erhöht und die oft zu hohe Wärmeproduktion reduziert. Außerdem führte die Modernisierung zu einer Leistungserhöhung von rund 30 kW bei gleichem Klärgasverbrauch. Diese Erhöhung wird zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt.

Geothermie

In elektrischen Schaltanlagen, Pumpwerken und anderen Einrichtungen fallen erhebliche Wärmelasten an. Um die Betriebsfähigkeit der Anlagen aufrecht zu erhalten, ist eine Kühlung der Aufstellräume nötig. Dies erfolgt meist durch elektrisch betriebene Kühlgeräte. Diese Kühlgeräte in der zweiten biologischen Stufe im Klärwerk 1 (mit 62 kW Leistung) waren technisch veraltet und verbraucht. Zudem war das eingesetzte Kühlmittel R22 nicht mehr zulässig. Damit war eine Erneuerung der Kälteanlage erforderlich. Dabei sollte ein neues, energiesparendes Kühlverfahren zum Einsatz kommen.

Für das neue Kühlverfahren wurde folgende Kombination realisiert:

- bis zu einer Außentemperatur von 18°C: Freie Kühlung, also Nutzung der kühleren Außenluft und der Nachtauskühlung
- bei Außentemperatur 18 bis 28 °C: zusätzlich geothermische Kühlung, also Nutzung der niedrigen Temperaturen im Erdreich
- bei Außentemperatur über 28 °C: Zuschaltung einer neu installierten Spitzenbedarfs-Kälteanlage.

Die freie Lüftung wird mit einfachen Lüftungsanlagen realisiert. Für die geothermische Kühlung wurden Erdsonden bis in eine Tiefe von rund 70 m in das Erdreich eingebracht. In diesen Sonden zirkuliert 12 - 18°C kühles Wasser als Kälteträger. Mittels Wärmetauscher wird die Zuluft abgekühlt und an die Raumluft abgegeben. Nur noch wenige Stunden im Jahr muss eine konventionelle Kälteanlage in Betrieb gehen. Insgesamt wird sich der Verbrauch an elektrischer Energie für die Kühlung in der zweiten biologischen Stufe im Klärwerk 1 wie folgt darstellen:

- alte Anlage: 22.600 kWh/a
- neue Anlage: 7.300 kWh/a.

Photovoltaik

Auf den Gebäuden der Nürnberger Klärwerke stehen ausreichend Flächen für Photovoltaik-Elemente zur Verfügung.

Also bot sich eine Nutzung dieser Flächen zur Stromerzeugung an. Bis 2014 wurden PV-Anlagen mit einer Leistung

von 19,9 kWp installiert.

Forschungsprojekt „virtuelles regeneratives Kraftwerk“

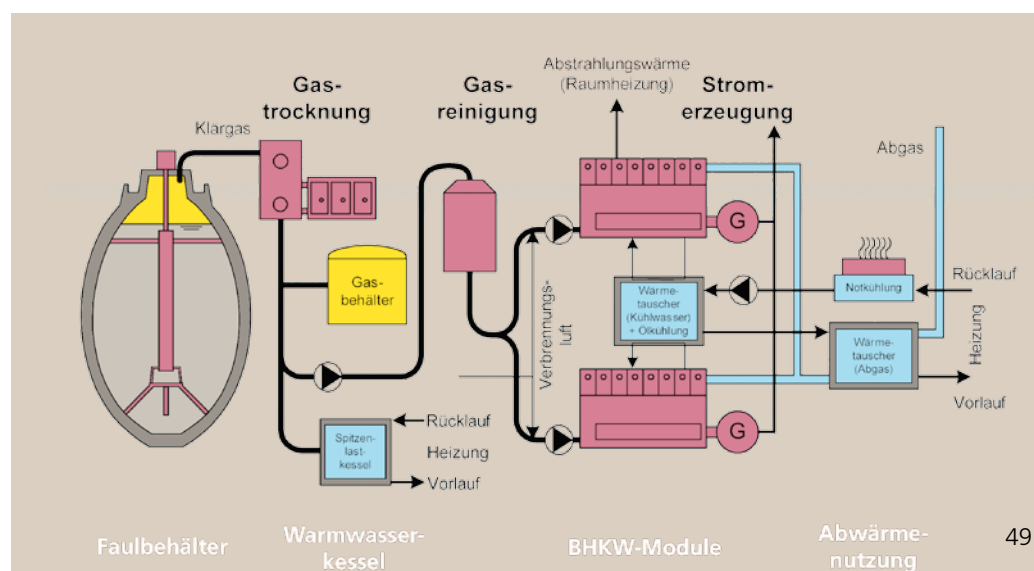
Eine bedeutende Herausforderung der Energiewende ist, die zeitliche Ungleichheit von Energie-Angebot und Nachfrage auszugleichen. Von besonderer Bedeutung ist daher die Forschung auf dem Gebiet der Energiespeicherung und der intelligenten Stromnetze. Mit diesen beiden Techniken lässt sich das zeitliche Auseinanderfallen von Erzeugung und Nachfrage ganz erheblich abmildern. Die Federführung beim Forschungsprojekt hat der Energiecampus Nürnberg (EnCN) übernommen. Die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg stellt die Flächen zur Verfügung. Die Forschungsarbeit des EnCN hat eine umfassende Zielsetzung: die Etablierung einer vollständig auf erneuerbare Energien aufgebauten Energieversorgung.

Die Versuchsanlage östlich der Klärwerkszufahrt an der Adolf-Braun-Straße besteht aus:

- einer Klein-Windkraftanlage (10 kW)
- einer Photovoltaik-Anlage (20,5 kWp)
- einem Energiespeicher (Kapazität 100 kWh)
- Verbrauchern im Klärwerk
- sowie den Einrichtungen für Steuerung und Lastmanagement.

Zum Abbau der mittäglichen Produktionsspitzen wurden hierbei die Photovoltaik-Elemente in unterschiedliche Himmelsrichtungen ausgerichtet (Südost / Süd / Südwest). Das Ergebnis ist eine gleichmäßigere Stromerzeugung über die Tagesstunden hinweg.

Prinzip Klärgasnutzung mit Kraft-Wärme-Kopplung :



Service öffentlicher Raum (SÖR) - Energieeinsparung Straßenbeleuchtung

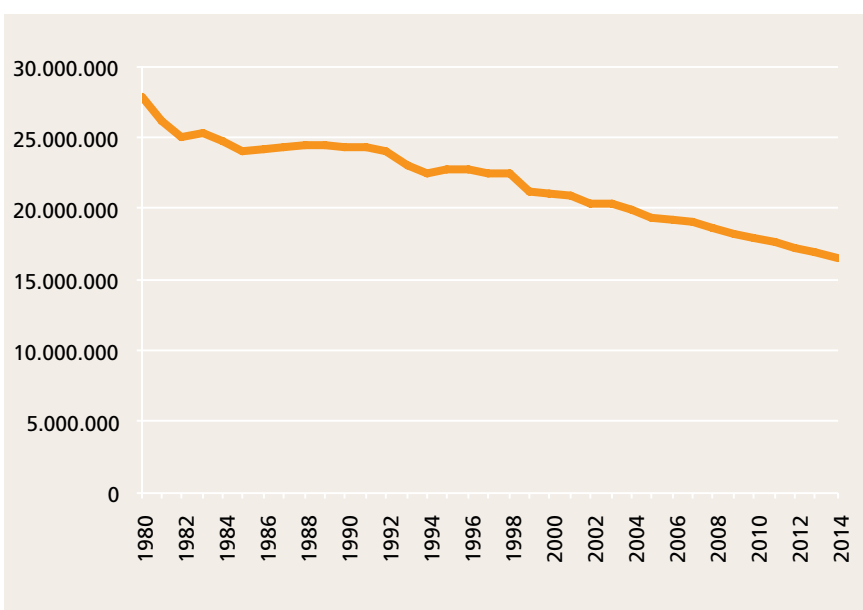
Wie bereits 2011/2012 wurde Anfang des Jahres 2013 vom Bundesministerium für Umwelt (BMU) eine Energieinitiative "LED-Technik in der Straßenbeleuchtung" ausgeschrieben. Für die Sanierung von Straßenbeleuchtungsanlagen wurde, bei Einhaltung bestimmter Kriterien, ein nicht rückzahlbarer Zuschuss von 20 Prozent auf die externen Kosten gewährt. Der im März 2013 gestellte Zuschussantrag wurde im Juli 2013 genehmigt. Der

Projektzeitraum lief vom 01.08.2013 bis 30.09.2014. Die Montage der Leuchten erfolgte mit eigenem Personal.

Es war vorgesehen, in 124 Straßen und an 40 Fußgängerüberwegen insgesamt 1.051 Leuchten in LED-Technik mit einem Kostenaufwand von 700.000 EUR zu erneuern. Aufgrund der Einsparungen bei der europaweiten Ausschreibung konnte das Projekt ausgeweitet werden. Am Frankenschnellweg, an der

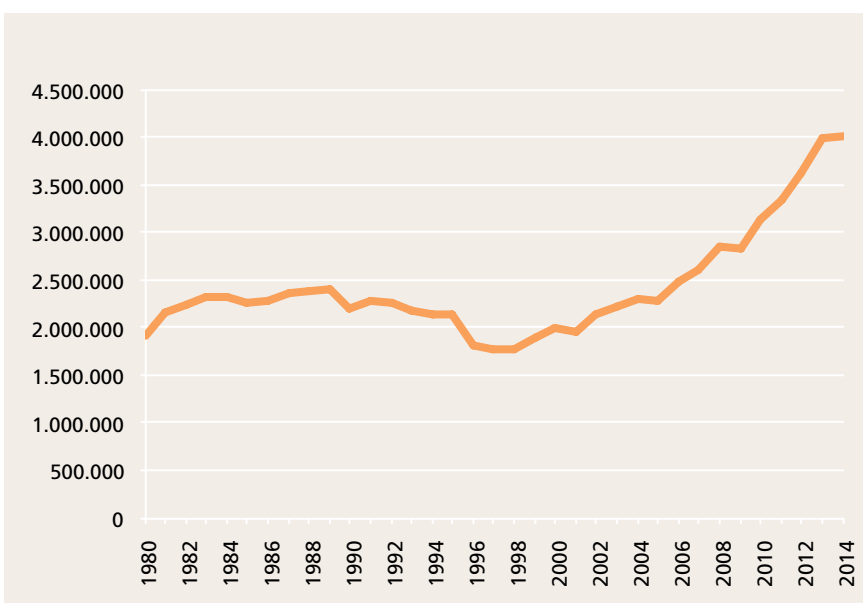
Südwesttangente und an der Otto-Bärnreuther-Straße wurden weitere 541 energie- und wartungsintensive Leuchten ausgewechselt. Die jährliche Energieeinsparung beim Gesamtprojekt beträgt ca. 500.000 kWh. Die Amortisationszeit beträgt im Durchschnitt bei Berücksichtigung des Bundeszuschusses ca. 6 Jahre. Der Energieverbrauch konnte, trotz eines Zuwachses von 3,8 km neuer Straßen und Wege, erheblich gesenkt werden.

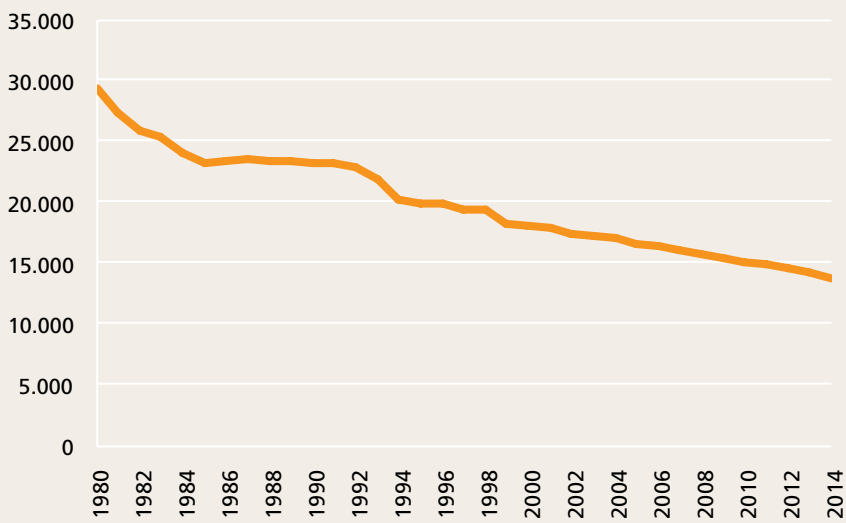
Entwicklung Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung in der Stadt Nürnberg in kWh



Entwicklung Stromkosten für Straßenbeleuchtung in der Stadt Nürnberg in EUR

Die Kostensteigerungen ergeben sich aus den steigenden spezifischen Kosten für die Kilowattstunde Strom.





Entwicklung Energieverbrauch für Straßenbeleuchtung in der Stadt Nürnberg in kWh/km

Die Darstellung des Stromverbrauches je Kilometer beleuchteter Straße belegt anschaulich die umfangreichen Aktivitäten für diesen Verbrauchsbereich und die damit erreichten Effizienzsteigerungen in den letzten Jahren.



LED in der Straßenbeleuchtung

Abbildungsnachweis

Seite 3:
Planungs- und Baureferat Stadt Nürnberg

Seite 33 (Viatisschule Baustelle)
ING+ARCH Energieeffiziente Architektur und Fachplanung Mario Bodem Nürnberg

Seite 19 (BHKW),
Seite 39 (Windrotor),
Seiten 46/47, Seite 49 (Grafik):
Eigenbetrieb Stadtentwässerung und Umweltanalytik Stadt Nürnberg

Seite 40 (Preisverleihung):
Pedro Becerra/SK:KK

Seite 41 (Führung auf der Kongresshalle),
Seite 43 oben (PV Willstätter-Gymnasium):
Wolfgang Brummer, Nürnberg

Seite 51 (Straßenbeleuchtung):
Eigenbetrieb Service Öffentlicher Raum Stadt Nürnberg

alle anderen: Hochbauamt Stadt Nürnberg

