

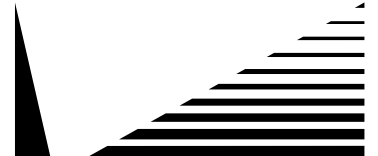


Energiebericht 2016

Gebäudemanagement
der Stadt Aachen

www.aachen.de

stadt aachen



Vorwort



Die Verleihung des „Kommunalen Klimaschutzpreises 2014“ und des „European Energy Award“ in Gold 2015 (Teilbeitrag), der Zuschlag für die Ausrichtung des „Deutschen Fachkongresses für Kommunales Energiemanagement“ im Mai 2017 in Aachen und nicht zuletzt die Feststellung eines Expertengremiums der FH Ludwigsburg, dass das Energiemanagement der Stadt Aachen national mit führend ist und sich sogar international mit New York und Graz messen kann, sind für das Städtische Gebäudemanagement Würdigung einer professionellen Haltung und Ansporn für weiteres Engagement in der Zukunft.

Die Grundlage für diese Erfolge und gleichzeitig Ausdruck vorausschauenden Denkens und Handelns ist der sogenannte „Aachener Standard“:

Bereits 2010 beschloss der Rat der Stadt Aachen für alle städtischen Neu-, Um- und Erweiterungsbauten eine stärkere Zukunftsausrichtung als es die gesetzlichen Energiestandards vorsehen. Seitdem profitiert die Stadt von dieser lebenszyklusorientierten Entscheidung.

Mit dem vorliegenden Energiebericht 2016 zeigt das städtische Gebäudemanagement den politischen Gremien und der Öffentlichkeit die aktuellen Entwicklungen und Wirkungszusammenhänge rund um das Thema „Energie“ auf.

Mit Zahlen, Daten, Fakten und zahlreichen Schaubildern werden die gesetzlichen Grundlagen sowie die Ziele und Handlungsfelder des Städtischen Energiemanagements dargestellt. Es werden in diesem Zusammenhang die Erfolge, aber auch die noch anstehenden Herausforderungen für die Zukunft näher beleuchtet.

Nur durch das hohe Engagement qualifizierter Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, aber auch vieler anderer Akteure und Unterstützer aus Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft sind die vielen umgesetzten energetischen Maßnahmen und all diese Erfolge möglich geworden.

Für unsere Stadt sind dies wichtige Zeichen!

Aachen, den 22. August 2017

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'M. Philipp'. The signature is fluid and cursive.

Marcel Philipp,
Oberbürgermeister der Stadt Aachen

Aachen setzt Standards

Das Städtische Gebäudemanagement sieht sich als professioneller Energiemanager in Vorbildfunktion rund um das Thema „Energie“ und hat Standards gesetzt, die bundesweit Beachtung finden.

Die Nutzung und Auslastung der städtischen Gebäude haben sich in den letzten Jahren erheblich geändert. Ganztagschulen mit Mensen und Übermittagsbetreuungen sind eingeführt worden, Turn-, Sport- und Schwimmhallen werden intensiver genutzt, die IuK-Ausstattung ist in den Schulen, aber auch in den Dienststellen weiter ausgebaut worden. Wachsende Bedarfe – begleitet von zahlreichen Förderprogrammen – führen zu stetig steigenden Gebäude- und damit Flächenbeständen. Dieser Strukturwandel ist wiederum regelmäßig mit Verbrauchssteigerungen verbunden. Unter diesen Umständen ist es bereits ein großer Erfolg, die Energie-Kosten seit Jahren annähernd auf gleicher Höhe zu halten.

20% der Gesamtkosten fallen am Anfang eines Bauvorhabens als Investitionen an, 80% aber im Laufe der oft Jahrzehnte langen Betriebs- und Nutzungsphase als ständig anfallende Betriebskosten. Geringfügig höhere Investitionskosten am Anfang einer Baumaßnahme sind daher nicht nur ökologisch notwendig, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll. Daher müssen die gesamten Lebenszykluskosten zukünftig stärker in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt werden.

Die Spezialisten des Teams „Energiemanagement“ des Städtischen Gebäudemanagements stehen in hoher Verantwortung. Sie wirken von Anfang bis weit über das Ende eines Bauvorhabens mit: „Vorne“ gilt es mit dem richtigen Energiekonzept die Weichen dafür zu stellen, dass „hinten“ bei Nutzung der Gebäude über die Jahre erhebliche Kosten, Verbräuche und Schadstoffe vermieden werden können. Hier lautet oft das Motto: „So viel Technik wie nötig, aber so wenig wie möglich!“

Voraussetzung dafür ist ein gut aufgestelltes Energie-Monitoring und eine zukunftsweisende Gebäudeautomation. Energieverbräuche müssen aktiv gesteuert werden. Grundlage dafür ist ein wirksames Vorhalten der Verbrauchsdaten und die Fähigkeit, die richtigen Schlüsse daraus abzuleiten und strukturell vorzugehen.

Mit dem eigenentwickelten Programm E-View und dessen Nachfolger „e2watch“ macht das Städtische Gebäudemanagement – nun im Verbund mit der regio iT – die Energieverbräuche für die Öffentlichkeit sichtbar: Die meisten KiTas und Schulen sind bereits aufgeschaltet. Weitere Gebäudegruppen werden folgen. Schüler, Eltern, Lehrer, Politik und weitere Interessierte können in Echtzeit sehen, was „ihr“ Gebäude an Energie verbraucht. Daraus haben sich bereits zahlreiche Unterrichts-Projekte ergeben. So können auch Nutzerverhalten und eigenes Bemühen, Energie zu sparen, sichtbar gemacht werden. Experten gehen davon aus, dass durch unterstützendes Nutzerverhalten etwa 8% Energie eingespart werden können – ohne dass dies vorab überhaupt etwas kostet!

Ausruhen jedoch können wir uns darauf nicht: Aachen ist längst Akteur der Energiewende auf kommunaler Ebene geworden. Damit zwingend verbunden ist die Verstetigung des verantwortlichen Umgangs mit der Ressource „Energie“. Das Städtische Gebäudemanagement wird auch in Zukunft Beispiele dafür geben und nachhaltige Impulse setzen.

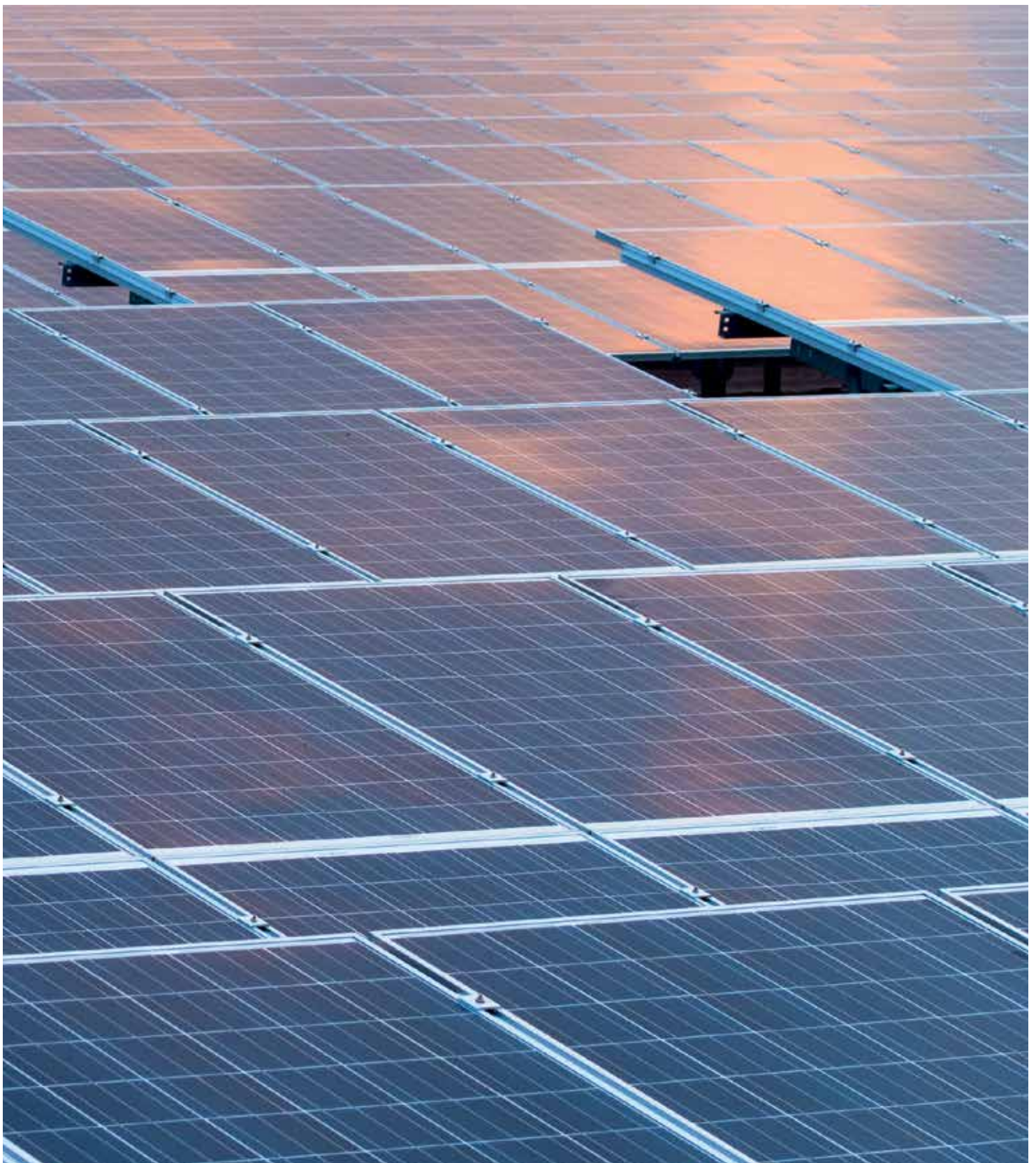
Aachen, den 14. August 2017



Kaufmännische Geschäftsführerin
Dipl.-Kauffrau Vera Ferber



Technischer Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. (FH) Klaus Schavan



Mit einem konsequenten Energiemanagement leisten Kommunen einen wichtigen Beitrag zum deutschen Klimaschutzziel.

Inhalt

1. Kommunales Energiemanagement als strategische Aufgabenstellung	7
2. Organisation des Energiemanagements	11
Organigramm	14
Energiepolitischer Hintergrund	15
„Aachener Standard“ Energie 2010	16
Wichtige Meilensteine	17
3. Bausteine	19
Erfahrungen nach sechs Jahren „Aachener Standard“	20
Beispiele für Neubauten	22
Mensen	25
KiTas	28
Beispiele für Sanierungen	30
KiTas	31
Grundschulen	35
„Leistungsphase 10“ – Definition	38
„Leistungsphase 10“ – Die vier Stufen	39
4. Instrumente/Projekte/ausgewählte Beispiele	49
Nutzer motivation	50
ACTiv fürs Klima	53
Von E-View zu „e2watch“	56
21 Jahre Photovoltaikanlagen auf Aachener Gebäuden	60
LED-Beleuchtungsprojekte mit BMUB-Förderung	66
KiTa Sandhäuschen – Erstes Aachener Niedrigstenergiegebäude	69
Vernetzung/Öffentlichkeitsarbeit	72
European Energy Award	75
5. Entwicklung der Energieverbräuche, -kosten und -preise	77
6. Erfolge und Beiträge zur Haushaltskonsolidierung	87
7. Fazit	89
Impressum	90
Quellen	91



Auf internationaler, nationaler und auch regionaler Ebene steigen die Bemühungen, den Energieverbrauch zu senken, Energie effizienter zu nutzen und energiebedingte Emissionen zu reduzieren, um das Klima zu schützen.

1. Kommunales Energiemanagement als strategische Aufgabenstellung

Die Stadt ist neben der RWTH der größte Immobilienbesitzer in Aachen. Sie verfügt über einen breit gestreuten, extrem heterogenen Gebäudebestand, oft – historisch bedingt – in besten Innenstadtlagen: von Verwaltungsgebäuden über Kindertagesstätten, Schulen, Jugend- und Kultureinrichtungen bis hin zu Schwimmbädern.

Wenn die städtische Verwaltung in vielfältiger Form diese Gebäude mit den dazugehörigen Räumen und Flächen nutzt, um ihre Dienstleistungen für die Bürgerinnen und Bürger sicherzustellen, bindet dies nicht nur große Vermögenswerte, sondern ist auch ein erheblicher Kostenfaktor:

- Die Kosten rund um die öffentlichen Immobilien machen regelmäßig – nach den Personal- und Sachkosten – den drittgrößten Ausgabenblock des städtischen Haushalts aus.
- Die öffentlichen Liegenschaften und Gebäude stellen häufig mehr als 80% des kommunalen Vermögens.
- Allein die Bewirtschaftungskosten der Gebäude machen meist 5–10% des Haushaltsbudgets aus.

Daher wirken sich Identifikation und Nutzung gebäudespezifischer Einsparpotenziale im hohen Maße direkt aus. Die städtischen Gebäude stellen somit im Leistungserstellungsprozess der Verwaltung eine wesentliche Ressource dar, die nicht nur verwaltet, sondern gerade im Sinne einer Kostenoptimierung aktiv von hochqualifiziertem Fachpersonal in den eigenen Reihen gesteuert werden muss. Der professionelle Umgang mit öffentlichen Gebäuden erlangt somit eine zentrale Bedeutung für die Haushaltskonsolidierung. Aktives Tun oder Unterbinden im Rahmen der Aufgaben eines kommunalen Gebäudemanagements wirken sich daher direkt kostenmindernd auf den Haushalt aus.

Eine weitere strategisch unerlässliche Betrachtung kommt hinzu und wird zunehmend wichtiger:

Auf internationaler, nationaler und auch regionaler Ebene steigen die Bemühungen, den Energieverbrauch zu senken, Energie effizienter zu nutzen und energiebedingte Emissionen zu reduzieren, um das Klima zu schützen. Mit einem konsequenten Energiemanagement leisten Kommunen einen wichtigen Beitrag zum deutschen Klimaschutzziel: Im Jahr 2050 sollen im Stromsektor laut Energiekonzept der Bundesregierung mindestens 80% des Bruttostromverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

Die annähernd 11.000 Kommunen haben einen Anteil von etwa 2/3 des gesamten Energieverbrauches des öffentlichen Sektors. Alleine die Energieversorgung der kommunalen Liegenschaften verursacht bundesweit jährlich Kosten von etwa zwei Milliarden Euro. Diese enorme Größenordnung birgt nicht nur erhebliches Einsparpotenzial von bis zu 30%, sondern begründet eine starke Marktmacht der Kommunen, mit der lenkende Impulse vor Ort in Richtung Industrie und Anbietermarkt gegeben werden können.

Der professionelle Umgang mit öffentlichen Gebäuden erlangt eine zentrale Bedeutung für die Haushaltskonsolidierung. Aktives Tun oder Unterbinden im Rahmen der Aufgaben eines kommunalen Gebäudemanagements wirken sich direkt kostenmindernd auf den Haushalt aus.

Effekte eines erfolgreichen kommunalen Energiemanagements sind demnach:

- Senkung der kommunalen Betriebskosten,
- Schonung der knappen fossilen Energieressourcen,
- Verringerung der CO₂-Emissionen,
- Verringerung von Luftschadstoffemissionen (z.B. SO₂, NO_x),
- Verringerung der Abhängigkeit vom Haushaltsrisiko der nicht kalkulierbaren Stromkostensteigerungen in der Zukunft.

Effizientes Energiemanagement unterstützt also die rationelle Energie- und Wasserverwendung, reduziert die finanziellen Belastungen der kommunalen Haushalte und trägt zum Schutz von Umwelt und Ressourcen bei. Um dieses Ziel aufrecht zu erhalten, ist ein weit gefächertes Spektrum an Aufgaben, wie Energiecontrolling, Betriebsoptimierung, integriertes nachhaltiges Planen, Bauen und Sanieren u.Ä. zu berücksichtigen.

Zukunftsfähig sind Betreiberkonzepte für Gebäude, welche die Betriebs- und Folgeausgaben niedrig halten und eine zunehmende Unabhängigkeit von Energiepreisteigerungen unterstützen.

Nicht zu vergessen: Eigene vorbildliche Energie-Effizienzmaßnahmen und energetische Sanierungen erzeugen erst die Legitimität und die notwendige Überzeugungskraft, um als Stadt für die Senkung der Energieverbräuche im privaten und gewerblichen Sektor zu werben. Dies ist die gesellschaftliche Komponente.

Die dafür erforderlichen Rahmenbedingungen haben viele Städte durch Neuordnung ihrer Gebäudeverwaltung im Sinne einer ganzheitlichen, wirtschaftlich ausgerichteten Gebäudebewirtschaftung aus einer Hand geschaffen. Unabhängig davon ist es wichtig, dass alle energetischen Aspekte an zentraler Stelle behandelt werden.

Aachen hat dies bereits 2004 mit Gründung des Gebäudemanagements als „eigenbetriebsähnliche Einrichtung“ und damit frühzeitig die Weichen für die Professionalisierung der städtischen Gebäudewirtschaft zukunftsweisend und erfolgreich gestellt.



Energetische Optimierung der Gebäudesubstanz führt zu

- einer Werterhaltung des kommunalen Immobilienvermögens,
- lokaler Wertschöpfung durch externe Planer und ausführende Unternehmen,
- Zufriedenheit der Gebäudenutzer
- und einer besseren Vermietbarkeit durch höhere Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit.

Erfahrungen verschiedener Städte zeigen, dass Einsparungen durch effizientes Energiemanagement die dafür erforderlichen technischen und personellen Aufwendungen um ein Vielfaches übersteigen.

Der Deutsche Städtetag bringt es auf den Punkt:

„Die langfristigen Folgen des Klimawandels stellen uns vor eine der größten Herausforderungen, die wir jemals zu bewältigen hatten. Die Schonung von Ressourcen ist ein

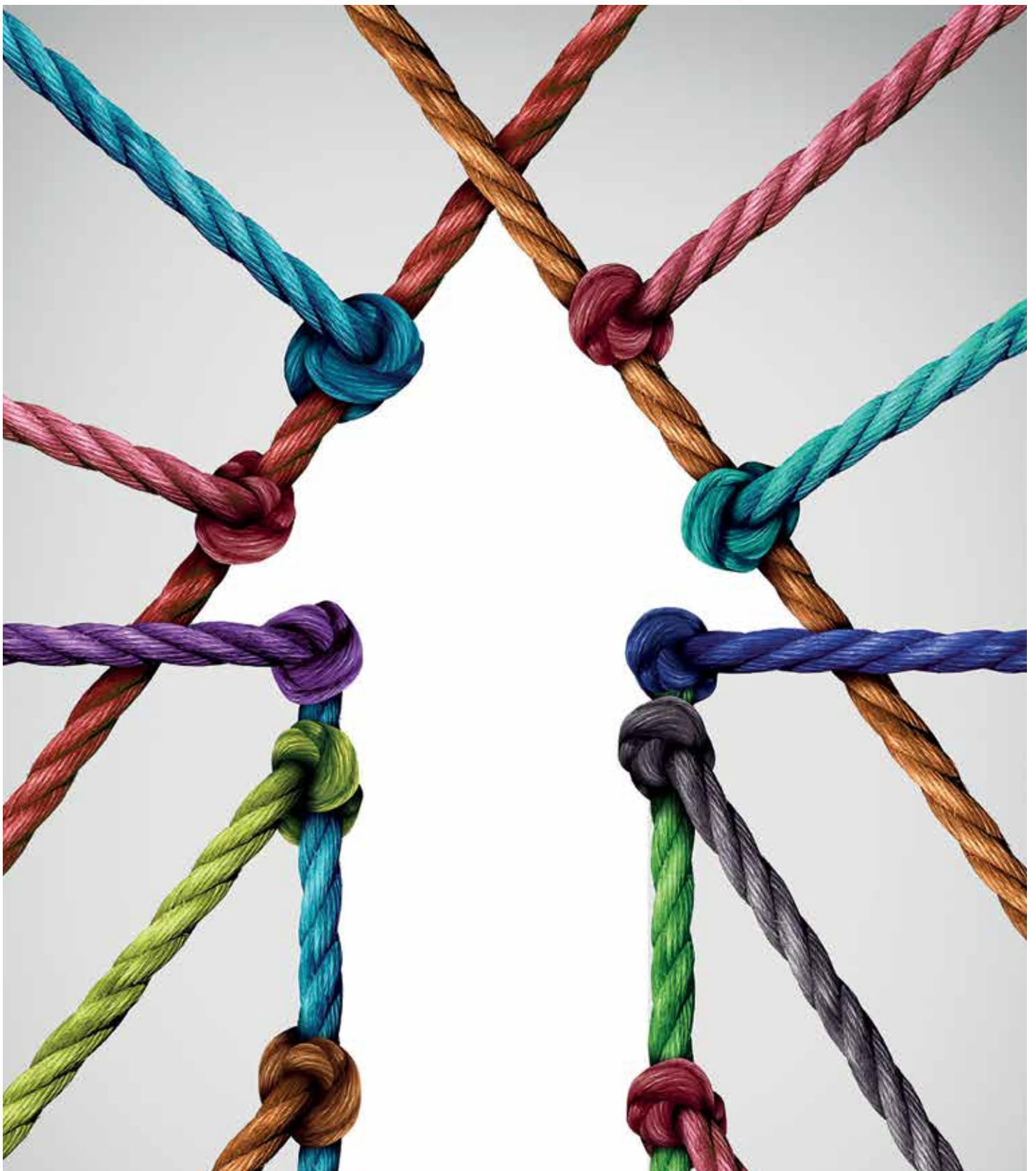
wichtiger Beitrag, um dieser Herausforderung zu begegnen. Die Hauptaufgabe des kommunalen Energiemanagements wird in Zukunft darin liegen, die bestehenden und sich eröffnenden Möglichkeiten zur Energieeinsparung, zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien in kommunalen Gebäuden vollständig auszuschöpfen. Damit können Kommunen für Bürger und Wirtschaft eine wichtige Vorbildfunktion ausüben.“*

Die strategische Bedeutung des städtischen Energiemanagements nimmt also – auch aufgrund der erheblichen Zunahme an Aufgaben – aus ökonomischer Sicht (Energiepreise) und ökologischer (Klimaveränderung) immer mehr zu.

Das städtische Gebäudemanagement sieht sich daher zu Recht als „strategischer Partner“ der Bemühungen um weitere Haushaltskonsolidierung. Ohne ein professionell aufgestelltes Energiemanagement als wichtiger Bestandteil des städtischen Gebäudemanagements wäre diese zentrale Rolle mit den damit verbundenen Kosteneinsparungen so nicht möglich.

** Positionspapier Deutscher Städtetag zum Klimawandel*





Das Energiemanagement erfüllt eine wichtige Grundfunktion innerhalb des kommunalen Gebäudemanagements.

2. Organisation des Energiemanagements

Energiemanagement innerhalb des städtischen Gebäudemanagements

Das Energiemanagement erfüllt eine wichtige Grundfunktion innerhalb des kommunalen Gebäudemanagements. Die strategischen Ziele des Gebäudemanagements werden durch das Energiemanagement fachlich vorbereitet. Die Umsetzung wird anschließend durch die Fachabteilungen ausgeführt. Das Energiemanagement steht dabei beratend zur Verfügung und achtet auf die Qualitätssicherung. Die Gebäudenutzung wird dann wiederum durch ein Controlling begleitet, das durch die Mitarbeiter des Energiemanagements geplant und ausgeführt wird. So sind alle Abteilungen des Gebäudemanagements zusammen mit der Gebäudenutzung entsprechend verzahnt und beeinflussen sich gegenseitig, wie in einem Zahnradgetriebe.



Ziele

Das eindeutige Handlungsziel des kommunalen Energiemanagements ist es, die Energieverbräuche der städtischen Gebäude zu senken. Dafür stehen sowohl ökonomische als auch ökologische Gründe und auch die aktuelle Energiepolitik. Steigende technische Ausrüstungsstandards und verlängerte Nutzungszeiten in den Schulgebäuden erschweren diese Zielerreichung. Einerseits ist diese Aufgabe mit strategischen Maßnahmen vorzudenken, andererseits mit dem operativen Tagesgeschäft während der Nutzung zu steuern.

Zu den strategischen Zielen der Stadt Aachen im Sinne höherer Energieeffizienz gehört es, eine bauliche Vorbildfunktion sowohl im Neubau als auch bei der Sanierung auszuüben. Diese Vorbildfunktion wird maßgeblich durch den „Aachener Standard“ geprägt: Neubauten werden annähernd als Passivhaus konzipiert, Bestandsgebäude werden mit nachhaltigen Qualitätsmaßstäben saniert. Der Ausbau erneuerbarer Energieträger wird gefördert.

Das operative Verbrauchscontrolling wird unterstützt durch das Monitoringinstrument „e2watch“. Das ursprünglich von Teammitarbeitern selbst entwickelte System E-View wurde anschließend durch die regio iT als „e2watch“ weiterentwickelt.

Eine effektive Gebäudeautomation ist das Kernstück einer energieeffizienten Steuerung.

Zusammenfassung der Ziele:

1. Reduktion Energie- und Wasserverbräuche
2. Betriebsoptimierung
3. Senkung Schadstoffemissionen
4. Bauliche Vorbildfunktion Neubau und Sanierung

Folgende Aufgaben gehen aus den oben genannten strategischen Zielen hervor: Die Aufgaben erfüllen häufig mehrere Ziele und Ziele überschneiden sich. Hinzukommen die notwendigen Betriebsabläufe.

Ziele	Aufgaben
Reduktion Energie- und Wasserverbräuche	<p>Nutzermotivation</p> <p>Nutzer, Bedarfsträgerberatung</p>
Betrieboptimierung	<p>Energiemonitoring „e2watch“</p> <p>Gebäudeleittechnik</p> <p>Energiecontrolling</p>
Senkung Schadstoffemissionen	Einsatz erneuerbarer Energien
<p>Bauliche Vorbildfunktion Neubau/Sanierung (Senkung Schadstoffemissionen)</p>	<p>Energiestandards für Neubau und Sanierung Energiekonzepte für Neubau</p> <p>Energiediagnosen vor Sanierung Begleitung der Ausführung</p>
Betriebsabläufe	<p>Energieeinkauf/Vertragsmanagement Energieabrechnung/Kostenverteilung</p> <p>Fördermittel</p>

Bausteine / Instrumente / Projekte

**Dienstanweisung Energie
Nutzerhandbuch für KiTas
Hausmeisterschulung
ACTiv fürs Klima**

Beratung zu Entwürfen oder Bauproblemen

Pflege und Aufschaltung neuer Objekte

Steuerung und Regelung von Temperaturen und Luftfechtigkeiten in den Gebäuden

**Verbrauchsdatenbeschaffung, -pflege und -überwachung,
Vergleichskennzahlen/ Benchmarks, Gebäudebegehungen,
Messungen, Schwachstellenanalysen, Erfolgskontrollen**

**Pflege und Wartung vorhandener PV-Anlagen
Planung neuer Anlagen
Energiekonzepte für andere erneuerbare Energien**

**Aachener Planungsbausteine
Definition „Aachener Standard“
Begleitung bei Wettbewerben
Umsetzung von Energiegesetzen**

**Begleitung der Ausführung
Qualitätssicherung
Verfolgung energetischer Zielvorgaben
Verbesserung der Gebäudetechnik
„Leistungsphase 10“**

**Ausschreibung, Preisvergleiche
Optimierung von Verträgen und Tarifen
Differenzierung von Verbräuchen
Prognosen von Verbräuchen**

**Einwerben und Beantragen von Fördermitteln
Bearbeiten von Wettbewerben**

Organigramm

Energiemanagement

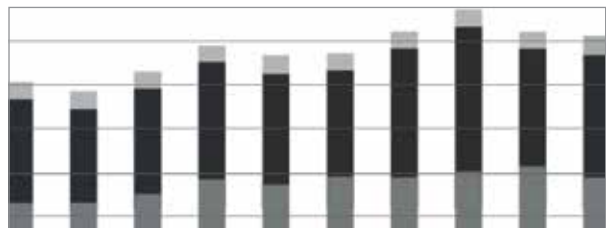


Teamleitung

Energiestandards, Energiekonzepte

Fördermittel, Öffentlichkeitsarbeit

Qualitätssicherung Neubau/Sanierung

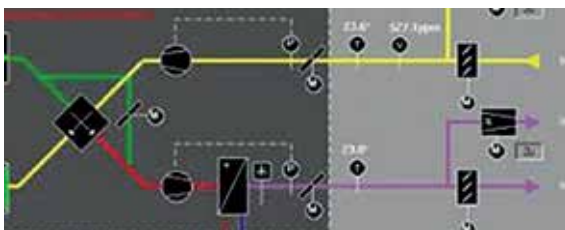


Stellvertretende Teamleitung

Arbeitsgruppenleitung GLT

Energieabrechnung, Kostenverteilung

Energieeinkauf, Energiegrundsatzplanung



Betriebsoptimierung

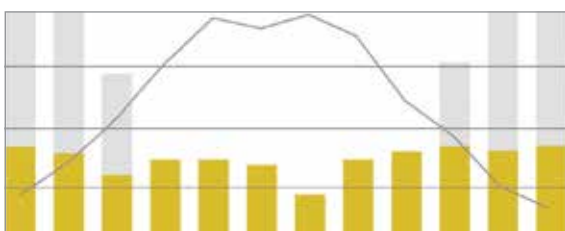
Gebäudeleittechnik



Qualitätssicherung

„Leistungsphase 10“

Photovoltaikanlagen



Energiemonitoring

Verbrauchserfassung und Energiediagnosen

Energiepolitischer Hintergrund

Vor über 40 Jahren, im Jahr 1976, wurde das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) als Reaktion auf den Ölpreisschock erlassen. Dieses Gesetz stellt seither die Ermächtigungsgrundlage für die Bundesregierung dar für Verordnungen, die den Energieverbrauch zum Heizen und Wassererwärmen mindern.

1977–1978

Die Wärmeschutzverordnung (WSchVO 1977), die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlVO 1978) und die Heizungsbetriebsverordnung (HeizBetrV 1978) waren die ersten Gesetze auf nationaler Ebene.

1992

Die europäische Gemeinschaft (EG) hat 1992 eine Richtlinie für ihre Mitgliedsstaaten erlassen: (EG-RL 1992). Die Bundesregierung setzte diese Richtlinie damals mit einer Novelle der HeizAnlV1998 um.

1993

1993 forderte die Europäische Gemeinschaft erstmals einen Energieausweis für Gebäude. Diese EG-Richtlinie 1993 verpflichtete die Mitgliedsländer, Programme mit langfristigen Klimaschutzziele umzusetzen; Energieausweise für Gebäude einzuführen, die Kosten zum Heizen, Wassererwärmen und Kühlen verbrauchsabhängig abzurechnen, Neubauten zu dämmen, Heizkessel zu überprüfen usw. Die WSCHVO 1995 setzte diese Ziele um und führte u.a. den Wärmebedarfsausweis ein.

2002

Im Jahr 2002 löste die erste Energieeinsparverordnung (EnEV 2002), die bis dahin parallel geltenden WSchVO und HeizAnlVO ab. Zum ersten Mal wurden die Themenkomplexe rund um die Wärmeleitfähigkeit der Gebäudehülle und die Anforderungen an die Gebäudetechnik zusammengeführt.

2003–2011

Ab 2003 bewirken die europäischen Richtlinien für energieeffiziente Gebäude, dass das EnEG und anschließend die EnEV immer wieder angepasst werden. Außerdem muss seit 2009 parallel das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) erfüllt werden, aktuell in der Novelle von 2011.

2013

Das EnEG 2013 definierte erstmals das Niedrigstenergiegebäude. Dies zeichnet sich durch eine hervorragende Gesamtenergieeffizienz und einen sehr geringen Energiebedarf aus. Dieser soll bestmöglich durch erneuerbare Energiequellen gedeckt werden. Das EnEG 2013 verpflichtet die Bundesregierung bis Ende 2016 in einer entsprechenden Verordnung (EnEV-Novelle) diesen Standard verbindlich zu definieren.

2019

Das Niedrigstenergiegebäude ist für öffentliche Neubauhäuser ab dem 1.1.2019 obligatorisch.*

Aachen hat die gesetzlichen Vorgaben schon seit den 90er Jahren um mind. 30 % unterschritten. Mit Einführung des „Aachener Standards“ im Jahr 2010 wird nicht nur die aktuelle EnEV unterschritten, sondern auch das EEWärmeG erfüllt.

Außerdem ist man für zukünftige gesetzliche Vorgaben gut vorbereitet. Das Niedrigstenergiegebäude ist damit leicht realisierbar.

** Quelle: Überblick der Geschichte der Energiespar-Regeln für Gebäude
M. Tuschinsky*

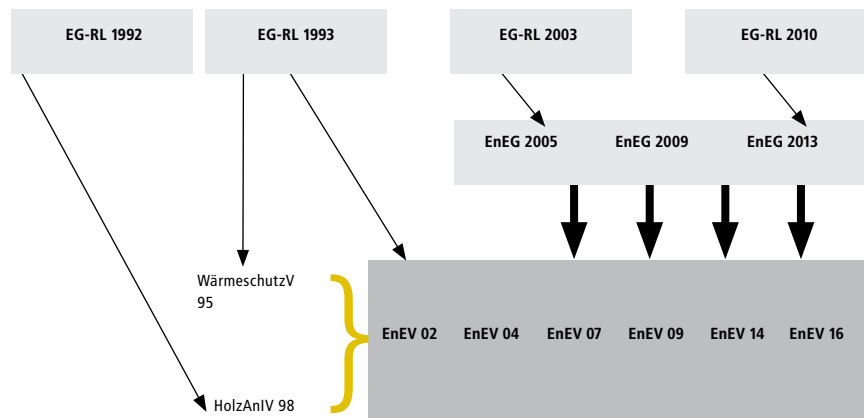
Aachen hat die gesetzlichen Vorgaben schon seit den 90er Jahren um mind. 30 % unterschritten. Mit Einführung des „Aachener Standards“ im Jahr 2010 wird nicht nur die aktuelle EnEV unterschritten, sondern auch das EEWärmeG erfüllt.

„Aachener Standard“ Energie 2010

für Neubauten im Vergleich zu den gesetzlichen Vorgaben
und deren geschichtlichen Entwicklung seit 1976

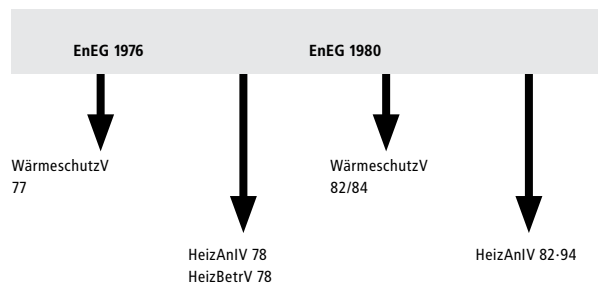
1973: Ölkrise als Auslöser

Europäische Ebene



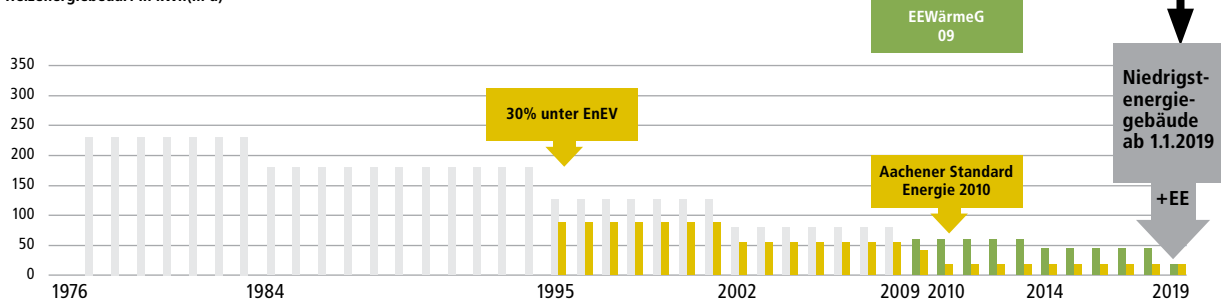
Nationale Ebene

Gebäudehülle
Gebäudehülle +
Gebäudetechnik
Gebäudetechnik



Aachen

Heizenergiebedarf in kWh(m²a)



■ gesetzliche Vorgaben ■ Aachen

Quelle: EnEV-online.de

Wichtige Meilensteine der letzten Jahre

- 2008 E-View Entwicklung
- 2009 1.000 Zähler werden kontrolliert
- 2010 Einführung „Aachener Standard“
- 2011 Erste Erfahrungen mit Passivhausstandard/Abschluss KP II
European Energy Award Gold
- 2012 Kommunaler Klimaschutzpreis für Monitoringsystem E-View
- 2013 ACTiv fürs Klima/Hausmeisterschulung
- 2014 Internationale Passivhaustagung in Aachen/Exkursion zu Aachener Passivhausobjekten
- 2015 Rezertifizierung European Energy Award Gold
- 2016 Erstes Aachener Niedrigstenergiegebäude, KiTa Sandhäuschen



Verleihung des European Energy Awards Gold in 2011



Die Planung eines nachhaltigen Gebäudes erfordert eine ganzheitliche Herangehensweise.

3. Bausteine

Einleitung in das Thema

Öffentliches Bauen ist komplexer geworden. Die Planung eines nachhaltigen Gebäudes erfordert eine ganzheitliche Herangehensweise. Die Minimierung des Energiebedarfs wird durch die Erstellung, Fortschreibung und Umsetzung eines Energiekonzeptes maßgeblich beeinflusst. Über den Lebenszyklus betrachtet ist der Primärenergiebedarf, aber insbesondere auch der Endenergiebedarf des Gebäudes zu minimieren. Hierbei gilt der passiven Energienutzung sowie den erneuerbaren Energien ein besonderes Augenmerk.

Die Höhe des späteren Energieverbrauchs eines Gebäudes an fossilen und regenerativen Energieträgern wird durch den architektonischen Entwurf, den Standort sowie die geografische Ausrichtung maßgeblich geprägt. Diese Parameter haben beispielsweise Einfluss auf die passive Solarenergienutzung, den Jahres-Heizwärmebedarf, den Kältebedarf, den Strombedarf für die Beleuchtung in Abhängigkeit des Fensterflächenanteils oder einer gegebenenfalls erforderlichen maschinellen Lüftung. Daher hat das Gebäudemanagement Aachen schon in den 90er Jahren die Konsequenz gezogen, die energetische Qualität gegenüber dem gesetzlich geforderten Mindestmaß anzuheben. 2010 wurde der „Aachener Standard“ definiert, der den Maßgaben der Gesetzgebung inzwischen immer näher kommt.

In den Aachener Planungsbausteinen werden die vielfältigen, bewährten Planungsparameter beschrieben. Die Erfahrungen mit diesem Standard werden hier erläutert. Mithilfe des technischen Monitorings, in Aachen als „Leistungsphase 10“ bezeichnet, wird das technische Monitoring beschrieben, mit dem das Objekt nach der Übergabe an den Nutzer geprüft und gesteuert wird.

Die Bausteine stellen demnach die Grundlagen für die bauliche Vorbildfunktion dar.

Aachener Planungsbausteine

Die Aachener Planungsbausteine dienen als Leitlinien für das nachhaltige Bauen kommunaler Gebäude und wurden 2014 in Zusammenarbeit verschiedener Teams des Gebäudemanagements intern erstellt. Sie dienen den Architekten und Ingenieuren des Gebäudemanagements als Orientierung in fachlichen Inhalten und enthalten Hinweise, wie die kommunalen Gebäude gebaut, instandgesetzt und saniert werden. Auch den beauftragten externen Architekten, Ingenieuren und Sonderfachleuten werden die Leitlinien als Maßgabe und Zielrichtung zur Verfügung gestellt. Ziel der Planungsbausteine ist die Definition und Vorgabe verbindlicher Qualitätskriterien, sowohl für den Neu- als auch für den Um- und Erweiterungsbau als auch für Sanierungsmaßnahmen und die Instandhaltung.

Dabei wird das Prinzip der 3 Säulen des nachhaltigen Bauens berücksichtigt:

- die ökonomische Säule
- die ökologische Säule
- die soziale und kulturelle Säule

In die Leitlinien sind die gesammelten Erfahrungen aus allen Gewerken eingeflossen. Manche Inhalte werden auch mit der Zeit fortzuschreiben sein. Die Kernbotschaft der Aachener Planungsbausteine – die Definition eines qualitativollen und nachhaltigen Gebäudestandards, des „Aachener Standards“, wurde seitdem von mehreren Kommunen übernommen. Der anzustrebende, niedrige Energieverbrauch eines Gebäudes steht zusammen mit einer funktionellen Gebäudestruktur und einem angenehmen Raumklima im Mittelpunkt. Viele bauliche und technische Details werden erklärt. Die Luftqualität nimmt einen großen Raum ein, weil sie sowohl für ein angenehmes Raumklima und Raumhygiene sorgt als auch für die Energieeffizienz sehr wichtig ist.

Die Stadt Aachen hat hier in der Sanierung von Schulgebäuden in Bezug auf Lüftungsanlagen früh eine Vorreiterrolle eingenommen. Bei vollständiger Sanierung sind Lüftungsanlagen obligatorisch. Die positiven Erfahrungen bestätigen diese Entscheidung. Die Nutzerzufriedenheit mit der hygienischen Raumluft bei minimaler Geräuschbelastung ist überzeugend.



Karl-Kuck-Schule innen und außen, Dezentrale Lüftungsgeräte

Erfahrungen nach 6 Jahren „Aachener Standard“

Am 27. April 2010 wurde der „Aachener Standard“ vom Betriebsausschuss des Gebäudemanagements einstimmig beschlossen. Vorausgegangen war eine Beauftragung durch den Planungsausschuss, die Vorgaben des „Aachener Standards“ bei künftigen Vorhaben umzusetzen.

Definition „Aachener Standard“ für Neubauten:

Neubauten werden mit dem Passivhaus-Projektierungspaket nach Prof. Feist bauphysikalisch berechnet. Dieses anerkannte, aber alternative Tool hat gegenüber der Standardberechnung nach DIN 18599 (Energetische Bewertung von Gebäuden) den Vorteil, dass die daraus resultierenden Energieverbrauchsdaten realitätsnäher sind als bei der Standardberechnung. Der DIN 18599 liegen standardisierte Nutzerprofile zugrunde, die häufig nicht mit den Nutzungsdaten der kommunalen Gebäude übereinstimmen.

Für alle Neubauten nach „Aachener Standard“ wird ein Nachweis nach Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) erstellt.

- **Jahresheizwärmebedarf** $\leq 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- **Primärenergiebedarf (inkl. gesamter Strombedarf)** $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- **Wärmebrücken** $< 0,05 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$
- **Drucklufttestwechsel n50** $\leq 0,6 /\text{h}^{-1}$

Bei allen freistehenden Neubauten nach „Aachener Standard“ wird die Einhaltung eines Jahresheizwärmebedarfes von max. $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ gefordert. Dabei wird bewusst auf die Zertifizierung nach Passivhausprojektierungspaket verzichtet ($15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$), um der Nachhaltigkeit aller Bauteile gegenüber technisch noch nicht ausgereiften Produkten erste Priorität einzuräumen.

Inzwischen hat sich allgemein unter den engagierten Kommunen die Erkenntnis durchgesetzt, dass es sinnvoll ist, auf die Passivhaus-Berechnung zu vertrauen, weil die Ergebnisse realistischer sind als die Berechnung gemäß DIN 18599. Die Einhaltung des Heizwärmebedarfs von $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, um die Zertifizierung zu erreichen, hat dabei nicht mehr erste Priorität. Die niedrigen Verbrauchswerte sind das Ziel.

Die verschiedenen Planungsbeteiligten, Architekten, Bauphysiker, Haustechnikplaner müssen ab dem Vorentwurf interdisziplinär zusammenarbeiten, also eine integrale Planung verwirklichen. Eine ganzheitliche Planung aller wichtigen Fachdisziplinen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine hohe Energieeffizienz. Alle Planungsbeteiligten müssen deshalb möglichst früh zusammenarbeiten.*

Nur durch das Zusammenbringen der Ziele – gute Nutzungs- und Architekturqualität, wirtschaftliche Bauweise und der Nutzung entsprechender Gebäudetechnik – ist ein optimaler energetischer Standard zu erreichen.

** Energieeffizienter Neubau von Nichtwohngebäuden kommunaler und sozialer Einrichtungen, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung*



KiTa-Erweiterungsgebäude Passstraße, Hahn-Helten Architekten

Mindestanforderungen für Wärmedurchgangskoeffizienten für Neubauten

Mit folgenden U-Werten $W/(m^2K)$ bzw. Dämmstärken sind im Passivhaus ähnlichem Neubau die oben genannten Ziele erfahrungsgemäß zu erreichen. Diese müssen jedoch nach PHPP berechnet werden.

Opake Außenbauteile:	$\leq 0,15 W/(m^2K)$ Wände, Dach, Sohle
Verglasungen Ug:	$\leq 0,7 W/(m^2K)$ nach EN 673 bei hohem Gesamtenergiedurchlassgrad ($g \geq 50\%$ nach EN 410)
Fenster Uw:	$\leq 1,0 W/(m^2K)$ nach DIN EN ISO 10077

Ausführung – Energetische Definition

Energetisch hochwertige Gebäude, so auch Gebäude nach „Aachener Standard“, müssen folgende generelle Ausführungsprinzipien erfüllen.

Ausführungsprinzipien:

Hüllflächenprinzip

Eine kompakte Bauform ist energetisch günstig.

Eine einfache Geometrie der beheizten Zonen des Gebäudes und eine klare Definition des beheizten Volumens ist entscheidend für die energetische Konzeption. Nicht beheizte Volumen bzw. Pufferzonen wie z. B. unbeheizte Treppenhäuser liegen außerhalb der Hüllfläche.

Homogenitätsprinzip

Eine umlaufende homogene Dämmqualität muss sein.

Eine möglichst einheitliche Dämmqualität ist wichtig. Die Übergangsdetails wie z.B. die Einbausituation der Fenster, der Attiken oder der Sockelpunkte erfordern eine besonders sorgfältige Planung.

Wärmebrückenfreiheit

Es wird Wärmebrückenfreiheit angestrebt.

Der außenmaßbezogene Wärmebrückenverlustkoeffizient von Anschlüssen und Bauteilübergängen sollte kleiner gleich $0,01 W/(mK)$ ausfallen. Damit gilt er rechnerisch als wärmebrückenfrei und kann vernachlässigt werden.

Luftdichtheit

Die luftdichte Ebene muss lückenlos sein.

Das Prinzip, innen dicht, außen diffusionsoffen ist entscheidend für die energetische Qualität, für die Schadensfreiheit und auch für die Behaglichkeit. Die konsequente bauliche Umsetzung in der Ausführung ist im Hinblick auf Material- bzw. Gewerkübergänge und nachträgliche Installationen ein komplexes Thema.

Solare Gewinne

Passive solare Gewinne müssen genutzt werden.

Die Wechselwirkung von solaren Gewinnen und Verlusten aufgrund der gegenüber Wandquerschnitten schlechteren Wärmeleitfähigkeit ist im Sinne einer optimalen Nutzung auszubalancieren. Dabei ist darauf zu achten, dass Überhitzungen unbedingt vermieden werden. Technische Kühlung ist kein energetisch geeignetes Instrument, um mit zu hohen Raumtemperaturen umzugehen.

Nur durch das Zusammenbringen der Ziele – gute Nutzungs- und Architekturqualität, wirtschaftliche Bauweise und der Nutzung entsprechender Gebäudetechnik – ist ein optimaler energetischer Standard zu erreichen.

Beispiele für Neubauten

Inzwischen sind insgesamt acht freistehende Gebäude fertiggestellt. Dazu gehören ein Jugendzentrum, eine Feuerwache, vier Mensen, vier KiTas und ein Schulpavillon.

Jugendzentrum Cube

Das erste Gebäude, das Cube-Jugendzentrum Richterich, entspricht wegen seiner zweigeschossigen kubischen Bauform dem Ideal in Kompaktheit. Die Wände erreichen monolithisch aus 60 cm starkem Porenbeton einen Wärmedurchgangskoeffizienten $U = < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, was für ein Passivhaus typisch ist. Die Bodenplatte steht auf einer Lage Glasschaumschotter. Alle Fenster und Pfosten-Riegelkonstruktionen sind mit dreifachem Wärmeschutzglas ausgestattet.

Die Wärmeenergie wird mit einem Brennwert-Erdgaskessel erzeugt, der minimierte Warmwasserbedarf mit einem elektronischen Durchlauferhitzer. Die balancierte Passivhauslüftungsanlage hat einen Wärme-Rückgewinnungsgrad von $< 80 \%$.

Trotz dieser sehr guten Voraussetzungen erfüllte das Gebäude anfangs nicht die Erwartungen. Der Erdgasverbrauch des ersten Betriebsjahres lag deutlich zu hoch. Dieses Ergebnis veranlasste die Verantwortlichen, grundsätzlich ein technisches Monitoring einzuführen, in dem das neue Gebäude in der Nutzung untersucht wird. In Aachen wird das seitdem als „Leistungsphase 10“ bezeichnet.

Diese Erfahrung machten auch diverse andere Kommunen. Daher rät das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung in seinem Bericht über den energieeffizienten Neubau von Nichtwohngebäuden kommunaler und sozialer Einrichtungen Folgendes:

„Nur mit einer Überprüfungs- und Optimierungsphase, die als Leistungsphase 10 in die HOAI eingeführt werden könnte, lässt sich die Zielerreichung eines Niedrigstenergiegebäudes sicherstellen.“

Nachdem das Nutzerverhalten untersucht und ein verantwortungsvoller Umgang mit dem Gebäude festgestellt wurde, konnte dies als mögliche Ursache für den erhöhten Gasverbrauch ausgeschlossen werden.

Auch die Dichtheit des Gebäudes war durch ein sehr gutes Messergebnis im blower-door-Test bestätigt worden ($n_{50} = 0,38 \text{ h}^{-1}$).

Die meisten Probleme wurden in der Gebäudetechnik festgestellt. Diese konnten teilweise behoben werden.

- Es fehlten Komponenten zur Kesselsteuerung
- Falsche Komponenten der Lüftung wurden teilweise ausgetauscht
- Softwarefehler in der Lüftungssteuerung wurden behoben und durch weitere Komponenten ergänzt

Ein Planungsfehler, der durch ein falsches Lüftungsgerät entstanden war, wurde aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht revidiert.

Die Gebäudehülle aus Porenbeton trug wegen eines festgestellten viel zu hohen Feuchtegehalts erheblich zum schlechten Ergebnis bei. Hier ist zu erwarten, dass die Gebäudehülle vollständig austrocknet und die Wärmeleitfähigkeit den Planwert erreicht.

Inzwischen konnte der Heizenergieverbrauch gegenüber dem Verbrauch im ersten Betriebsjahr halbiert werden. Dieses Gebäude zeigt sehr deutlich, dass die Stellschrauben des energetischen Bauens in der Gebäudetechnik liegen. Der Wärmerückgewinnungsgrad der eingebauten Lüftungsanlage liegt deutlich unter dem geplanten.



Jugendzentrum Cube; Architekt: Cortis, Aachen

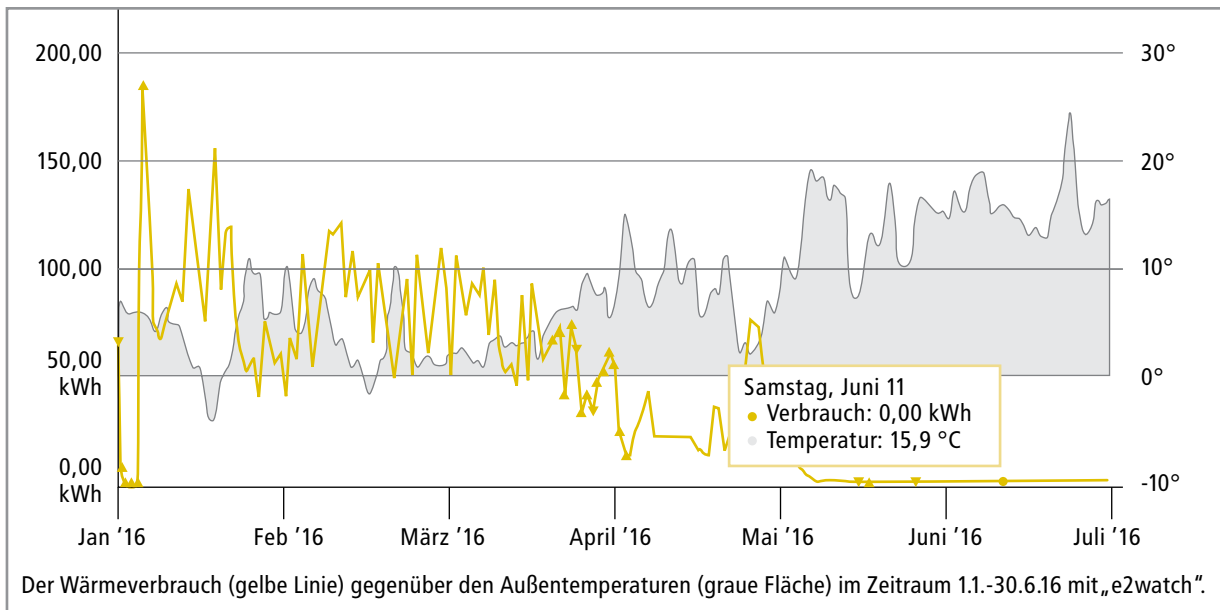


Zum Vergleich:

Die Kennzahl eines Standardgebäudes nach EnEV 2009 läge bei ca. 65 Kilowattstunden pro Quadratmeter Netto-grundfläche. Der Jahresverbrauch dann bei 20.670 Kilowattstunden.

Wärmeverbrauch 2013/2015 auf Energiebezugsfläche nach PHPP bezogen

Objekt	bereinigter Jahresverbrauch Gradtagszahl Aachen kWh	Energiebezugsfläche nach PHPP m ²	Geplanter Verbrauch nach PHPP kWh	Abweichung vom Soll (=100%)
Jugendzentrum Cube	11.828	297	5.200	227%



Der tatsächliche Stromverbrauch des Jugendzentrums liegt dagegen 8% unter dem projizierten Bedarf.

Stromverbrauch 2015

Objekt	Jahresverbrauch kWh	NGF beheizt m ²	Kennzahl kWh/m ²	Jahresverbrauch geplant nach PHPP kWh	Kennzahl geplant nach PHPP kWh/m ²	Abweichung
Jugendzentrum Cube	7.323	318	23	7.961	27	92%

Leitstelle der Feuerwache

Die neue Leitstelle der Feuerwache der Stadt Aachen wurde 2012 als eines der ersten Gebäude nach „Aachener Standard“ in Betrieb genommen. Als sehr komplexes Technikgebäude ist das technische Monitoring ebenfalls vielschichtig.

Auch die Gebäudehülle stellt eine Besonderheit dar. Die südlich orientierte Straßenfassade war nutzungsbedingt ohne Fenster geplant. Es bot sich daher an, sie solar zu nutzen. Auch auf den gestaffelten Flachdächern ist jeweils eine Photovoltaikanlage installiert. Das Gebäudemanagement stellte der STAWAG als Investor bzw. Nutzer die Dach- und Fassadenflächen zur Verfügung. Vor allem die vertikale Fassadenanlage symbolisiert den Vorbildcharakter.



Neue Feuerwache Aachen, Architekt: Cortis, Aachen

Wärmeverbrauch 2013/2015

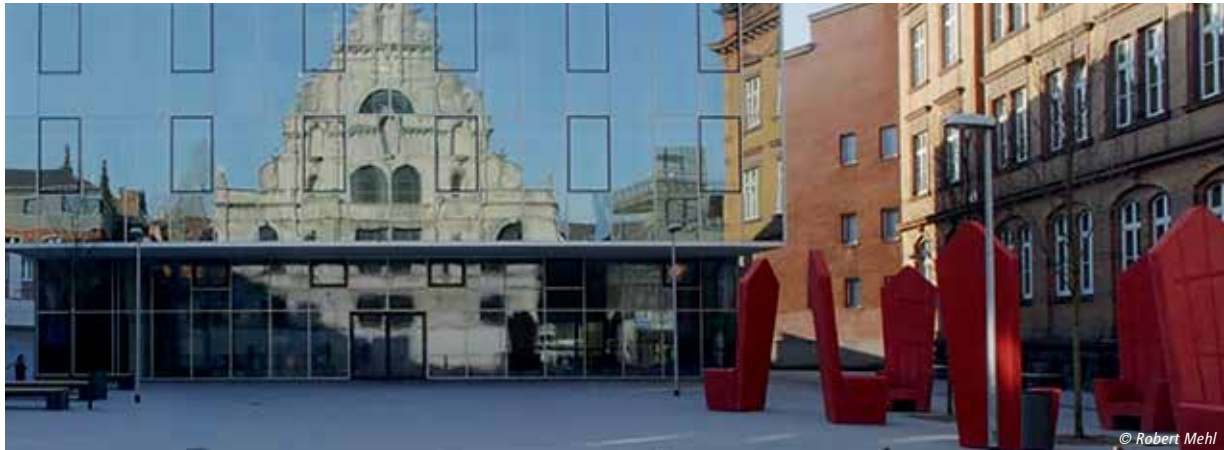
Objekt	bereinigter Jahresverbrauch Gradtagszahl Aachen kWh	NGF beheizt m ²	Kennzahl bereinigt Gradtagszahl Aachen kWh/m ²
Feuerwache Neubau	54.542	2.249	24

Stromverbrauch 2015

Objekt	Jahresverbrauch kWh	NGF beheizt m ²	Kennzahl kWh/m ²	Jahresverbrauch geplant nach PHPP kWh	Kennzahl geplant n. PHPP bez. Energiebezugsfläche kWh/m ²	Abweichung
Leitstelle Feuerwache	277.591	2.249	123	55.427	25	492 %

Der Strombedarf der Leitstelle wurde im Entwurfsstadium völlig unterschätzt. Die Verbräuche der technischen Anlagen liegen fast beim Fünffachen des Bedarfes für ein Bürogebäude.

Mensen



Mensa St. Leonhard-Gymnasium, Architekten: pbs Architekten, Aachen



Mensa Couven-Gymnasium, Architekten: Eller + Eller, Düsseldorf



Mensa Rhein-Maas-Gymnasium, Architekten: Hausmann Architekten, Aachen

Die drei freistehenden Mensen sind zwar sehr unterschiedlich konzipiert, lieferten jedoch ähnliche Ergebnisse im Wärmeverbrauch. Der angestrebte Wärmeverbrauch bzw. Planwert Heizwärmebedarf von $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ wird erreicht. Das dreigeschossige Gebäude, in dem sich die Mensa des

St. Leonhard-Gymnasiums im Erdgeschoss erstreckt, hat in beiden Obergeschossen Unterrichtsräume. Die Mensa Couven-Gymnasium ist eingeschossig und dient ausschließlich dieser Nutzung. Die Mensa des Rhein-Maas-Gymnasiums ist zweigeschossig mit Unterrichtsräumen im Obergeschoss.

A/V-Verhältnis:

Mensa St. Leonhard-Gymnasium	0,38 m-1
Mensa Couven-Gymnasium	0,58 m-1
Mensa Rhein-Maas-Gymnasium	0,49 m-1

Das A/V-Verhältnis ist die Kurzform für das Verhältnis zwischen Hüllfläche A und Gebäudeinhalt V (1/m) und bezeichnet die Relation von Gebäudehüllfläche zu umschlossenem Volumen. * Je kleiner das A/V- Verhältnis ist, desto kompakter und damit energetisch günstiger ist das Gebäude. Die Geschossigkeit spielt ebenfalls eine Rolle. Ein eingeschossiges Gebäude wie die Mensa des Couven-Gymnasiums kann nie so kompakt sein wie z.B. die Mensa des St. Leonhard-Gymnasiums, die dreigeschossig ist.

Alle Gebäude werden durch zentrale Lüftungsanlagen mit hohem Wärmerückgewinnungsgrad belüftet und erwiesen sich im blower-door-Test als sehr luftdicht (< 0,6 h-1). Der Wärmeverbrauch liegt bei diesen Gebäuden durchschnittlich bei einer Kennzahl von 20,4 kWh/m².

* *Baunetz-Wissen*

Wärmeverbrauch 2013/2015

Objekt	bereinigter Jahresverbrauch Gradtagszahl Aachen kWh	NGF beheizt m²	Kennzahl bereinigt Gradtagszahl Aachen kWh/m²
Mensa St. Leonhard-Gymnasium	22.854	1.204	19 < 20
Mensa Rhein-Maas-Gymnasium	11.230	607	19 < 20
Mensa Couven-Gymnasium	7.770	444	18 < 20

In die Berechnung des Passivhaus- Projektierungspaketes gehen die Verkehrsflächen nur mit 60% ein. Daher wird hier mit anderen Flächen gerechnet. In allen drei Objekten wird die Wärme über elektronische Durchlauferhitzer erzeugt.

Daher kann der bereinigte Heizenergieverbrauch direkt mit dem geplanten Heizenergiebedarf nach PHPP verglichen werden. Bei allen drei Objekten wird der geplante Verbrauch zwischen 4% bzw. 18% unterschritten.

Wärmeverbrauch 2013/2015 auf Energiebezugsfläche nach PHPP bezogen

Objekt	bereinigter Jahresverbrauch Gradtagszahl Aachen kWh	Energiebezugsfläche nach PHPP m²	Geplanter Verbrauch nach PHPP kWh	Abweichung vom Soll (= 100%)
Mensa St. Leonhard-Gymnasium	22.854	1.071	25.512	- 10 %
Mensa Rhein-Maas-Gymnasium	11.230	573	11.700	- 4 %
Mensa Couven-Gymnasium	7.770	433	9.493	-18 %



Physikraum Schulgebäude St. Leonhard-Gymnasium

Der Stromverbrauch der drei Gebäude ist dagegen sehr unterschiedlich. Bei zwei Mensen liegt er auf dem Niveau der Planung. Im deutlich höheren Verbrauch der Mensa Rhein-Maas-Gymnasium spiegelt sich der erhöhte Strombedarf für die Zubereitung der Speisen wider. Die Stromverbräuche der unterschiedlichen Essenszubereitungsarten wurden vom Arbeitskreis Energiemanagement des Städtetages untersucht. Hierbei wurden aus diversen kommunalen Daten die Stromverbräuche pro Mahlzeit ermittelt.

Die traditionelle Essenszubereitung („cook and serve“ genannt), bei der die Speisen gekocht und unmittelbar nach der Zubereitung serviert werden, wird in der Mensa des Rhein-Maas-Gymnasiums praktiziert. Diese Zubereitungsart

führt gegenüber den anderen Produktionsarten zu einem höheren Stromverbrauch. Ernährungstechnisch ist dies aber das gesündeste Verfahren. Bei der Zubereitungsart „cook and hold“ werden ca. 0,4 kWh/pro Mahlzeit Strom verbraucht, beim Verfahren „cook and serve“ 3 kWh/pro Mahlzeit.*

Das Essen der beiden anderen Mensen wird extern gekocht und mit Thermoportern warm gehalten („cook and hold“ genannt). Der Stromverbrauch in diesen Mensen beträgt demnach nur ca. 0,4 kWh pro Mahlzeit. Der Energieverbrauch für die Zubereitung und Lieferung fällt ja extern an.

*Auswertung AK Städtetag, Stromverbrauch in Mensen, Beate Conradi

Stromverbrauch 2015						
Objekt	Jahresverbrauch	NGF beheizt	Kennzahl	Jahresverbrauch	Kennzahl	Abweichung
	kWh	m ²	kWh/m ²	geplant nach PHPP kWh	geplant n. PHPP Energiebezugsfläche kWh/m ²	
Mensa St. Leonhard-Gymnasium	27.486	1.204	23	25.952	24	106 %
Mensa Rhein-Maas-Gymnasium	13.043 42.683	607	21 70	18.518	32	230 % 70 %
Mensa Couven-Gymnasium	13.041	444	29	13.643	32	96 %

Die Essenszubereitung hat einen großen Einfluss auf den Stromverbrauch. Würde man die 11.400 Mahlzeiten pro Jahr in der Mensa Rhein-Maas-Gymnasium nach der Methode „cook and hold“, also extern gekochtes Essen, servieren

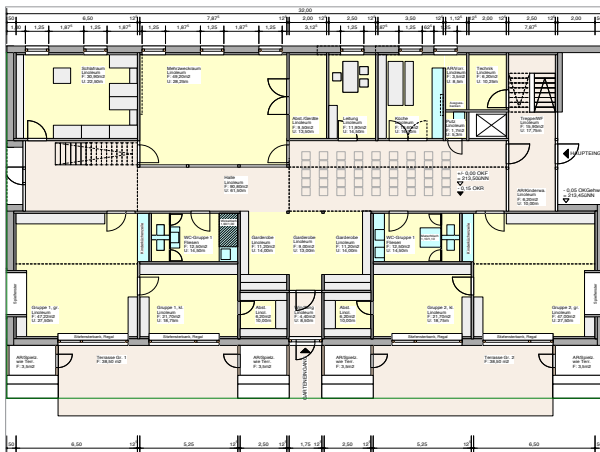
wäre der Stromverbrauch um knapp 30.000 Kilowattstunden niedriger und die Kennzahl demnach nur bei 21 Kilowattstunden pro Quadratmeter.

Stromverbrauch Essenszubereitung 2015			
Objekt	Mahlzeiten Stck.	Strom/ Mahlzeit kWh	Summe kWh
Mensa St. Leonhard-Gymnasium	21.584	0,40 „cook and hold“	8.634
Mensa Rhein-Maas-Gymnasium	11.400	3,00 „cook and serve“	34.200 4.500 Differenz: 29.640
Mensa Couven-Gymnasium	18.810	0,40 „cook and hold“	7.524

KiTa Sandhäuschen

Der zweigeschossige und kompakte Solitär mit gebogener Dachform beinhaltet eine 2-gruppige KiTa mit integriertem Familienzentrum. Zwischenzeitlich wurde eine weitere Gruppe installiert. Über die zentrale Halle, die als Multifunktionsraum dient, werden die verschiedenen Nutzungsbereiche und der Bürgersaal erschlossen.

Die Erschließung des Freibereiches führt über eine „Wärmeschleuse“, die das Thema „offene Tür in der KiTa“ und damit unbeabsichtigte Lüftungsverluste regeln soll. Dies führte im Vorfeld bei der Elternschaft zu Widerstand, der sich inzwischen aufgelöst hat.



KiTa Sandhäuschen, Grundriss, Architekten: Voigt + Weiss, Aachen



Ansicht

Wärmeverbrauch verschiedene Zeiträume 2015/2016 auf Energiebezugsfläche nach PHPP bezogen

Objekt	bereinigter Jahresverbrauch Gradtagzahl Aachen kWh	Energiebezugsfläche nach PHPP m ²	Geplanter Verbrauch nach PHPP kWh	Abweichung vom Soll (= 100 %)
KiTa Sandhäuschen	17.915	608	13.073	137 %

Die KiTa Sandhäuschen befindet sich zurzeit ebenfalls in der Monitoringphase, mit der der Verbrauch einreguliert wird.

Stromverbrauch 2015

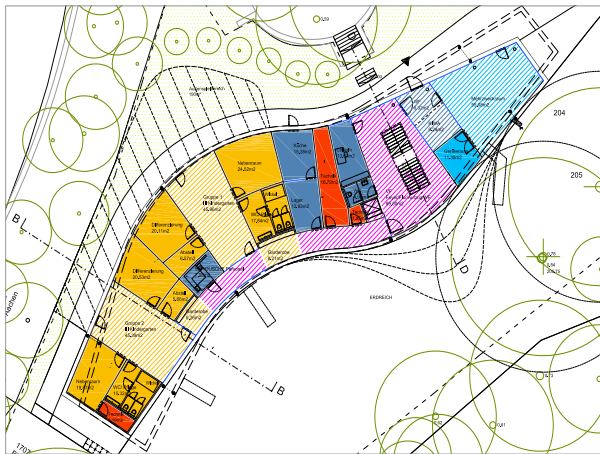
Objekt	Jahresverbrauch kWh	NGF beheizt m ²	Kennzahl kWh/m ²	Jahresverbrauch geplant nach PHPP kWh	Kennzahl geplant n. PHPP bez. Energiebezugsfläche kWh/m ²	Abweichung
KiTa Sandhäuschen	21.725	694	31	7.571	11	204 %

Der geplante Energieverbrauch wird sich durch weitere Anstrengungen in der „Leistungsphase 10“ einstellen.

KiTa Kalverbenden

Der zweigeschossige und fünfzügige Neubau der KiTa ‚schmiegt‘ sich entlang der Höhenlinie und ‚schlängelt‘ sich vorbei an zwei schützenswerten großen Bäumen. Hangabwärts richtet der geschwungene Baukörper den Blick vorbei am Haus der Jugend in Richtung Nordwest auf den Stadtteil Burtscheid. Richtung Südost umschließt die Krümmung des Obergeschosses den zusammenhängenden Außenspielbereich. Ein weiterer, etwas kleinerer Außenspielbereich befindet sich auf Erdgeschossniveau, den beiden Kindergartengruppen vorgelagert.

Die fünf Gruppeneinheiten befinden sich an mindestens einer der beiden Längsfassadenseiten und haben einen direkten Zugang zum jeweiligen Außenspielbereich. Die beiden Gruppeneinheiten an den Gebäudeenden im Obergeschoss profitieren, neben dem direkten Zugang zum südöstlichen Außenspielbereich, zusätzlich vom schönen Ausblick. Die geschwungene und somit dem Höhengniveau folgende, zweigeschossige Gebäudeform ist insbesondere hinsichtlich der Anbindung zum jeweils vorgelagerten Außenbereich und der entsprechenden Entfluchtung günstig.



KiTa Kalverbenden Grundriss, Architekten: Kadawittfeldarchitektur, Aachen Ansicht

Wärmeverbrauch verschiedene Zeiträume 2015/2016 auf Energiebezugsfläche nach PHPP bezogen

Objekt	bereinigter Jahresverbrauch Gradtagszahl Aachen kWh	Energiebezugsfläche nach PHPP m ²	Geplanter Verbrauch nach PHPP kWh	Abweichung vom Soll (= 100 %)
KiTa Kalverbenden	52.749	890	19.850	174 %

Stromverbrauch 2015

Objekt	Jahresverbrauch kWh	NGF beheizt m ²	Kennzahl kWh/m ²	Jahresverbrauch geplant nach PHPP kWh	Kennzahl geplant n. PHPP bez. Energiebezugsfläche kWh/m ²	Abweichung
KiTa Kalverbenden	12.940	981	13	10.638	11	122 %

Die KiTa Kalverbenden wird erst seit Mitte 2015 genutzt. Hier wird die „Leistungsphase 10“ noch die notwendigen Einspar-erfolge bringen müssen.

Beispiele für Sanierungen

Definition „Aachener Standard“ für Sanierungen:

Die Stadt Aachen nutzte in den Jahren 2009 bis 2011 die Fördermittel des Konjunkturpaketes II für Sanierungsmaßnahmen und Umbauten von Schulgebäuden und Kindertagesstätten in Höhe von 18,81 Mio. Euro. Unabhängig von diesem Förderprogramm werden kontinuierlich Sanierungen durchgeführt.

Hier werden beispielhaft 4 Sanierungen von KiTas, die alle gleichzeitig flächenmäßig erweitert wurden, dargestellt und über einen 3-jährigen Zeitraum analysiert.

Eckdaten des U-3- Programms, Ausbau der KiTas:

- Realisierung: Sommer 2009 bis Sommer 2011 – Ausbau läuft weiter
- Umfang: hier vier Objekte, untersucht werden zurzeit ca. 36 weitere Objekte
- Gesamtvolumen inkl. energetische Sanierung des Bestandes: vier Objekte 4,8 Mio. Euro
- Förderung: Konjunkturpaket II durch Bund & Land



KiTa Am Höfling, Architekten: Hahn-Helten, Aachen



KiTa Elsassstraße, Architekt: Frey, Aachen



KiTa Stolberger Straße, Architekten: hks Architekten, Aachen



KiTa Brunsumstraße, Architekt: Kessler, Aachen

Die KiTas wurden alle räumlich erweitert, teilweise eingeschossig, teilweise zweigeschossig. Alle Bestandsbereiche wurden vollständig saniert, die Gebäudetechnik

ausgetauscht. Es liegen nunmehr Erfahrungen über die Energieverbräuche mehrerer Jahre vor, die hier ausgewertet werden.

KiTa Am Höfling

Die KiTa Am Höfling aus dem Jahr 1971 wurde vollständig saniert und eingeschossig erweitert. Der massive Flachbau mit Ziegelfassade wurde mit einem kostengünstigen Wärmedämmverbundsystem ertüchtigt. Die Ziegelfassade wurde vorher zurückgebaut und die Wärmedämmung des Flachdachs deutlich erhöht.

Jeder Gruppenraum erhielt einen direkten Zugang zur Freifläche. Diese Außentüren wurden mit Lochblech auf den Flügeln als Sonnenschutz ausgerüstet, da ein mobiler Sonnenschutz hier im Fluchtweg nicht sinnvoll einzusetzen ist.



Grundriss KiTa Am Höfling, Architekten: Hahn-Helten, Aachen



KiTa vor Sanierung



KiTa Am Höfling, Lüftungsfügel innen/ außen



Ideale Brüstungshöhe für KiTas

Objekt	vor Sanierung		nach Sanierung		Reduzierung um %
	Wärmeverbrauch (klimabereingt) 2009 kWh/a	NGF beheizt m ²	gem. Wärmeverbrauch (klimabereingt 2013-2015) kWh/a	NGF beheizt (flächenerweitert) m ²	
KiTa Am Höfling	65.820	546	33.703	769	64

KiTa Elsasstraße

Diese 3-gruppige KiTa aus dem Jahr 1975 erhielt ein zweites Geschoss. Außerdem wurde ein nicht funktioneller Innenhof überbaut. Dadurch wurde die Kompaktheit deutlich verbessert. Das Obergeschoß wird über die zentrale, helle Treppenraumhalle erschlossen. Diese Verkehrsfläche wird gleichzeitig als Spielfläche genutzt. Damit auch integrative Kinder das OG nutzen können, wurde zusätzlich ein Aufzug eingebaut.

Die energetische Sanierung der Wände durch ein Wärmedämmverbundsystem, der Austausch der Fenster, die Sanierung des Daches, die Dämmung der Bodenplatte und die Erneuerung der Haustechnik führte zu einer 73%-Reduzierung des ursprünglichen Wärmebedarfes. Eine Lüftungsanlage reduziert zudem die Wärmeverluste und lässt ausreichend Frischluft in das Gebäude. Das sanierte Gebäude unterschreitet die Anforderungen des Neubauniveaus der EnEV 2009 und trägt zu einer Aufwertung der innerstädtischen Umgebung bei.



Grundriss KiTa Elsasstraße, Architekt: Frey, Aachen



Nicht funktioneller Innenhof vor Sanierung



KiTa Elsasstraße, Vorderansicht

Objekt	vor Sanierung		nach Sanierung		
	Wärmeverbrauch (klimabereingt) 2009 kWh/a	NGF beheizt m ²	gem. Wärmeverbrauch (klimabereingt 2013-2015) kWh/a	NGF beheizt (flächenerweitert) m ²	Reduzierung um %
KiTa Elsasstraße	150.071	687	56.146	943	73

KiTa Stolberger Straße

Das Flachdach dieser KiTa aus dem Jahr 1973 besteht aus einer Holzkonstruktion, die eine Aufstockung statisch unmöglich machte. Daher wurde sie erdgeschossig erweitert. Aus zwei Gründen wird im Allgemeinen die Aufstockung vorgezogen:

Erstens werden die Freiflächen durch die Flächenerweiterung nicht verkleinert und zweitens ist die Kompaktheit und damit die Effizienz eines zweigeschossigen Gebäudes immer besser als die eines eingeschossigen Gebäudes.



KiTa Stolberger Straße, Grundriss, Architekt: hks-Architekten, Aachen



Probe Dachdämmung



Lichtdom

Die vorhandene Flachdachdämmung wurde vor Ausführung geprüft und da sie geeignet bzw. nicht durchfeuchtet war, konnte sie wiederverwendet werden. Mit einer weiteren Lage Dämmung konnte sie aufgerüstet werden. Die

zahlreichen Oberlichter des Bestandsgebäudes wurden überwiegend durch Lichtdome ersetzt. Der Lichtdom bündelt das Tageslicht und belichtet fensterlose Räume. Die Effizienz gegenüber dem alten Oberlicht ist enorm.



KiTa Stolberger Straße, Gartensansicht

	vor Sanierung		nach Sanierung		
Objekt Kita Stolberger Straße	Wärmeverbrauch (klimabereingt) 2009 kWh/a	NGF beheizt m ²	gem. Wärmeverbrauch (klimabereingt 2013-2015) kWh/a	NGF beheizt (flächenerweitert) m ²	Reduzierung um %
	101.585	574	45.730	762	66

KiTa Brunssumstraße

Die eingeschossige KiTa Brunssumstraße (1973) wurde um ein Geschoss vertikal partiell erweitert. Die wertvollen Außenflächen konnten damit erhalten bleiben. Die Aufstockung wurde in Holzständerbauweise durchgeführt. Die

gesamte Gebäudehülle wurde entsprechend den Vorgaben des „Aachener Standards“ überarbeitet bzw. saniert. Die Gebäudetechnik wurde ebenfalls auf den aktuellen Stand gebracht.



KiTa Brunssumstraße, Dachaufsicht und Ansicht, Architekt: Kessler Aachen



KiTa Brunssumstraße, vor und nach der Sanierung, Architekt: Kessler Aachen

	vor Sanierung		nach Sanierung		
	Wärmeverbrauch (klimabereingt) 2009 kWh/a	NGF beheizt m ²	gem. Wärmeverbrauch (klimabereingt 2013-2015) kWh/a	NGF beheizt (flächenerweitert) m ²	Reduzierung um %
Objekt Kita Brunssumstraße	125.691	538	35.559	737	80

Grundschulen

Städtische Gemeinschaftsgrundschule Driescher Hof

Das Schulgebäude aus dem Baujahr 1970 präsentierte sich mit einer Wärmekennzahl von $> 250 \text{ kWh/mfi/a}$, ungedämmten Wand- und Fußbodenkonstruktionen, einfach verglasten Aluminiumfenstern und einer nur minimal gedämmten

Flachdachkonstruktion. Die Fensterscheiben kondensierten häufig, weil die Luftfeuchtigkeit hoch und die Flügel und Scheiben kalt waren. Insgesamt war die Schule sanierungsbedürftig.



Städt. Gemeinschaftsgrundschule Driescher Hof, Bestand vor Sanierung



Im Rahmen des Konjunkturpakets II wurden Fenster, Fassade und Kellerdecke und Flachdach energetisch saniert. Die Fassade wurde mit einem Wärmedämmverbundsystem ausgerüstet und die neu eingebauten Holzfenster mit äußeren Aluminiumschalen erhielten eine Dreifach-Verglasung.

Der Fußboden konnte ebenfalls energetisch verbessert werden. In anderen Fällen stellt diese kalte Fläche ein Problem dar. An diesem Objekt war ein Kriechkeller vorhanden, der eine Dämmung von unten möglich machte. Hier wurden Dämmplatten von unten an die Betondecke geklebt.



Städt. GGS Driescher Hof, Architekt: Hahn-Helten, Aachen

Zum Abschluss der Sanierungsarbeiten wurde auf den sanierten Flachdächern eine knapp 44 Kilowattpeak-Photovoltaikanlage im Rahmen des Projektes „Sonne für Aachener Gebäude“ installiert. Hier werden pro Jahr ca.

42.000 Kilowattstunden Strom erzeugt. Damit können ca. zehn Haushalte versorgt bzw. Zweidrittel des Schulbedarfs gedeckt werden.

Objekt GGS Driescher Hof	vor Sanierung		nach Sanierung		
	Wärmeverbrauch (klimabereingt) 2009 kWh/a	NGF beheizt m ²	gem. Wärmeverbrauch (klimabereingt 2013-2015) kWh/a	NGF beheizt (flächenerweitert) m ²	Reduzierung um %
	564.570	3.450	214.798	3.450	62

Städtische Grundschule Karl-Kuck-Straße

Diese Schule aus dem Baujahr 1964 wurde ebenfalls im Rahmen des Konjunkturpakets II saniert. Die ungedämmte Klinkerfassade erhielt einen Vollwärmeschutz, die einfach-

verglaste Fenster wurden durch hochwertige Holz-Alu-fenster ersetzt. Das Flachdach wurde ebenfalls saniert und anschließend mit einer Photovoltaikanlage „aufgerüstet“.



GS Karl-Kuck Fassade vor Sanierung, Architekten: Linie 4, Aachen



nach Sanierung

Die Grundschulen Driescher Hof und Karl-Kuck-Schule wurden als eine der ersten Aachener Schulgebäude mit dezentralen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ausgerüstet.

Jeder Klassenraum erhielt ein Lüftungsgerät. Der Effekt ist überzeugend: hohe Konzentrationsfähigkeit für die Schüler dank guter Raumluft bei niedrigem Geräuschpegel.



GS Karl-Kuck, dezentrales Lüftungsgerät, Architekt: Linie 4, Aachen



Photovoltaikanlage

Objekt	vor Sanierung		nach Sanierung		
	Wärmeverbrauch (klimabereingt) 2009 kWh/a	NGF beheizt m ²	gem. Wärmeverbrauch (klimabereingt 2013-2015) kWh/a	NGF beheizt (flächenerweitert) m ²	Reduzierung um %
GS Karl-Kuck	670.042	4.138	476.957	4.138	30 %



Die thermische Sanierung und die Ertüchtigung der Gebäudetechnik führten zu einer Reduzierung des Wärmeverbrauchs (witterungsbereinigt) von 62%.

Zusammenfassung Sanierung nach „Aachener Standard“

Alle durchgeführten Sanierungen waren erfolgreich. Der angestrebte energetische Standard Neubauniveau EnEV 2009 wurde immer erreicht. Die Verbräuche der drei letzten Jahre wurden gemittelt und dem Wärmeverbrauch vor Sanierung gegenübergestellt. Damit liegen die

ersten dreijährigen „Langzeiterfahrungen“ vor. Grundsätzlich wurde die gesamte Gebäudehülle ertüchtigt und Lüftungsanlagen eingebaut. Die Gebäudetechnik wurde entsprechend dem unterschiedlichen Stand des Bestandes ertüchtigt.

Reduzierung des Wärmeverbrauchs durch Sanierung					
Objekt GGS	vor Sanierung		nach Sanierung		
	Wärmeverbrauch (klimabereinigt) 2009 kWh/a	NGF beheizt m ²	gem. Wärmeverbrauch (klimabereinigt 2013-2015) kWh/a	NGF beheizt (flächenerweitert) m ²	Reduzierung um %
KiTa Am Höfling	65.820	546	33.703	769	64
KiTa Elsassstraße	150.071	687	56.146	943	73
KiTa Stolberger Straße	101.585	574	45.730	762	66
KiTa Brunssumstraße	125.691	538	35.559	737	80
GGs Driescher Hof	564.570	3.450	214.798	3.450	62
GS Karl-Kuck-Straße	670.042	4.138	476.957	4.138	30

„Leistungsphase 10“

Definition

Moderne Gebäude mit hoher Energieeffizienz und Anspruch an die Behaglichkeit sowie einem heterogenen Technisierungsgrad müssen zu Beginn ihrer Nutzung einem umfangreichen technischen Monitoring unterzogen werden, um eventuelle Einsparpotenziale zu generieren.

Prof. Achim Trogisch, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik, Lehrgebiet TGA, schreibt dazu: *„TGA-Anlagen, die nicht über einen längeren Zeitraum eingefahren (optimiert) und danach dauerhaft kontrolliert werden (u.a. durch ein technisches Monitoring), kennzeichnet ein unnötig hoher Energieverbrauch.“ ... „Wenngleich alles für ein technisches Monitoring spricht, ist es in Deutschland bisher wenig verbreitet.“**

Die Kommunen, die nach einem hohen Energiestandard bauen, haben verstanden, dass das technische Monitoring eine wichtige Voraussetzung ist für die Erreichung und Erhaltung des optimalen Betriebs eines Gebäudes. Allerdings ist diese Ingenieuraufgabe neu, und es fehlen die technischen Erfahrungen und Vorgaben.

In Aachen und vorher schon in Nürnberg nennt man diese Arbeitsphase zwischen Neubau und Instandhaltung „Leistungsphase 10“. Auch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung bezeichnet die „Leistungsphase 10“ als notwendige Überprüfungs- und Optimierungsphase, um die Zielerreichung energieeffizienter Neubauten von Nichtwohngebäuden kommunaler und sozialer Einrichtungen sicherzustellen. In der „Leistungsphase 10“ werden das Gebäude, die technische Ausstattung und der Nutzer als ein funktionales Ganzes gesehen. Es gilt, den von der Jahreszeit abhängigen Energieverbrauch und das Raumklima auf einen Idealbetrieb zu optimieren. Hierbei wird der technisch nicht versierte Nutzer mit dem energieeffizienten Gebäude und der eingebauten Technik vertraut gemacht. Gleichzeitig werden die einzelnen technischen Komponenten aufeinander abgestimmt. Dies erfordert umfangreiche Beobachtungen und Eingriffe in die Regelung und Steuerung.

Monitoring-Instrumente

Während der „Leistungsphase 10“ werden die jeweils aktuellen Energiewerte analysiert, Maßnahmen zum Nutzerverhalten und Einstellwerte für die technischen Anlagen abgeleitet und Schwachstellen im Gebäude aufgedeckt. Die Analyse wird im laufenden Betrieb durchgeführt und ist somit von der aktuellen Jahreszeit und den technischen Einschaltbedingungen abhängig. So können z.B. Einstellungen oder Fehler bei der Heizungsanlage nicht im Sommer festgestellt werden.

Für eine energetische Analyse und Optimierung der Neubauten bedarf es eines regelmäßigen Controllings. Die Stadt Aachen nutzt zur Analyse des Energieverbrauchs das Energie-Monitoring E-View bzw. „e2watch“. Mit E-View bzw. „e2watch“ werden die Verbrauchszähler in den

Die berechneten theoretischen Werte sind hier die Vorgabe. In der Theorie werden in Bezug auf die Nutzung häufig Annahmen getroffen. Die tatsächliche Nutzung weicht manchmal von den Annahmen ab. In der „LPH 10“ wird der tatsächliche Verbrauch kontinuierlich mit den „Laborwerten“ verglichen.

Das Erreichen der Zielvorgaben ist so wichtig, weil die Neubauten für einen über viele Jahrzehnte dauernden Lebenszyklus hinweg geplant werden. Der Energieverbrauch wird ja über viele Jahre die Wirtschaftlichkeit beeinflussen. Daher müssen die prognostizierten Lebenszykluskosten eines jeden Objektes beim Bau und im späteren Betrieb sichergestellt sein.

Die Verbrauchswerte für Heizenergie und Strom werden anschließend fortlaufend ausgewertet, vorhandene Mängel aufgedeckt und beseitigt. Betriebseinstellungen werden bedarfsgerecht verbessert und Maßnahmen zum Erreichen des geplanten Energieverbrauchs, zum Komfort und zur Wirtschaftlichkeit des Gebäudes hergeleitet.

Stellvertretend wird dieses Verfahren am Beispiel des „Familienzentrums Sandhäuschen“ in der Laurentiusstraße 90 dargestellt.

Die GEFMA ordnet jede einzelne Leistung einer Lebenszyklusphase zu. Dabei wird das „Betreiben“ dem Hauptprozess „Objekte betreiben“ zugeteilt und der Lebenszyklusphase „Betrieb und Nutzung“ unterstellt.*

*Quelle: GEFMA

kommunalen Liegenschaften viertelstündlich ausgelesen. Aus den Verbrauchsauswertungen lassen sich Schlüsse ziehen, ob z.B. die Einstellungen der Heizungsregelung den nach „Aachener Standard“ geforderten Jahresheizwärmebedarf von max. 20 kWh/(mfia) erfüllen.

Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel ist die Gebäudeleittechnik (kurz: GLT). Über die GLT werden die technischen Anlagen im praktischen Betrieb in Echtzeit gesteuert und beobachtet. Einstellungen an der Anlage können kontinuierlich an den Bedarf angepasst und verbessert werden.

*Kompilium für das technische Monitoring, Prof. Achim Trogisch

„Leistungsphase 10“

Die vier Stufen

Die „Leistungsphase 10“ wird in 4 Maßnahmenstufen unterteilt: In der Stufe 1 werden die Energieverbräuche ausgewertet bzw. analysiert. Bei zu hohen Energieverbräuchen gilt es die Ursachen festzustellen. Diese Ursachen können z.B. bauliche Mängel, Fehleinstellungen der Regelung oder fehlerhaftes Nutzerverhalten sein.

Das Beheben der festgestellten Ursachen wird in der Stufe 2 durchgeführt. Sofern weitere energiesparende Verbesserungen bis zu diesem Zeitpunkt festgestellt wurden, werden diese ebenfalls in der Stufe 2 durchgeführt.

Danach werden in Stufe 3 erneut die Verbräuche ausgewertet. Sind die Verbräuche weiterhin zu hoch, beginnt erneut die Ursachensuche (Stufe 1). Erst wenn die Energieverbräuche des Gebäudes entsprechend den Vorgaben zufriedenstellend sind, beginnt die Erprobungsstufe (Stufe 4).

Hier werden die durchgeführten Maßnahmen auf Dauerhaftigkeit geprüft. Erweisen sich die Einstellungen zum Energieeinsparen als konstant, wird das Objekt dem Energiemonitoring übergeben. Hier sind die Zyklen des Controllings längerfristig.

Die gewonnenen Erkenntnisse bzw. durchgeführten Maßnahmen werden abschließend ausgewertet und die Ergebnisse für zukünftige Bauprojekte berücksichtigt.

Stufe 1 Feststellen

1. Energieverbrauch auswerten
2. Ursachen für hohen Verbrauch feststellen
3. Einbeziehen der Nutzer

Stufe 2 Beheben und Verbessern

1. Ursachen für hohen Verbrauch beheben
2. Mögliche energieeinsparende Verbesserungen durchführen

Stufe 3 Bewerten und Entscheiden

1. Energieverbrauch erneut auswerten und bewerten
2. Entscheiden:
 - Wenn Energieverbrauch über Soll, erneuter Beginn mit Stufe 1
 - Wenn Energieverbrauch im Soll, weiter mit Stufe 4

Stufe 4 Übergabe

1. Erprobung der eingestellten Energieverbräuche
2. Übergabe an das Energiecontrolling
3. Schlüsse ziehen für das zukünftige Bauen

Beispiel: Familienzentrum Sandhäuschen

Zeiträume und Nutzung

Das Familienzentrum Sandhäuschen wurde im Sommer 2013 als erster Kindergarten nach „Aachener Standard“ in Betrieb genommen. Die Öffnungszeiten sind werktäglich von 07.30 bis 16.30 Uhr. An 20 Werktagen im Kalenderjahr ist die Einrichtung geschlossen

Die Nutzungszeiten für das Familienzentrum und den Veranstaltungsraum weichen von denen der Kindertagesstätte ab. Die KiTa nutzt den Bürgerraum werktäglich zwei Stunden. Der Veranstaltungsraum wird unregelmäßig auch am Wochenende für Vorträge oder Feiern angemietet.



Innenbereich Familienzentrum Sandhäuschen

Dokumentation

Eine wichtige Grundlage für die Gewährleistung des effizienten Betriebes des Gebäudes sind die Dokumentationsunterlagen. Anhand der Dokumentation können geplante Soll-Werte mit Ist-Werten verglichen werden. Fehler können schneller erkannt und behoben werden.

Beim Objekt Sandhäuschen lag als Datengrundlage für die prognostizierten und damit zu erreichenden Energieverbrauchswerte für die „Leistungsphase 10“ ein PPHP-Nachweis aus der Vorplanung vor. Die anzustrebenden Energieverbrauchswerte stützen sich auf einen Planungsstand, der zwei Jahre vor der Inbetriebnahme der KiTa liegt. Ob mit dem tatsächlichen Gebäude, mit seinen eingebauten technischen Komponenten, seinen echten Nutzerzahlen, eingestellten Betriebszeiten und gemessenen Kennwerten die aus der Vorplanung ermittelten Energiekennwerte zu erreichen sind, wurde letztlich vor der Übergabe an den Nutzer nicht überprüft. Gemäß dem Ablauf der Zertifizierung von

Passivhäusern, bei der nach Abschluss der Bauarbeiten eine Schlussprüfung eventuelle Planungsänderungen berücksichtigt, sollten Nachweise aus der Bauausführung (Luftdichtheitstest, Einregulierungsprotokoll der Lüftungsanlage, eingestellte Heiztemperaturen etc.) in einer abschließenden Bedarfssimulation berücksichtigt werden.

Gegenüber herkömmlichen Baumaßnahmen gilt es bei der Dokumentation für energieeffiziente Gebäude deutlich höhere Maßstäbe anzusetzen. Eine verbesserte Dokumentation ist zum Erreichen der angestrebten Energieverbräuche unerlässlich. Für einen späteren Vergleich der simulierten Bedarfswerte mit den tatsächlichen Verbrauchswerten sind neben Bedarfskennzahlen u.a. planerisch angenommene Betriebszeiten und vollständige Anlagen- bzw. Funktionsbeschreibungen aller energieverbrauchenden Bauteile lückenlos zu dokumentieren.

Monitoring-Instrumente

Um die technischen Anlagen im praktischen Betrieb zu beobachten, Betriebsdaten auszuwerten und Einstellungen der Anlagen kontinuierlich an den Bedarf anzupassen bzw. zu verbessern, sind Gebäudeleittechnik und „e2watch“ notwendig. Nach Aufschaltung auf die GLT konnte der Verbrauch gedrosselt werden.

Ursachen für Mehrverbräuche

Nachfolgend werden einige bauliche Feststellungen, die im Rahmen der „Leistungsphase 10“ ausfindig gemacht wurden, aufgeführt.

Wärmeversorgung

Während der „Leistungsphase 10“ konnten Mängel an der Heizung bzw. deren Regelung festgestellt werden, die in den Heizmonaten zu einem höheren Energieverbrauch führten. Z.B. wurden bei der Fußbodenheizung Heizkreise vertauscht. Stellköpfe in der Verteilung und Thermostatköpfe an Heizkörpern waren nicht richtig montiert. Ein Heizkörper im Bürgersaal hatte keinen Durchfluss. Diese Mängel wurden behoben.

Durch das Controlling konnte festgestellt werden, dass nach Nutzung des Bürgersaals die Thermostate an den Heizkörpern nicht zurückgestellt wurden. Künftig wird der Versammlungsraum über genauere Berücksichtigung der Nutzzeiten in der GLT geheizt. Die Heizkörper bekommen Thermostatköpfe „Behördenmodell“ und Sonderschaltzeiten müssen angemeldet sowie über die GLT gesteuert werden. Das Erdgeschoss des Gebäudes ist komplett mit Fußbodenheizung ausgestattet. Im Eingangsbereich, neben dem Aufzug und Treppenaufgang, wurde planerisch ein Heizungsregler für den Eingangsbereich installiert. Der Regler war häufig auf Stufe 5 eingestellt. Da es sich beim Eingangsbereich um einen Flur bzw. Treppenhaus handelt, wird der Regler entsprechend so geändert, dass eine feste Temperaturvorgabe für die nächste Heizperiode vorherrscht.



Temperaturregler direkt am Treppenaufgang, gegenüber vom Haupteingang

Um die technischen Anlagen im praktischen Betrieb zu beobachten, Betriebsdaten auszuwerten und Einstellungen der Anlagen kontinuierlich an den Bedarf anzupassen bzw. zu verbessern, sind Gebäudeleittechnik und „e2watch“ notwendig.

Beleuchtung

Bei Begehungen wurde festgestellt, dass die Beleuchtung im offenen Galeriebereich der KiTa auch ohne Nutzung in Betrieb war.

Die Galeriebeleuchtung besteht aus 12 Lampen mit jeweils 2x28 Watt Leuchtmitteln. Gesteuert wird die Beleuchtung über Präsenzmelder. Die Präsenzmelder der Galerie reagierten auf Bewegungen im EG. Da der Flur im EG stark frequentiert wird, konnte somit der Grund der dauerhaften Beleuchtung in der fehlerhaften Einstellung des Präsenzmelders gefunden werden. Die Änderung des Einfallswinkels vom Bewegungsmelder bewirkt, dass die Beleuchtung erst angeht, wenn sich wirklich jemand auf der Galerie befindet.

Am Wochenende lag im Gebäude ein relativ hoher Stromverbrauch vor. Mithilfe des Monitoringtools „e2watch“ konnten wiederkehrende Betriebszeiten des hohen Stromverbrauchs beobachtet werden.

Zuerst wurden folgende elektrotechnische Bereiche auf mögliche Fehlerquellen untersucht:

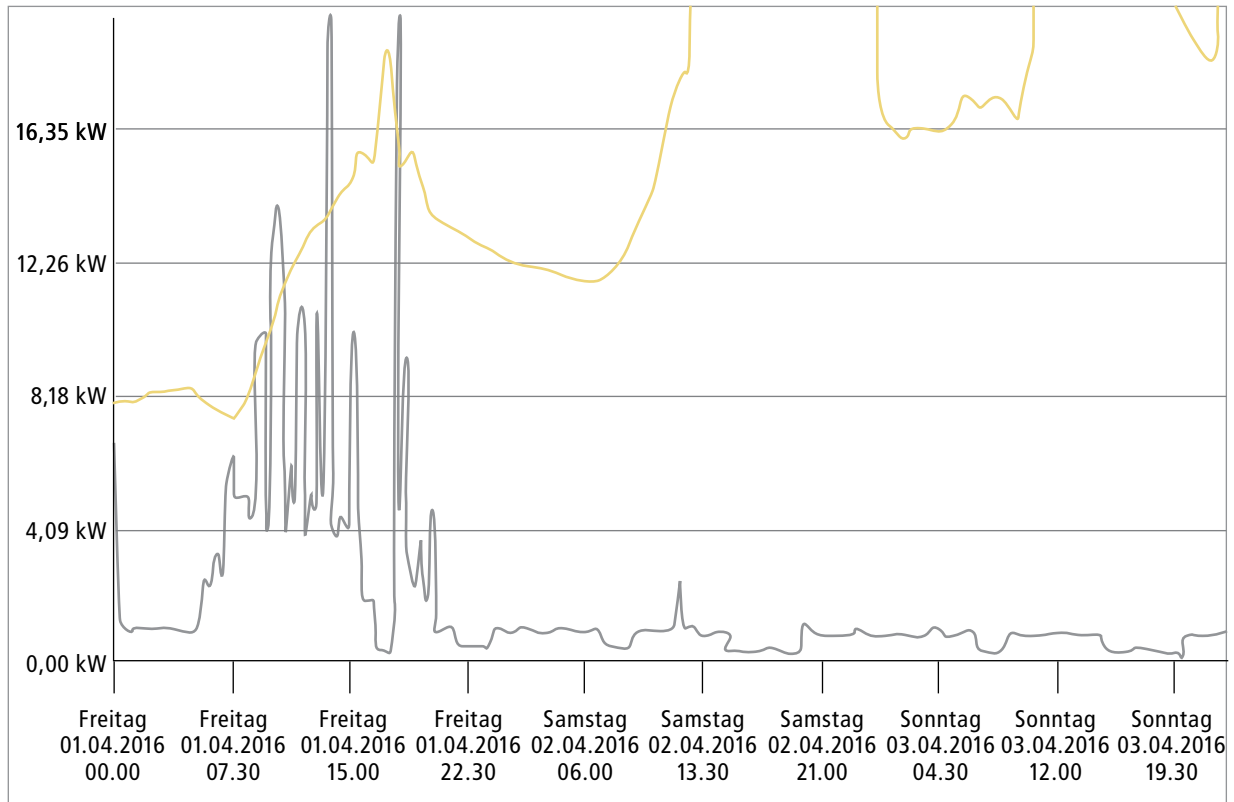
- Lüftungsanlage
- Außenbeleuchtung
- Beleuchtung

Ursachen fanden sich u. a. in einem Lichtsensor, der fehlerhaft angeschlossen war.

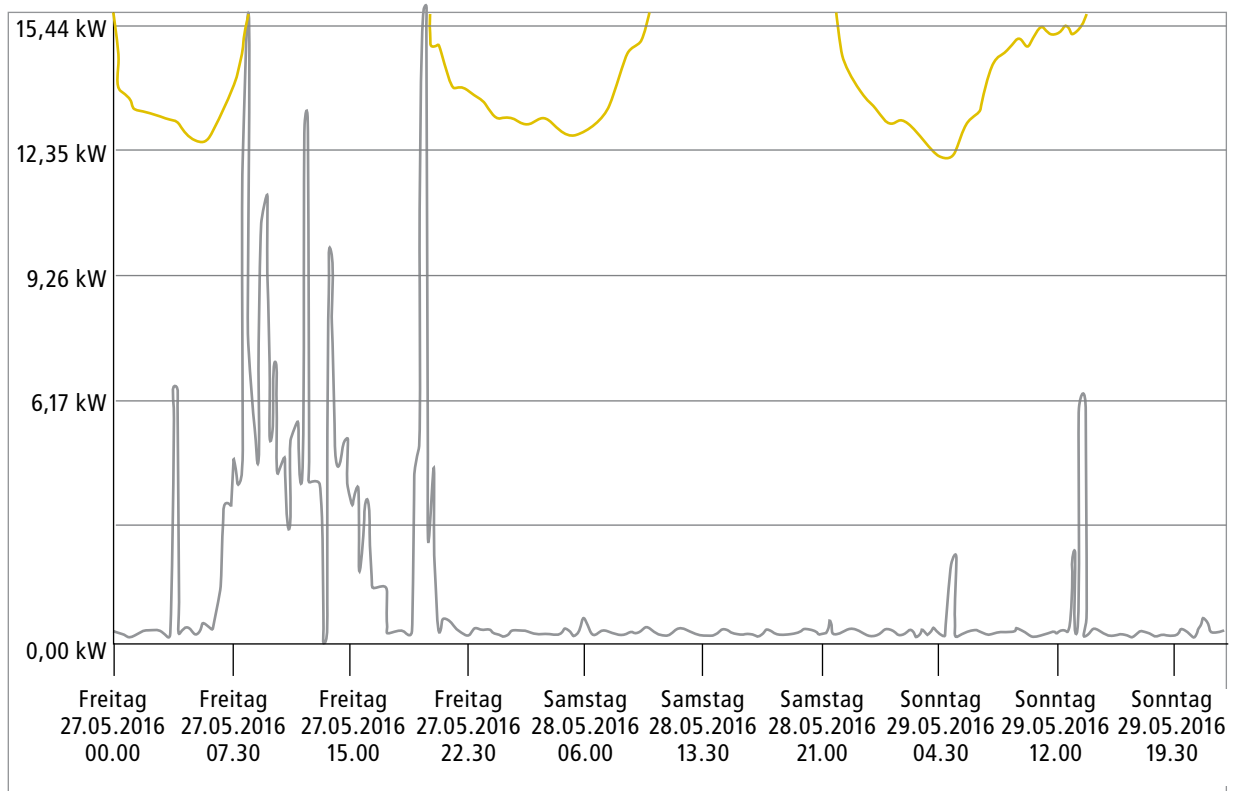


© Andreas Schmitter

KiTA Sandhäuschen: Galeriebeleuchtung ausgelöst durch Bewegungsmelder im EG



Lastprofil vom 02. bis 03. April 2016; Strombedarf am Wochenende mit falsch angeschlossener Außenbeleuchtung



Lastprofil vom 27. bis 29. Mai 2016; Stromverbrauch am Wochenende, durch „LPH 10“

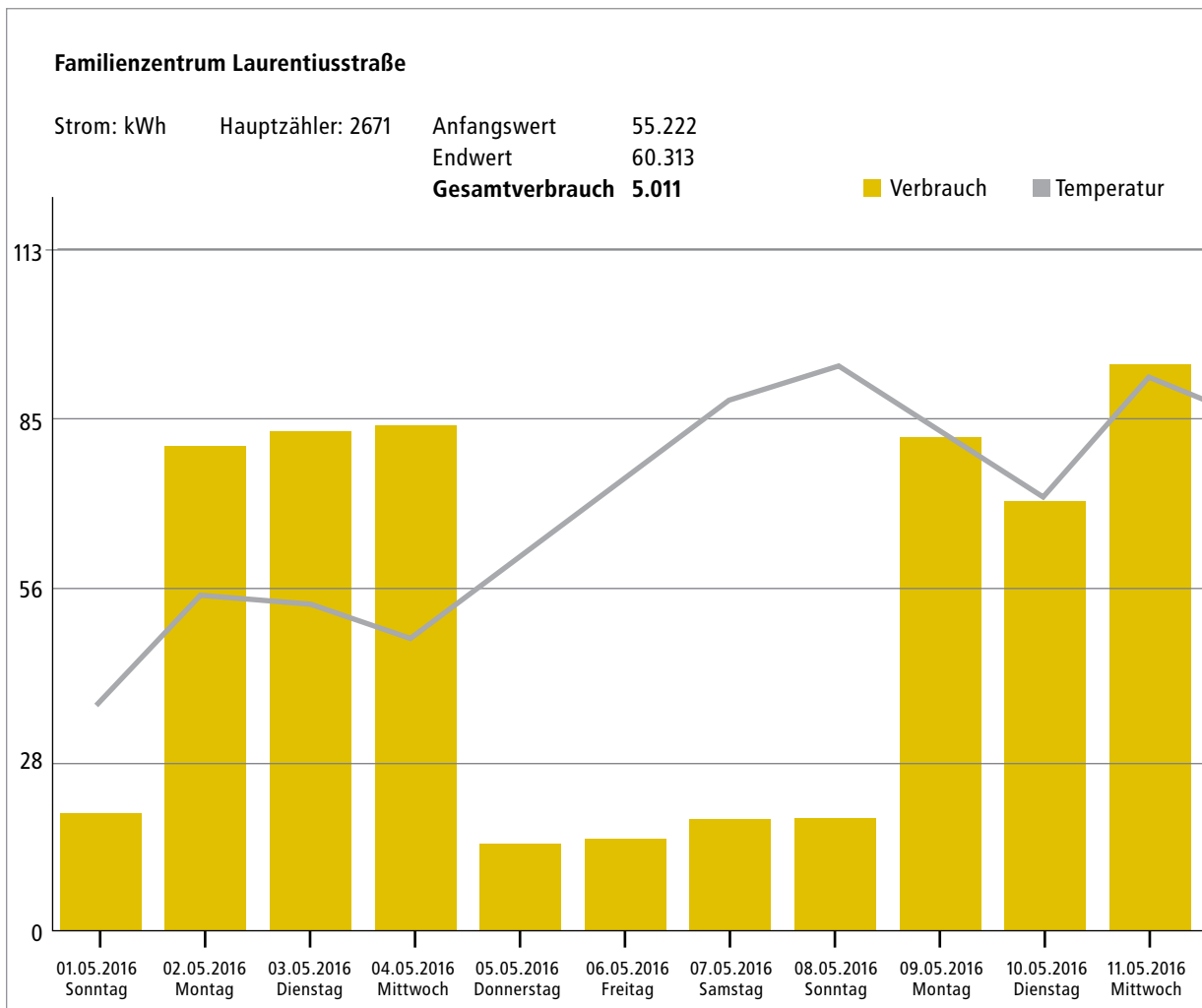
Lüftungsanlage

Das Lüften ist aufgrund von Aufenthaltszeiten der Personen und den vielfältig eingebrachten chemischen und biologischen Stoffen mit einer einhergehenden dichten Bauweise bei Neubauten mehr denn je unerlässlich, um eine gute Raumluftqualität aufrechtzuerhalten.

In Bildungseinrichtungen und in Kindertagesstätten kommt erschwerend hinzu, dass die vergleichsweise große Zahl an Personen auf oft engem Raum schon allein aufgrund des vom Menschen ausgeatmeten Kohlendioxids ein regelmäßiges Lüften unerlässlich macht, um die gesundheitlich-hygienischen Vorgaben der Raumluftgüte zu erreichen. Neben Stoffparametern wie Kohlendioxid (CO₂) und anderen chemischen Stoffen ist die Behaglichkeit während des Aufenthaltes für Kinder und Schüler ein wichtiges Kriterium, um das Wohlbefinden und den Lernerfolg zu gewährleisten. Neben der Raumlufthygiene und der Behaglichkeit spielen Praktikabilität und Energieeffizienz in der Gesamtbilanz bei der Planung und dem Betrieb von Lüftungsanlagen eine Rolle.

Die Lüftungsanlagen werden hinsichtlich der CO₂-Raumluftkonzentration in den Kindertageseinrichtungen oder Bildungseinrichtungen bemessen. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei ein angepasster Zuluftvolumenstrom, um einerseits den Energiebedarf soweit wie möglich gering zu halten, aber auch andererseits, um die akustische Belastung zu minimieren. Mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von 85% werden die Lüftungswärmeverluste weitestgehend minimiert. Die bisherigen Erfahrungen haben uns gezeigt, dass die eigenständige Fensteröffnung einen wesentlichen Anteil an der Akzeptanz und Zufriedenheit der Nutzer hat, daher gilt der Grundsatz: „Fensterlüftung ist auch weiterhin möglich“.

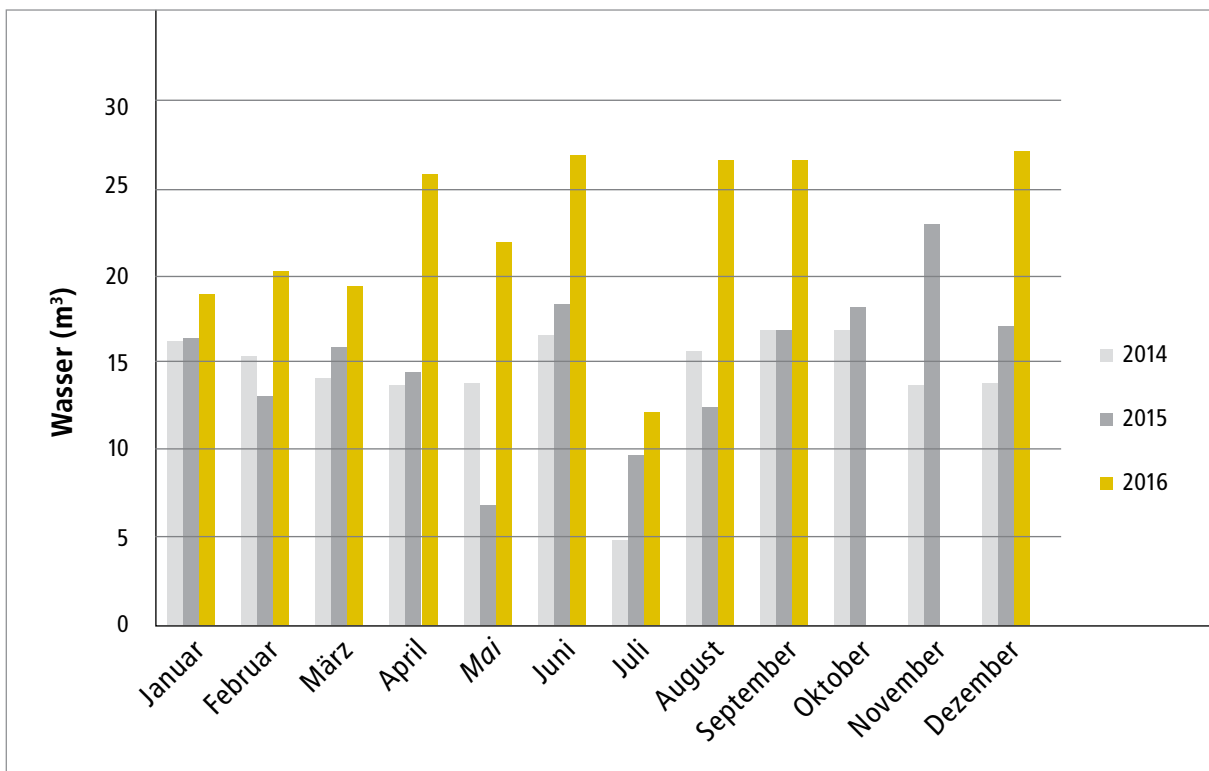
Insbesondere in den wärmeren Jahreszeiten ist durch eine gezielte Fensterlüftung mit sinnvoll angewendetem Sonnenschutz ein angenehmes Raumklima zu erreichen. Die Gebäudeleittechnik hilft uns, hierbei die technische Steuerung der Lüftungsanlage entsprechend den Anforderungen des Nutzers optimiert zu betreiben.



Einsparungen durch die „Leistungsphase 10“

Im Zeitraum der Analyse und Einregulierung wurde in der KiTa Sandhäuschen die Belegungsdichte bzw. das Raumkonzept geändert. Im September/Oktober 2015 wurde eine weitere Gruppe eingerichtet. Hierzu wurde der bisher für Bewegung und Turnen genutzte Raum umfunktioniert. Daher sind vergleichende Betrachtungen von aktuellen Energiewerten mit Energiewerten aus der Zeit vor der „Leistungsphase 10“

bzw. vor der neuen KiTa-Gruppe schwierig. Ein monatlicher Vergleich der Verbräuche zeigt, dass mit Einführung der zusätzlichen Gruppe der Wasser- und Stromverbrauch gestiegen ist. Dies ist auf zusätzliche Wasserverbräuche, wie z.B. Toilettenspülgänge und Mehrnutzung der Waschmaschine bzw. Mehrstromverbräuche, verursacht durch den Wäschetrockner und vermehrtes Kochen zurückzuführen.



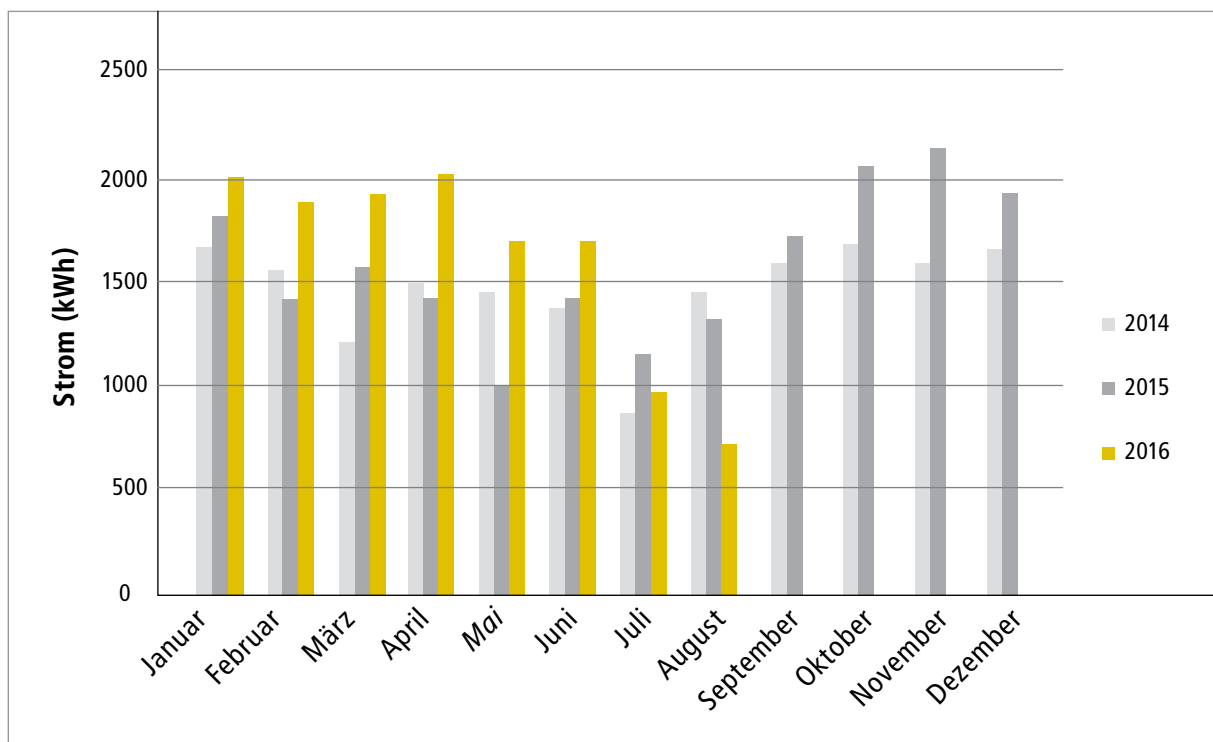
Wasserverbrauch (in m³) von 2014 bis Dezember 2016.

Ab Oktober 2015 wird ein höherer Wasserverbrauch durch eine zusätzliche KiTa-Gruppe verursacht. Die Daten von Oktober bis September 2016 liegen aufgrund eines Zählerwechsels nicht vor.

Dass eine zusätzliche KiTa-Gruppe einen höheren Wasser- bzw. Stromverbrauch verursacht, zeigt sich auch in den Kennzahlen.

Strom					
Zeitraum	Verbrauch	Abweichung zum Vorjahr	NGF	NGF beheizt	Kennzahl
Juli 2014 bis Juni 2015	17.830 kWh		694 m²	694 m²	26 kWh/m²
Juli 2015 bis Juni 2016	21.725 kWh	22%	694 m²	694 m²	31 kWh/m²

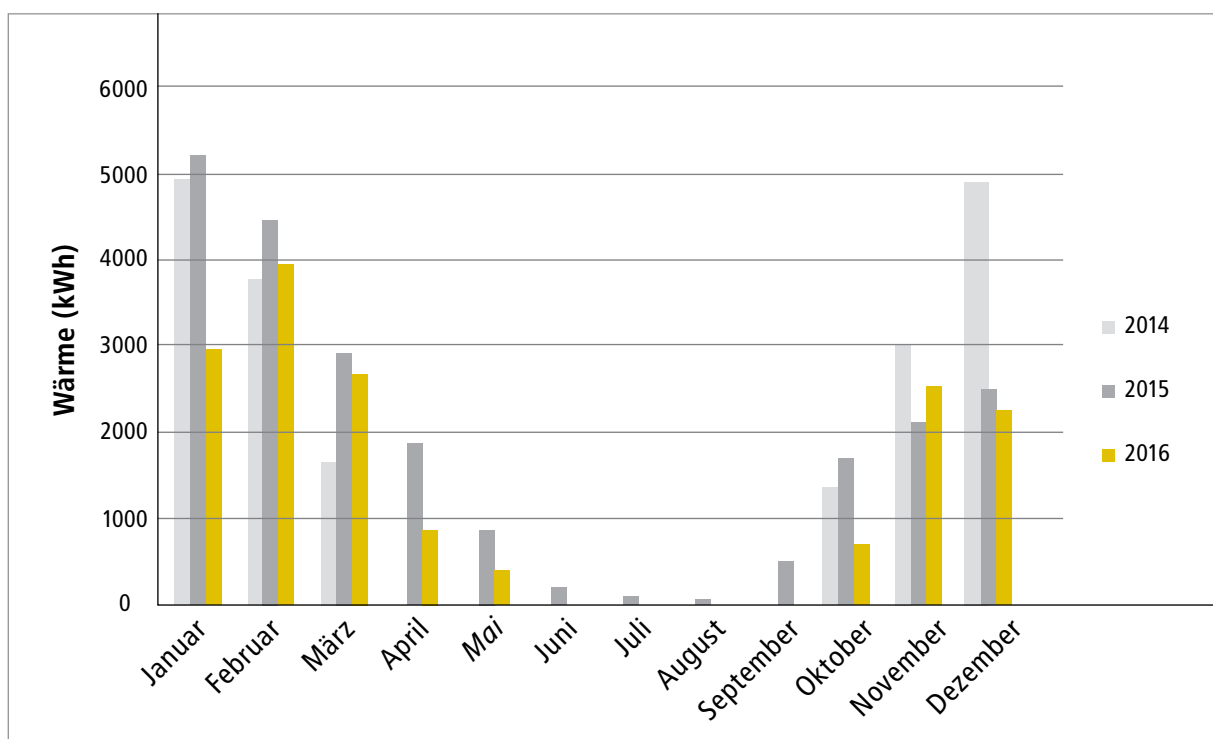
Ermittelte Kennzahlen für Strom: vor und während „LPH10“



Stromverbrauch (in kWh) von Januar 2014 bis Dezember 2016. Die Daten August bis September 2016 liegen aufgrund eines Zählerwechsles nicht vor.

Der Stromverbrauch ist gegenüber dem Vorjahr deutlich gestiegen. Durch die eingeleiteten Maßnahmen im Ferienmonat Juli und August konnte der negative Trend gestoppt werden. Der Verbrauch liegt unter dem des Vorjahres.

Durch die „Leistungsphase 10“ konnten wesentliche Einsparungen beim Wärmeverbrauch erzielt werden. Während im Winter 2014/2015 noch hohe Verbräuche vorlagen, wurde der Verbrauch im Winter 2015/2016 reduziert.



Wärmeverbrauch (in kWh) von Januar 2014 bis Dezember 2016. Die Daten August bis September 2016 liegen aufgrund eines Zählerwechsles nicht vor.

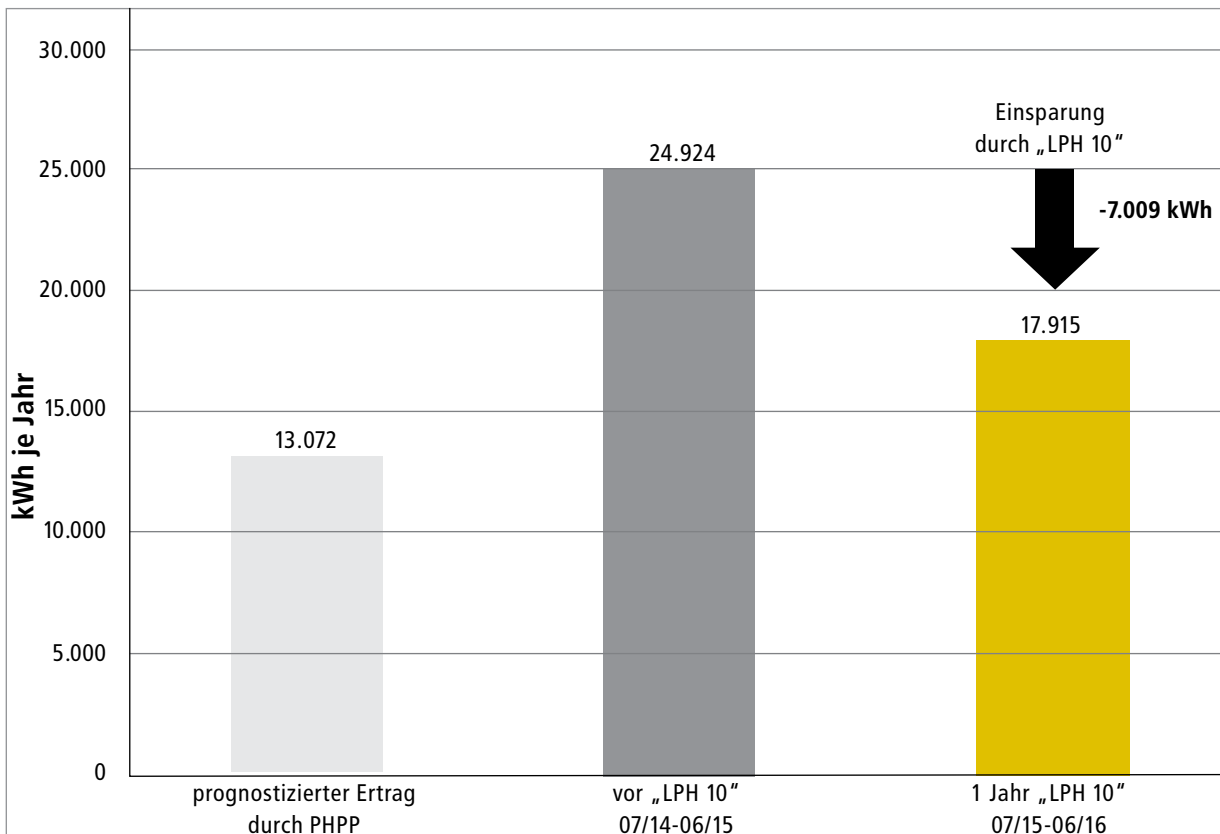
Dies zeigt sich auch bei der Ermittlung bzw. Betrachtung der Kennzahlen:

Wärme						
Zeitraum	Verbrauch	Abweichung zum Vorjahr	bereinigter Verbrauch	NGF	NGF beheizt	Kennzahl bereinigt
Juli 2014 bis Juni 2015	25.464 kWh		24.921 kWh	694 m ²	694 m ²	36 kWh/m ²
Juli 2015 bis Juni 2016	17.661 kWh	-28%	17.915 kWh	694 m ²	694 m ²	26 kWh/m ²

Ermittelte Kennzahlen für Wärme: vor und während „LPH 10“

Der prognostizierte Verbrauchswert aus dem PHPP liegt bei 21,5 kWh/m²a bzw. bei 13.072 kWh im Jahr.

Das Objekt befindet sich weiterhin im technischen Monitoring, von dem in den kommenden Betrachtungszeiträumen weitere Einsparungen im Wärmeverbrauch zu erwarten sind.



Gegenüberstellung Verbrauch für Wärme (kWh): PHPP; vor und während „LPH 10“

Fazit

Wenn der tatsächliche Energieverbrauch dem zuvor berechneten entspricht, ist das Ziel des technischen Monitorings erreicht und die Wirtschaftlichkeit des Gebäudes nach „Aachener Standard“ gegeben.

Mit eigenem Personal finden diese Aufgaben in der „Leistungsphase 10“ statt.

Dies ist mit folgenden Maßnahmen möglich:

- Einfordern der von Externen zugesagten energetischen Kenn- und Richtwerte
- ein engmaschiges Controlling der Energieverbräuche
- mögliche Fehlersuche und Behebung
- Optimierung der Gebäudetechnik
- einem dem Gebäude angepassten Nutzerverhalten



Der Nutzer stellt den entscheidenden Moment für den verantwortungsvollen Umgang mit der Energie dar und ist der Schlüssel zum niedrigen Verbrauch.

4. Instrumente / Projekte

ausgewählte Beispiele

Nutzer motivation

- **Dienstanweisung Energie**
- **Nutzerhandbuch für KiTas**
- **ACTiv fürs Klima**
- **Hausmeisterschulung**
- **„Warmer-Pulli-Tag“**

„e2watch“ – Energiemonitoring in der 2. Generation

21 Jahre Photovoltaikanlagen auf Aachener Gebäuden

LED-Beleuchtungssanierung

KiTa Sandhäuschen – erstes Aachener Niedrigstenergiegebäude

Vernetzung/Öffentlichkeitsarbeit

- **Passivhaustagung 2014**
- **Energiebeirat Stadt Aachen**
- **Arbeitskreis Energiemanagement, Deutscher Städtetag**
- **Energy Award Gold**

Nutzermotivation

Der Nutzer stellt den entscheidenden Moment für den verantwortungsvollen Umgang mit der Energie dar und ist der Schlüssel zum niedrigen Verbrauch. Daher gilt es, den Nutzer, das heißt die Erzieher in der KiTa, die Hausmeister und Lehrer, letztendlich auch die Schüler in der Schule „mitzunehmen“, aufzuklären und zu motivieren, mit der Energie sinnvoll umzugehen. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Instrumente entwickelt, mit denen die sehr heterogenen Nutzer individuell angesprochen werden können.

Dienstanweisung Energie

Der Nutzer der städtischen Gebäude sollte verantwortungsvoll mit Energie und Wasser umgehen. Die Dienstanweisungen für Hausmeister bzw. für den Betrieb von Heizungsanlagen stammten aus den Jahren 1975 bzw. 1983. Die bisher bekannten Themen, wie Raumtemperaturen bzw. Temperaturen für die Beheizung und Beleuchtungsstärken entsprechend der verschiedenen Nutzungen, wurden zeitgemäß überarbeitet und ergänzt durch das Thema: Umgang mit Überhitzung, das durch die fortschreitende Klimaerwärmung verstärkt wird.

Die Dienstanweisung Energie ersetzte daher im September 2016 die veralteten Vorschriften und stellt eine zeitgemäße Verwaltungsvorschrift zur sparsamen Energieverwendung in den Gebäuden der Stadt Aachen dar. Sie wurde im Detail mit dem Fachbereich Arbeitsschutz erarbeitet und mit dem Personalrat abgestimmt. Die Nutzung privater Geräte wie Kühlschränke, Mikrowellen oder Heizgeräte war auch schon in der früheren Verwaltungsvorschrift untersagt. Der Einsatz dieser Geräte hatte sich jedoch leider vielfältig eingeschlichen. Insgesamt dient die Dienstanweisung Energie als Appell für einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie und Wasser. Sie enthält alle Informationen zur energiesparenden Nutzung der elektrischen Anlagen und Geräte, zu angemessenen Raumtemperaturen, Beleuchtungsstärken und Verhalten bei Hitzeperioden oder Ausfall von Heizungsanlagen.

Nutzerhandbuch – Warum ein Nutzerhandbuch?

Ein sparsamer Umgang mit Heizwärme, Strom und Wasser ist heute und zukünftig für unsere Umwelt geboten. Um dies in Gebäuden zu erreichen, wurden in den letzten Jahren die gesetzlichen Vorgaben für Neubauten und Sanierungsmaßnahmen geschaffen und regelmäßig im Sinne des Klimaschutzes verschärft. Ein Gebäude, das nach dem „Aachener Standard“ errichtet wurde, verbraucht nur ein Fünftel Energie gegenüber einem 30 Jahre alten Gebäude.

Neben den baulichen Umsetzungen, wie die sehr gute Wärmedämmung, die hochwertigen Fenster und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, ist auch der Nutzer ein wesentlicher Faktor für die erfolgreiche Umsetzung der prognostizierten Energieverbrauchswerte.

Die technische Ausstattung, das Gebäude und der Nutzer sind ein, von der Jahreszeit abhängiges, funktionales Ganzes, das es gilt, nach Einzug zusammenzuführen. Daher wurde ein Nutzerhandbuch für den Umgang mit dem KiTA-Gebäude erstellt. Hierbei liegt der Fokus darauf, die Funktion des Gebäudes einfach und laienverständlich zu erklären und dem Nutzer Hilfe und Ratschläge zum eigenen Verhalten im Gebäude an die Hand zu geben, um so den Komfort des Gebäudes vollständig nutzen zu können.




Der Aufbau des Nutzerhandbuchs

Für ein gutes und erfolgversprechendes Handling des Nutzerhandbuchs wurden die Jahreszeiten als Orientierungshilfe gewählt. Mit dem Wechsel der Jahreszeiten verändert der Nutzer sein eigenes Verhalten, so passt er z.B. seine Kleidung der äußeren Witterung an. Das Gleiche gilt auch für den Umgang mit dem Gebäude. Was z.B. im Sommer gut ist, kann im Winter die Behaglichkeit stören. Im Sommer gilt es, eine Überwärmung des Gebäudes zu verhindern. Im Winter müssen unnötige Energieverbräuche verhindert werden.


Somit wurden für die Jahreszeiten Sommer, Winter und die Übergangszeiten Frühjahr und Herbst wertvolle Tipps für den Umgang mit dem Gebäude zusammengestellt. Für die schnelle Orientierung gemäß den Fragen „Wie war das gleich noch einmal?“ oder „Woran sollten wir im Sommer oder im Winter denken?“ wurde ein Jahreszeitenüberblick erstellt.

Der Jahreszeitenüberblick


Wie war das gleich noch einmal? Woran sollten wir im Sommer oder im Winter denken? Der nachfolgende Jahresblick ist für die schnelle Orientierung gedacht.




Frühling
Das Wetter ist unbeständig: Ist es warm, helfen die Sommertipps, ist es kalt, helfen die Wintertipps. Ansonsten die Fenster geschlossen halten und nicht verschatten.



Sommer
Die Fenster verschatten, um Wärme und Hitze draußen zu halten. Fenster sind nur mäßig zu öffnen.



Herbst
Das Wetter ist unbeständig: Hier gelten die gleichen Tipps wie für den Frühling.



Winter
Die Fenster geschlossen halten und nicht verschatten, um die Wärme drinnen zu halten.

3. Das ganze Jahr über

Über das ganze Jahr sollte ein sparsamer Umgang mit Strom und Wasser erfolgen. Viele Tipps kennen Sie schon von zu Hause und wenden Sie vermutlich auch jeden Tag an.

- Aber wussten Sie z.B., dass ein Kühlschrank nicht auf höchste Stufe gestellt werden muss? Eine Innentemperatur von 7° C reicht völlig aus.
- Für den Gefrierschrank ist -18° C eine optimale Temperatur. Spätestens bei einer Eisschicht von 1 Zentimeter sollte der Gefrierschrank abgetaut werden.
- Wasch- und Spülmaschinen sollten, wenn möglich, nur eingeschaltet werden, wenn sie voll beladen sind. Das spart Wasser und Strom.
- Auch für den Wäschetrockner gilt, dass das Gerät nur betrieben werden sollte, wenn es vollständig gefüllt ist. Die Einstellung „schranktrocken“ reicht in den meisten Fällen aus.
- Insbesondere im Sommer ist die Wäscheleine eine günstigere und vor allem schnellere Alternative.
- Wenn beim Zähneputzen z.B. drei Minuten das Wasser weiterläuft, ergibt das einen Wasserverbrauch von ca. zehn Litern Wasser. Daher ist es wichtig, das Wasser abzustellen und den Zahnputz-Becher zu benutzen.
- Elektrogeräte im Standby-Betrieb verbrauchen unnötig Strom. Wenn die Geräte nicht benutzt werden, gilt es, sie abzuschalten und den Netzstecker zu ziehen.

Eine deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs schont die Umwelt und trägt erheblich zum Klimaschutz bei.



Foto: © Stadt Aschen
13

Jahreszeitenüberblick des Nutzerhandbuchs, allgemeine Energiespartipps des Nutzerhandbuchs

Ergänzend zum Umgang mit dem Gebäude und seiner Technik wurden auch allgemeine Energiespartipps in das Nutzerhandbuch aufgenommen. Viele Tipps kennen die Nutzer hierbei bereits von zu Hause, z.B. dass ein Standby-Betrieb von Elektrogeräten unnötig Strom verbraucht und daher die Geräte besser nach Benutzung auszuschalten sind und der Netzstecker zu ziehen ist.

Verteilung des Handbuchs

Das Nutzerhandbuch wurde in den KiTa-Neubauten verteilt. Zuerst wurde es der Leitung vorgestellt und aufgezeigt, wie das Handbuch auf einfache Weise die Funktion des Gebäudes erklärt und Hilfe bzw. Ratschläge bei möglichen Unklarheiten gibt.

Gemeinsam mit der Leitung wurde ein zeitnaher zweiter Termin vereinbart, um in den jeweiligen Gruppen das Nutzerhandbuch individuell zu besprechen. Wichtig war, den Gruppen ausreichend Zeit zur Verfügung zu stellen, sodass eventuelle Fragen zur Vorbereitung erarbeitet werden konnten. Damit wurde aktiv versucht, bereits in der Vorbereitung auf den Nutzer individuell einzugehen und somit eine hohe Akzeptanz für das Thema zu erreichen.

In einem zweiten Termin wurden die einzelnen Gruppen der KiTa aufgesucht. Die Gespräche wurden frei, d.h. „ohne roten Faden“ geführt. Im Zentrum standen der Nutzer und sein aktuelles Verhalten im Gruppenraum zur Regulierung von Temperatur, Luftqualität und Lichtverhältnissen. Waren z.B. Türen oder Fenster in den Gruppenräumen offen oder waren nicht verdunkelt, so konnte anschaulich der Einfluss des Nutzers bzw. die Auswirkungen auf den aktuellen Komfort erläutert werden. Gleichzeitig wurden gemeinsam für zunächst notwendig gehaltene Maßnahmen bzw. Verhaltensmuster Überlegungen und Lösungen angestellt, die im Sinne der Energieeinsparung bzw. des Komforts standen. Hierbei wurde immer das Gebäude und seine Funktionsweise in die Maßnahme einbezogen.

Ein erster Erfolg der Gruppengespräche konnte bereits während der gemeinsamen Begehung der Gruppenräume festgestellt werden. Die Nutzer sprachen zum Teil von sich aus notwendige Veränderungen in ihrem Verhalten an. Als Beispiel kann hier das Entfernen von Möbelstücken vor Heizungen genannt werden.

Um für die „Leistungsphase 10“ und die Instandhaltung den notwendigen Handlungs- bzw. Optimierungsbedarf sichtbar zu machen, wurde in Gruppengesprächen nach Auffälligkeiten in den Raumbedingungen, wie Temperatur, Lichtverhältnisse, Lüftung, Sonnenschutz etc. nachgefragt. Entsprechende Angaben wurden protokolliert und weitergeleitet.

Im weiteren Gespräch zeigte sich, dass der Fokus vom Nutzer ausschließlich auf die aktuelle Jahreszeit gerichtet war. Daher wurde mit den Teilnehmern entschieden, weitere Termine bei anstehenden Jahreszeitenwechseln durchzuführen.

Erste Ergebnisse

In den Gruppengesprächen wurde das Arbeiten in den neuen KiTa-Gebäuden von allen Beteiligten als sehr angenehm empfunden. Die Vorteile und der Mehrwert, die ein Gebäude nach „Aachener Standard“ dem Nutzer bringt, waren nur wenigen bekannt. Die Angst des Nutzers „vor etwas Neuem“ oder einer „falschen Bedienung“ des Gebäudes konnte durch das Nutzerhandbuch und das persönliche Gespräch genommen werden. Es zeigt sich sogar, dass sich der Nutzer mithilfe des Nutzerhandbuchs besser mit dem Gebäude identifizieren kann. Er setzt motiviert die Maßnahmen aus dem Handbuch um. Das Thema Nachhaltigkeit und Kosteneinsparung wird aktiv gelebt. Diese Erkenntnisse beschränken sich nicht nur auf die Erzieher. Auch bei den Kindern konnten Veränderungen zum Energieeinsparen festgestellt werden. Bemerkungen wie: „Frau (...), wir müssen die Tür doch zumachen, sonst wird es hier drinnen zu warm ...“ zeigen erste positive Erfahrungen zum Thema Nachhaltigkeit bei den Jüngsten.

Eingebaute Technik, wie die Lüftungsanlage, die das Gebäude nicht nur „mit frischer, sauberer Zuluft“ versorgt, sondern auch der Wärmerückgewinnung dient, die Feuchtigkeit aus dem Gebäude transportiert und es somit vor gesundheitsgefährdender Schimmelpilzbildung schützt, wurde von allen Nutzern als notwendig und vor allem im täglichen Arbeitsablauf als hilfreich angesehen.

Dadurch, dass die Verhaltenstipps sich an den Jahreszeiten orientieren, hat der Nutzer die Möglichkeit, saisonal sein persönliches Handeln zur Beeinflussung der Raumbedingungen zu verändern.

Dieses Konzept wird allgemein vom Nutzer begrüßt und die Ergebnisse bestätigen den Erfolg.



ACTiv fürs Klima

Die Stadt Aachen hat sich mit ihrem Beitritt zum europäischen Klima-Bündnis (Anfang 1992) schon frühzeitig zu dessen ambitionierten Reduktionszielen (Halbierung der CO₂-Emissionen von 1990 bis zum Jahr 2020) verpflichtet und ihre Strategien und Handlungsfelder entsprechend ausgerichtet.

Um dieses ambitionierte Ziel auch in den städtischen KiTas und Schulen zu erreichen, bedarf es der verstärkten Einbeziehung der Nutzer. Im Zeitraum 1990 bis 2007/2008 lag die Einsparung des CO₂-Ausstoßes für KiTas und Schulen bei 19%. Hierin enthalten sind auch die aus dem Bonussystem von 1996–2005 erzielten Effekte. Bei Fortschreibung der laufenden Maßnahmen wird mit einer durchschnittlichen jährlichen Emissions-Reduzierung von 1,1 % eine Emissionsreduktion von insgesamt maximal 33% bis zum Jahr 2020 erreicht. Das angestrebte Ziel der 40%-CO₂-Reduktion bis 2020 kann mit diesen Maßnahmen bei den städtischen KiTas und Schulen somit sehr wahrscheinlich nicht erreicht werden.

Erfahrungen aus anderen Projekten zeigen, dass die fehlenden 7 bis 8% CO₂-Einsparung mit organisatorischen Maßnahmen und Aktionen zur Sensibilisierung der Nutzer erreicht werden können. Die städtischen Schulen und Kindertagesstätten bedürfen aber nicht nur aufgrund ihrer tatsächlichen Verbrauchswerte, sondern auch hinsichtlich ihres pädagogischen Auftrags und ihrer Multiplikatorenwirkung einer besonderen Betrachtung.

Ziele

Im Rahmen des Bundesförderprogramms zum Klimaschutz (Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) wurde daher eine Projektförderung beantragt, die es ermöglicht, ein Klimaschutzprojekt an allen städtischen KiTas und Schulen der Stadt Aachen zu starten. Der Arbeitstitel des Projektes lautete „CO₂-Senkung in KiTas und Schulen der Stadt Aachen“. Folgende primäre Ziele wurden mit dem Projekt CO₂-Senkung in KiTas und Schulen der Stadt Aachen verfolgt:

- Reduzierung der CO₂-Emissionen und der Energiekosten der Schulen und Kindergärten um 14% nach zwei Jahren (Bezugsjahr 2010)
- Bewirkung von Verhaltensänderungen bei allen Nutzern durch Wissensvermittlung und Sensibilisierung zum Klimaschutz

Im Sinne der oben genannten Ziele wurde in der Motivation der verschiedenen Nutzergruppen der städtischen Gebäude ein großes Einsparpotenzial gesehen. Dies ist umso wertvoller, da in den meisten Fällen wenig oder gar nicht investiert werden musste.

Es handelte sich um zwei unterschiedliche Personengruppen:

1. Die Lehrer und Schüler unserer Schulen und die KiTa-Leitungen und Erzieher
2. Die Schulhausmeister, die vor Ort als Energiemanager wichtige Verantwortung tragen

Beide Gruppen konnten mit dem Projekt ACTiv fürs Klima motiviert werden.

Zwei Jahre lang haben drei Viertel aller Schulen und Kindertagesstätten der Stadt Aachen an diesem, mit Bundesmitteln geförderten, Projekt teilgenommen. Das Energiemanagement war sehr stark in die Durchführung eingebunden und hat den ganzen Prozess begleitet. Die Stadt Aachen initiierte das Projekt, um ihren Zielen zur Reduktion des klimaschädlichen Kohlendioxids (CO₂) näher zu kommen.

Zu diesem Zweck wurden die Teilnehmer der insgesamt 92 Schulen und KiTas in der Zeit von 2011-2013 in Workshops über die Themen Klimaschutz und Energiesparpotenziale geschult. Parallel dazu suchte man in kleinen Arbeitsgruppen gemeinsam mit den Hausmeistern, externen erfahrenen Energie- und Umweltberatern und dem Energiemanagement vor Ort nach Energieeinsparpotenzialen.

Typische Einsparpotenziale mit Verhaltensänderungen bzw. gering investive Maßnahmen waren z.B.:

Die Reduktion der Raumtemperaturen in unterschiedlichen Nutzungs- und Funktionsbereichen, effizienteres Lüften, Entfernen von Verkleidungen und Abdeckungen an Heizkörpern, Einbau von Zeitschaltuhren oder Thermostops bei Durchlauferhitzern, Einsatz von Steckerleisten mit Benutzungshinweisen (Verhinderung von Standby-Verbräuchen).

Die städtischen Schulen und Kindertagesstätten bedürfen aber nicht nur aufgrund ihrer tatsächlichen Verbrauchswerte, sondern auch hinsichtlich ihres pädagogischen Auftrags und ihrer Multiplikatorenwirkung einer besonderen Betrachtung.



Zweckentfremdeter Heizkörper

Ergänzt wurden die Einsparungsbemühungen durch insgesamt 150 verschiedene umgesetzte Maßnahmen. Durch die Bildung von Klima-Teams, die Benennung von Schüler-Klima-Beauftragten sowie die Aufstellung von Klimaschutz-Programmen wurden Strukturen geschaffen, die zudem eine Kontinuität bei der Berücksichtigung des Themas Energie-sparen gewährleisten.

Verschiedene „Vorbildliche Aktionen“ wurden von März 2011 bis Ende September 2012 als pädagogisches Prämiensystem durchgeführt. In diesem Zeitraum konnten die Einrichtungen Aktionsbeschreibungen einreichen.

Den 1. Preis für Grundschulen erreichte die Gemeinschafts-grundschule Vaalserquartier mit ihrem Projekt „Klima-detektive“.

„Hausmeisterschulung“

Die Erfahrungen aus dem Projekt ACTiv fürs Klima haben gezeigt, dass in der Funktion des Hausmeisters als „Partner vor Ort“ Verbesserungspotenzial auf beiden Seiten besteht. Das hat verschiedene Gründe:

- Informationsdefizite in Bezug auf die gesamte Haustechnik
- Unterschiedliches Wissen über Energie- und Ressourcenschutz
- Demotivation

Daher wurden Energieworkshops für Hausmeister durchgeführt, die eine Einweisung in die Heizungsanlage und die Steuerungstechnik beinhalteten.

Klimacheck			
1. a) Heizung/ Wärme - max. 120 Punkte	Ja	Nein	
1. Wurden Erzieherinnen und Erzieher über energieeffizientes Heizen und Lüften informiert?	0	2	
2. Liegt die Raumtemperatur in den Gruppenräumen, Büroräumen in der Heizperiode bei 20°C?	0	8	
3. Werden Materialräume und Flure durchgehend auf 15°C beheizt? (Gilt nur, wenn sie nicht als Aufenthaltsraum genutzt werden. Temperatur und die Werte können höher als 20°C.)	0	5	
4. Werden Abendveranstaltungen so gelegt, dass nur einzelne Gebäudeteile beheizt werden müssen? <i>Nicht möglich, da nur eine Heizkörper vorhanden ist.</i>	0	6	
5. Sind die Heizkörper im Eingangsbereich von Windfang und/ oder der Außentüren ausgeschaltet? <i> Fußbodenheizung</i>	0	4	
6. Wird die Temperatur nachts, am Wochenende oder in Ferienzeiten abgesenkt?	0	12	
7. Sind die Heizkörper an der Wand unbedeckt? <i>Fußbodenheizung</i>	0	5	
8. Sind die Temperaturen in nördlich und südlich ausgerichteten Räumen identisch?	0	4	
9. Lüftet die Heizungsanlage ohne Glocken-, Rausch- oder Pfießgeräusche?	0	6	
10. Sind alle Wände oder Ecken der Räume gleichmäßig warm und ohne Schimmel?	0	6	
11. Wird regelmäßig während der Betriebszeiten ca. 5 Min. quer gelüftet (Quer-/Stoßlüftung)?	0	6	
12. Wird vermieden, dass Fenster, z. B. Oberlichter, dauerhaft geöffnet sind? Werden Fenster und Türen nach Kita-Schluss geschlossen?	0	12	
13. Schließen die Fenster und Türen dicht?	0	8	
14. Gibt es Klapp- oder Rollläden vor den Fenstern und werden diese benutzt? <i>Sonnenschutz</i>	0	5	
15. Schließen die Außentüren automatisch, bzw. sind die Außentüren immer geschlossen?	0	5	
16. Sind die Heizungsrohre und Armaturen isoliert? <i>Keine offene Verrohrung vorhanden</i>	0	6	
17. Erfolgt die Warmwasserbereitung zentral über die Heizung? Wenn ja, ist diese zeitgesteuert?	0	6	
18. Ist die Temperatur bei der Warmwasserbereitung auf das erforderliche Minimum eingestellt? (Legionellenchutz beachten)	0	6	

Ausschnitt aus dem „Klimacheck“ für Aachener KiTas

Die Schule hat „Klimadetektive“ ausgebildet und ernannt. Die Aufgabe der „Detektive“ bestand darin, Energie- und Ressourcenverschwendung zu erkennen und selbstständig zu handeln, um Missstände abzustellen. Zusätzlich wirkten die „Klimadetektive“ als Multiplikatoren für ihre Mitschüler und Lehrer und wiesen diese auf falsches Handeln hin. Die „Klimadetektive“ wurden regelmäßig in Informations- und Sensibilisierungsveranstaltungen geschult.

Die insgesamt am Projekt teilnehmenden 92 Schulen und KiTas haben in zwei Jahren 2.148 t CO₂ durch Reduzierung der Strom- und Heizwärmeverbräuche eingespart, dies entspricht einer Energieeinsparung von 6% im ersten und 8% im zweiten Projektjahr.

Außerdem wurden die Hausmeister in Kleingruppen mit dem Energiemonitoringsystem E-View des Gebäudemanagements vertraut gemacht mit dem Ziel, die „eigene“ Schule und die Verbräuche ständig im Blick zu haben.

Das Hauptziel ist es, durch bessere Kommunikation und Beteiligung der Hausmeister die energie- und ressourcensparende Bewirtschaftung und Nutzung der Schule nachhaltig sicherzustellen. Dabei müssen die Hausmeister als Partner bzw. als Multiplikatoren innerhalb der Schule verstanden werden.

„Warmer-Pulli-Tag“

Eine weitere Aktion, die durch das Projekt ACTiv fürs Klima initiiert wurde, ist der „Warme-Pulli-Tag“, der zentral in Aachener Schulen und Kitas im Februar 2014 organisiert wurde und der wiederholt werden soll.

„Weniger kann auch mehr sein“ war das Motto des Aktionstages. Bei diesem ersten Aktionstag nahmen zwölf Kindertagesstätten und Schulen teil. In diesen Einrichtungen wurde die Raumtemperatur um ca. 1 bis 2 Grad Celsius abgesenkt. Dadurch konnte der Energieverbrauch um ca. sechs Prozent reduziert werden. Diese Aktion sollte außerdem für ein energiesparsames Verhalten sensibilisieren über den Aktionstag hinaus. Hierbei konnte das Energiesparthema im Unterricht und im sonstigen Schulalltag wieder neu platziert werden.

Die Einsparungen konnten mit dem Monitoringsystem des Gebäudemanagements direkt visualisiert werden. Der Erfolg wurde damit sofort sichtbar.

Folgende Ziele können hiermit verfolgt werden:

- das Thema „Energieeinsparen“ konkret in den Einrichtungen zu platzieren
- nachweisbar Energie einzusparen
- den Schulen vermitteln, wie sie die erzielten Einsparungen ihrer Schule über E-View ablesen können



Herr Lehmenkühler erklärt einer Schülerin das Monitoringsystem E-View

Die Einsparungen konnten mit dem Monitoringsystem des Gebäudemanagements direkt visualisiert werden. Der Erfolg wurde damit sofort sichtbar.

Von E-View zu zu „e2watch“

Energiemonitoring in der 2. Generation

Der Energie- und Wasserverbrauch von Gebäuden ist ein wichtiger Umwelt- und Kostenfaktor. Diese Kosten machen einen erheblichen Anteil in den Ausgaben des Gebäudemanagements aus. Aufgabe und Ziel des Energiemanagements ist es daher, die Energie- und Wasserverbräuche der kommunalen Gebäude zu reduzieren, um damit auch die Energie- und Wasserkosten sowie die Schadstoffemissionen zu senken.

Warum Energiemonitoring?

- Als ein Controlling-Werkzeug zur Erreichung dieser Ziele nutzt das Energiemanagement, seit dem Jahr 2008, das eigens entwickelte Energiemonitoring-System E-View. Das Energiemonitoring-System erfasst automatisiert die Verbrauchsdaten von Wasser, Strom und Wärme in den städtischen Gebäuden.
 - Diese kontinuierliche Datenerfassung und Auswertung ist zur Überwachung der optimalen energetischen Betriebsführung kommunaler Gebäude erforderlich. Mithilfe des Energiemonitorings können Optimierungspotenziale festgestellt und quantifiziert werden, Maßnahmen können entsprechend priorisiert und gezielt durchgeführt werden. Fehlerquellen und Störungen können zeitnah erfasst werden, so dass Schäden begrenzt und Folgeschäden vermieden werden können.
 - Das Energiemonitoring liefert zeitpunktgenaue Informationen über die benötigten Energiemengen in den Gebäuden. Dadurch lässt sich u. a. der Leistungsbedarf der technischen Anlagen kontrollieren, neue Technik bedarfsgerecht planen und Überdimensionierungen können vermieden werden. Auch im administrativen Bereich, z. B. für die Vertragsgestaltung mit Energieversorgern oder die Erstellung von Energie- und Wasserabrechnungen, ist die Kenntnis der tatsächlichen Leistungsbedarfe und Energiemengen von Vorteil.
 - Bei Neubauten und der Durchführung energieeffizienzsteigernder Sanierungsmaßnahmen erlaubt das Energiemonitoring einen Vergleich von Planungs- und Verbrauchswerten und kann Feedback über den Erfolg der einzelnen Maßnahmen geben. So kann die Wirksamkeit der Maßnahmen nachgewiesen oder bei Fehlentwicklungen rechtzeitig gegengesteuert werden, um den energieeffizienten Erfolg der Maßnahme dennoch herbeizuführen.
- Ein wichtiger Erfolgsfaktor zur Reduzierung der Energie- und Wasserverbräuche im Gebäudebereich ist die Einbeziehung der Gebäudenutzer. Auf der webbasierten Onlinedarstellung des städtischen Energiemonitoringsystems können die Gebäudenutzer und die interessierte Öffentlichkeit die Verbräuche einzelner städtischer Gebäude betrachten: www.e2watch.de. Die transparente Präsentation der Verbrauchsdaten dient der Nutzermotivation. Ziel ist es, langfristig Verhaltensänderungen zu bewirken und so eine Sensibilisierung für einen „energieeffizienten“ (Arbeits-)Alltag und einen sparsamen Umgang mit den Energieressourcen zu schaffen.

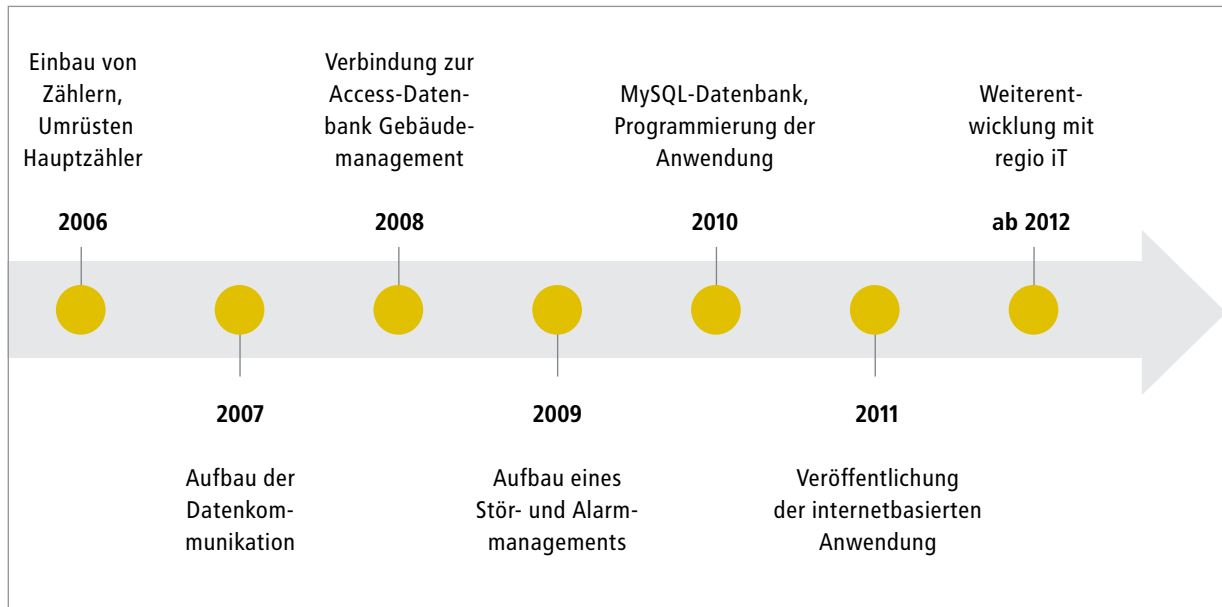
Energiemonitoring bei der Stadt Aachen – Entwicklung und Technik

Im Jahr 2008 hat das Gebäudemanagement der Stadt Aachen mit der Einführung eines Energiemonitoring-Systems begonnen. Innerhalb von nur zwei Jahren wurden die Hauptzähler des Energieversorgers umgerüstet, neue Unterzähler eingebaut, Peripherie für die Datenkommunikation installiert und eine Schnittstelle zur bestehenden Objekt-Datenbank im Gebäudemanagement eingerichtet und somit nach und nach ein nahezu flächendeckendes Energiecontrolling-System aufgebaut.

Stör- und Alarmmanagement

Ein Stör- und Alarmmanagement, bei dem auffällige Verbrauchswerte – deren Ursachen beispielsweise in Wasserrohrbrüchen oder nicht abgeschalteten Heizungsanlagen bestehen können – angezeigt werden und so ein frühzeitiges Reagieren ermöglichen, wurde 2009 eingeführt. Seit dem Jahr 2011 werden die erfassten Verbrauchsdaten von Wasser, Strom und Wärme mit der internetbasierten Software „E-View“ auch online veröffentlicht.

Die Energiedatenerfassung des Systems, d.h. die Übertragung der Zählerstände, erfolgt mithilfe des M-Bus-Datenprotokolls. Die wesentlichen Vorteile dieser Datenübertragung bestehen in der Übertragungsgeschwindigkeit. Die Zählerstände der Haupt- oder Unterzähler der einzelnen Gebäude werden im 15-Minutentakt ausgelesen und vor Ort zunächst in einem Datenlogger zwischengespeichert. Einmal täglich werden diese Daten zu einem zentralen Datenbankrechner des Energiemanagements übertragen und dort für detailliertere Auswertungen und Darstellungen weiter verarbeitet.



Entwicklungsschritte des Energiemonitoring-Systems E-View

Für dieses innovative und ganzheitliche Energiemonitoring-Konzept wurde E-View mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet, u. a. mit dem Good-Practice Preis für Energieeffizienz 2011 der Deutschen Energie-Agentur und einem Preis beim Wettbewerb „Kommunaler Klimaschutz 2012“, in der Kategorie 1 „Klimaschutz in kommunalen Liegenschaften“.

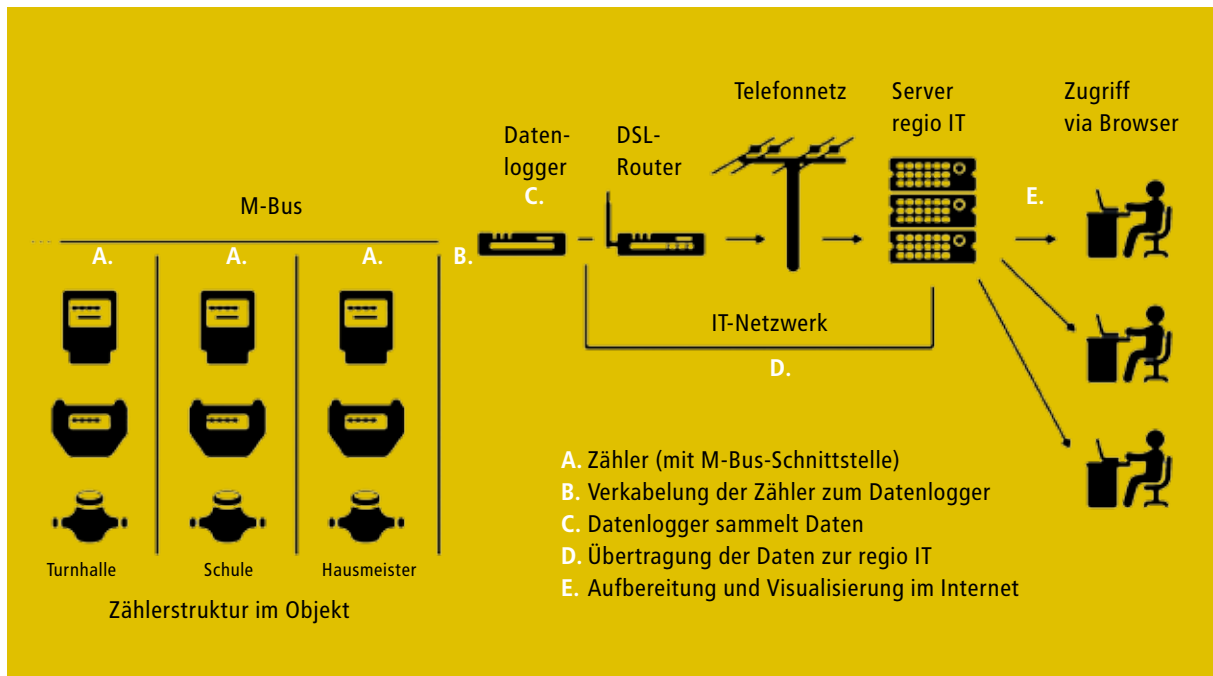
Das bestehende Monitoring-System E-View wird seit 2012 in einer Kooperation von Gebäudemanagement und regio iT, einem kommunalen IT-Dienstleister, überarbeitet. Das Energiemanagement-Team nimmt als praxiserfahrener Berater eine zentrale Rolle bei der Entwicklung der zweiten Generation des Energiemonitoring-Systems ein. Das neue System wurde unter dem Namen „e2watch“ neu programmiert, veröffentlicht und wird von der regio iT vertrieben.

„e2watch“ – was ist neu?

Das überarbeitete Energiemonitoring-System „e2watch“ baut auf dem preisgekrönten Prinzip seines Vorgängers auf, übernimmt erprobte und zuverlässige Funktionen und Auswertungen und erweitert deren Auswahl um weitere Controlling-Werkzeuge wie Kennzahlen, Energieziele und Abonnements. Konzipiert als Big Data-Management-Lösung (BDM) setzt „e2watch“ auf einer hochmodernen technologischen Plattform auf. Das BDM erlaubt die Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von großen Datenmengen, was heute in vielen Datenverarbeitungsbereichen alltäglich ist. Dabei erstrahlt das System auch optisch in einem neuen, modernen Design.

Datenerfassung

Die Übertragung der Zählerstände der einzelnen Messstellen erfolgt weiterhin über das in den Gebäuden installierte M-Bus-Netz. Bei Sanierungen und in Neubauten werden moderne Datenlogger mit IP-Anschluss installiert, die eine sehr stabile Datenkommunikation gewährleisten. Die automatisierte Zählerauslesung erfolgt – auch mit den neuen Datenloggern – weiterhin in einem 15-minütigen Zeitintervall, sie kann bei Bedarf auch auf ein kleineres Zeitrafter – bis zu Sekunden – umgestellt werden. Die Datenübertragung erfolgt dabei über das aus der Industrie stammende OPC UA-(Unified Architecture) Kommunikationsprotokoll. Durch die Nutzung dieser gesicherten und standardisierten Verbindung entfällt die Verwendung und Einrichtung von Modems und VPN-Netzwerken und die Datenübertragung ins System erfolgt schneller und regelmäßiger als bisher. Darüber hinaus gewährleistet das BDM eine schnellere Aufbereitung (Berechnungen) und Darstellung der erfassten Daten.



Datenfluss in „e2watch“ – von der Messstelle bis zur Darstellung

Visualisierung und Analyse

Der Zugriff auf den öffentlichen Bereich von „e2watch“, der den Gebäudenutzern und jedem Interessierten zur Verfügung steht, erfolgt über einen Internetbrowser. Hier werden die Daten aufbereitet und visualisiert. Gebäudemanager verfügen zusätzlich über einen internen Arbeitsbereich, der Einrichtungsmöglichkeiten, Detailauswertungen und ein Stör- und Alarmmanagement ermöglicht.

Verbrauchsdiagramme über unterschiedliche Zeiträume zeigen praxisnah und leicht verständlich die im System erfassten Wasser-, Strom- und Wärmeverbrauchsdaten der städtischen Liegenschaften. Zusätzlich werden Lagepläne, CO₂-Fußabdruck und die Energieausweise der Gebäude angezeigt.



Öffentlicher Bereich von „e2watch“

Im internen Bereich verfügt „e2watch“ über eine sogenannte Stammdatenverwaltung in der architektonische und technische Stammdaten gepflegt werden können. Es werden sowohl die architektonischen Verhältnisse einer Liegenschaft mit ihren Objekten, Objektteilen, Bauabschnitten oder Nutzungseinheiten als auch die technische Peripherie wie Datenlogger und Zähler abgebildet und visualisiert. Die nach Medien erfassten Verbrauchsdaten werden im BDM einzelnen Messstellen zugeordnet. Mithilfe eines Formel-Editors lassen sich spezifische Versorgungsbereiche für Objekte, Objektteile, Bauabschnitte oder Nutzungseinheiten anlegen, die anschließend für den öffentlichen Bereich freigeschaltet werden können. Die Versorgungsbereiche

ermöglichen dem Anwender eine individuelle und differenzierte Zusammenstellung und Auswertung von Daten. Eine getrennte Erfassung und Ansicht für die Medien Strom, Wasser und Wärme ist dabei jederzeit gewährleistet. Gebäudemanager können mit „e2watch“ Kennzahlenvergleiche und Detailanalysen mithilfe von Multicharts, einer Vielzahl von Diagrammart, durchführen. Das altbewährte Stör- und Alarmmanagement aus E-View wurde von Energiemanagement und regio iT im Hinblick auf Zuverlässigkeit und Handling weiterentwickelt und verbessert. Dadurch können unnötige Energie- und Wasserverbräuche systematisch vermindert und die Kosten durch eine effiziente Nutzung bestehender Ressourcen gesenkt werden.



Fazit

Die weiterentwickelte Energiemonitoring-Software „e2watch“ kann Energie- und Wasserverbräuche transparent darstellen und dem Gebäudenutzer so Anreize zu energieeffizienterem Verhalten liefern. Es ist möglich annähernd in Echtzeit, und nicht erst im Nachgang auf der Gas- oder Stromrechnung, zu erkennen, welche Mengen verbraucht werden. Außerdem ist die Software für die Aufgaben und die Erreichung der Ziele des Energiemanagements ein wichtiges Controlling-Werkzeug.

Ein professionelles und umfassendes Energiemanagement stellt die Energiesituation im Gebäudemanagement systematisch und kontinuierlich transparent dar, dazu kann „e2watch“ einen großen Beitrag leisten. Die Software erfordert die Anforderungen der DIN EN ISO 50001 für Energiemanagementsysteme, d.h. sie ist entsprechend des PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act-Zyklus) aufgebaut und bietet die Möglichkeit, die gesetzten Energieziele – Controlling und Monitoring – zu verfolgen. So wurde „e2watch“ bereits vom TÜV zertifiziert und steht auf der Liste des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für förderfähige Energiemanagement-Software.

Einige Zahlen:

- 187 Objekte sind aufgeschaltet
- 744 Hauptzähler
- 450 Unterzähler
- 1194 Zähler werden im 15-Minutentakt ausgelesen
- ca. 114.000 Datensätze/Tag
- Überwachung von ca. 14 Millionen kWh Strom, ca. 75% des Gesamtstromverbrauchs, entspricht ca. 2.800.000 €
- Überwachung von ca. 265 Tausend m³ Wasser, ca. 75% des Gesamtwasserverbrauchs, entspricht ca. 630.000 €
- Überwachung von ca. 45 Millionen kWh Wärme, ca. 65% des Gesamtwärmeverbrauchs, entspricht ca. 3.600.000 €

21 Jahre Photovoltaikanlagen auf Aachener Gebäuden

Bereits 1996 wurden die ersten Solaranlagen auf Dachflächen kommunaler Gebäude installiert. Somit blickt die Stadt Aachen bereits auf erfolgreiche 21 Jahre mit Photovoltaikanlagen auf ihren Gebäuden.

Insgesamt sind bis heute auf den städtischen Gebäuden 62 Photovoltaikanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 1.924 kWp errichtet worden. Jährlich produzieren diese Anlagen über 1,7 Millionen kWh erneuerbaren Strom. Das entspricht 9% des Strombedarfs der städtischen Gebäude. Photovoltaikanlagen sparen CO₂-Emissionen ein.

Physikalisch gesehen wird der Strom dort verbraucht, wo er auch produziert wird. Ist vor Ort gerade keine Abnahme möglich, muss er über Stromtrassen zum nächsten Verbraucher geleitet werden. Der auf den Aachener Gebäuden wie Sportstätten, Schulen, KiTas oder Verwaltungsgebäuden produzierte Solarstrom wird zum Großteil direkt in den Gebäuden verbraucht. Über ihre Lebensdauer erzeugen Photovoltaikmodule mehr Energie als zu ihrer Herstellung benötigt worden ist. Die Energierücklaufzeit für Photovoltaikmodule beträgt ca. 2 Jahre bei einer Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren. Die Energierücklaufzeit ist die Zeit, in der die Anlage die eigene Produktionsenergie erzeugt.

Im Gegensatz zu anderen Möglichkeiten der Stromerzeugung, wie zum Beispiel aus Kohle und Gas, entstehen bei der Photovoltaik keine schädlichen CO₂-Emissionen, die die Umwelt belasten. Die Erzeugung des Solarstroms erfolgt ohne CO₂-Ausstoß, ohne Lärm oder sonstige Emissionen. Für PV-Strom betrug der Vermeidungsfaktor 664 g CO₂-Äq./kWh im Jahr 2011 [Quelle: BMU]. Der Vermeidungsfaktor ist der Quotient aus vermiedenen Emissionen und der Strombereitstellung. Er beinhaltet neben Treibhausgasen auch andere Luftschadstoffe und verändert sich mit der Struktur des nationalen Kraftwerkparcs. Jährlich werden durch die sieben eigenen Photovoltaikanlagen der Stadt Aachen 1,17 Mio. t CO₂-äquivalente Treibhausgase vermieden.

Funktionsweise Photovoltaikanlage

Die solare Strahlungsenergie kann mittels einer Photovoltaikanlage in elektrische Energie gewandelt werden. Der solare Strom, der zunächst als Gleichstrom (DC) vom Generator, sprich Modulfeld, vorliegt, wird mittels eines Wechselrichters in netzkonformen Wechselstrom (AC) umgewandelt. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (kurz: EEG) regelt hier die Abnahme, die Übertragung und die Vergütung des eingespeisten oder direkt genutzten Solarstroms.

Die Leistung bzw. Größe einer Photovoltaikanlage wird in Kilo-Watt-peak (kWp) angegeben. Die Angabe von kWp entspricht hierbei der Leistung unter Standard-Testbedingungen (wie Zelltemperatur, Bestrahlungsstärke und Sonnenspektrum).

Bis 2012 lag der wirtschaftliche Fokus einer Photovoltaikanlage darauf, den produzierten Solarstrom gegen eine Einspeisevergütung direkt in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen. Durch Änderungen im EEG wurde die eigene Nutzung des Solarstroms gefördert. Der mit der PV-Anlage produzierte Wechselstrom sollte heute nach gültigem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2014) direkt im Gebäude genutzt werden. Der benötigte Bezugsstrom des Gebäudes reduziert sich um die Summe des Direktverbrauchs aus dem Solarstrom. Nicht benötigter Solarstrom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Somit wird die Kapazität einer Photovoltaikanlage u.a. durch die zur Verfügung stehende Dachfläche und den Energiebedarf des zu betrachtenden Gebäudes bestimmt.



Photovoltaikanlage Ludwig Forum

„Sonne für Aachener Gebäude“

1996 wurde das Projekt „Sonne für Aachener Schulen“ eingeführt. Ziel war es, den Anteil Strom aus erneuerbaren Energien an Schulen zu erhöhen. Mit Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahr 2000 wurden für PV-Anlagen garantierte gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen, sodass die Nachfrage, Photovoltaikanlagen auf städtischen Dächern zu installieren, stetig anstieg.

Im Jahr 2007 wurde das Projekt auf außerschulische Dachflächen erweitert. Fortan wurden unter dem Projektnamen „Sonne für Aachener Gebäude“ geeignete kommunale Dachflächen überwiegend Aachener Bürgern zur Errichtung einer Photovoltaikanlage zur Verfügung gestellt. Hierfür wurde mit den Investoren jeweils ein Nutzungsvertrag über 20 Jahre geschlossen.

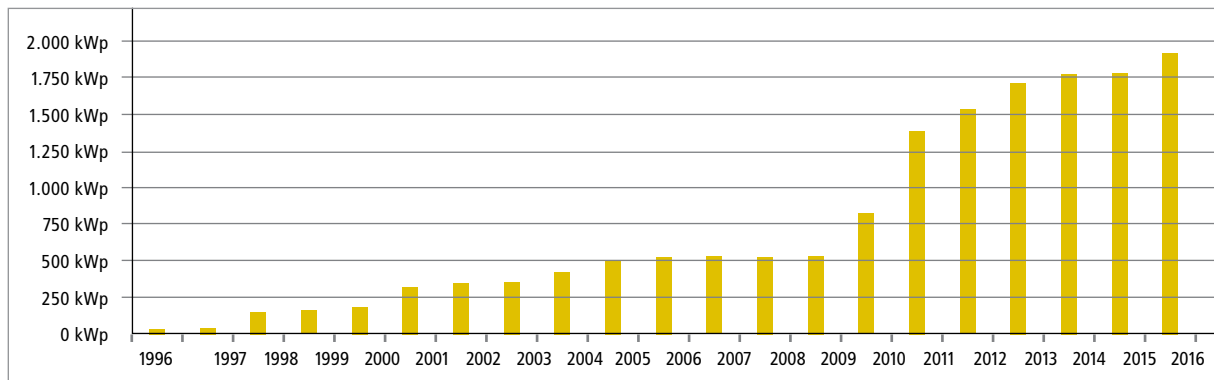
Um vor allem größere Dachflächen als Energieerzeugungsfelder zu nutzen, wurde im Herbst 2010 eine Kooperation mit den Aachener Stadtwerken gestartet. In Folge dieser Zusammenarbeit kam es in den Jahren 2011 bis 2013 zu einem deutlichen Anstieg der installierten Anlagenleistung.

Heute sind Photovoltaikanlagen nur mit Nutzung des Eigenverbrauchs des Solarstroms wirtschaftlich. Anlagenbetreiber fragen heute kaum noch beim Energiemanagement zum Anmieten von Dachflächen an. Bekam ein Anlagenbetreiber zu Beginn des EEG's noch ca. 50 Cent je eingespeister Kilowattstunde, erhält er heute nur noch ca. 12,24 Cent/ kWh. Diese Einspeisevergütung liegt deutlich unter dem Strombezugspreis. Somit wird deutlich, dass heute möglichst viel Solarstrom selbst verbraucht werden sollte, um eine wirtschaftliche Photovoltaikanlage zu betreiben.

Ein Blick auf die jährlich neu installierte Leistung an Photovoltaikanlagen zeigt, dass seit der geänderten Gesetzesgrundlage im EEG 2014 die Nachfrage bei der Dachpachtung stark zurückgegangen ist. Durch den Bau von eigenen Photovoltaikanlagen der Stadt Aachen konnte aber wieder ein Aufwärtstrend verzeichnet werden.



Photovoltaikanlage GGS Richterich



Darstellung der installierten Anlagenleistung (kWp) von 1996 bis 2016

Eigene Photovoltaikanlagen der Stadt Aachen

Bei einer insgesamt installierten Leistung auf städtischen Dächern von 1.924 kWp beträgt der Anteil eigener Anlagen ca. 10%. Das Gebäudemanagement der Stadt Aachen betreibt vier eigene Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 70,6 kWp.

- Verwaltungsgebäude Lagerhausstr. (2009) 9,5kWp
- Verwaltungsgebäude Hackländerstr.(2014) 22,2 kWp
- GS Reumontstr. (2014) 9,2 kWp
- KiTa Sandhäuschen (2016) 29,7kWp

Gemeinsam mit der Bezirksvertretung Eilendorf wurde 2015 eine Photovoltaikanlage für das Bezirksamt Eilendorf umgesetzt. Da die Maßnahme während der Sanierungsarbeiten des Verwaltungsgebäudes durchgeführt wurde, konnten bei der Installation Einsparungen erzielt werden. Die installierte Leistung der Photovoltaikanlage beträgt 9,2 kWp. Der eigene produzierte Solarstrom wird direkt im Gebäude verbraucht.



Bezirksamt Eilendorf



Aachener Stadtbetrieb

Durch verwaltungsübergreifende Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement konnten in den letzten zwei Jahren 2 weitere Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 107,9kWp für die Stadt Aachen errichtet werden. Gemeinsam mit dem Aachener Stadtbetrieb wurden zwei große Anlagen im Rahmen des Projektes ÖKOPROFIT gebaut. So wird nun am Krematorium in Aachen und auf dem Werksgelände des Aachener Stadtbetriebs regenerativer Solarstrom gewonnen und überwiegend vor Ort verbraucht.

Insgesamt produzieren die sieben städtischen Photovoltaikanlagen jährlich 176.460 kWh erneuerbaren Strom. Dies entspricht bei einem Stromeinkaufspreis von 0,22 € je kWh einer jährlichen Einsparung von 39.000 €.



Leitstelle Feuerwache Neubau

Warum mehr eigene Photovoltaikanlagen auf Aachener kommunalen Dächern?

Strompreisentwicklung

Die Strompreisentwicklung in den nächsten 20 Jahren wird allgemein mit einer jährlichen Steigerung von 2 bis 5 % angenommen. Bei einer mittleren Strompreissteigerung von 3 % und einem heutigen Bezugspreis von 22 Cent/kWh errechnet sich ein Bezugsstrompreis von 41 Cent/kWh in 20 Jahren. Somit ergibt sich ein mittlerer 20-jähriger Strombezugspreis von 33 Cent/kWh.

Das Betreiben von Photovoltaikanlagen senkt langfristig die Strombezugskosten. Die Technologie der Anlagenkomponenten ist ausgereift und langlebig (die Lebensdauer liegt bei 25 bis 30 Jahren). Heutige Photovoltaikanlagen haben sich bereits nach ca. 9 bis 10 Jahren amortisiert. D. h. durch die Installation einer Photovoltaikanlage hat man feste Stromkosten für die nächsten Jahre.

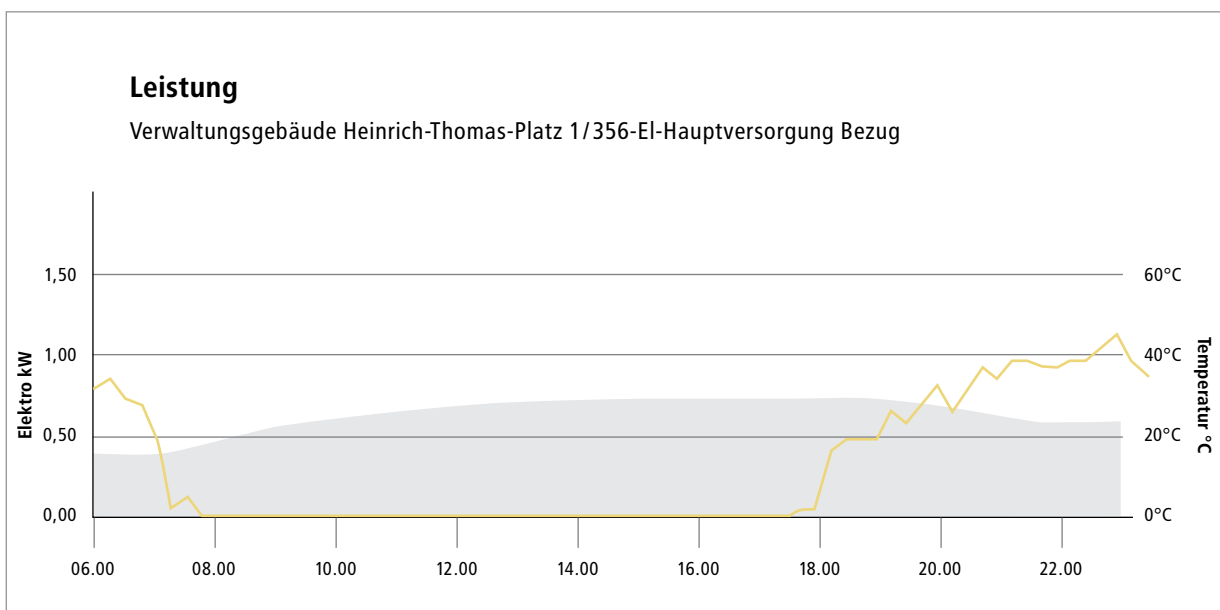
Exkurs Gesetzlicher Hintergrund

Nach der EU-Gebäuderichtlinie sollten ab 2019 Neubauten der öffentlichen Hand nicht nur einen geringen Energieverbrauch aufzeigen, sondern auch selber Energie erzeugen. Bei Sanierungen sind Maßnahmen zu ergreifen, um ein Niedrigstenergiegebäude zu erhalten. „Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden“ (Artikel 2.2. Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden).

Die EU- Gebäuderichtlinie sollte als Gebäudeenergiegesetz (GEG 2018) national in deutsches Recht umgesetzt werden, scheiterte aber im März 2017 im Koalitionsausschuss. Eine gesetzliche Umsetzung ist nunmehr in die nächste Legislaturperiode verschoben.

Das Niedrigstenergiegebäude kann nur mit dem Einsatz erneuerbarer Energien, wie beispielsweise der Sonnenenergie, erreicht werden. Künftig sind die für ein Gebäude notwendigen Energiekosten bzw. Kosten für Energieerzeugungsanlagen, wie der Photovoltaik, bereits in den direkten Bauentstehungskosten zu berücksichtigen. Bei einem Gebäudeneubau können die hier aufgeführten Gesamtkosten durch Nutzung von Synergien reduziert werden. So lassen sich z. B. Kosten für Leitungsverlegung, Dacheinrüstung oder Elektroarbeiten am Hausanschluss deutlich senken.

Wurden früher Photovoltaikanlagen möglichst nur auf nach Süden ausgerichteten Dächern installiert, sind durch die Eigennutzung auch Ost- und West-Dächer geeignet. Bereits in den Morgenstunden kann mit einer Ost-Ausrichtung Strom produziert werden. West-Dächer sind gut geeignet, wenn nachmittags Strom benötigt wird. Gerade in städtischen Gebäuden entspricht das Nutzerverhalten somit dem natürlichen Sonnenangebot. Tagsüber, wenn die Sonne scheint, wird der eigene Strom verwendet. Abends, wenn die Sonne nicht mehr scheint, wird auch das Gebäude nicht mehr ausreichend genutzt. Somit ist die Photovoltaik eine ideale Stromquelle für kommunale Gebäude.



Beispiel: Bezirksamt Eilendorf. An sonnigen Tagen wird für das Gebäude kein Strom eingekauft.

Die Photovoltaikanlage versorgt das Gebäude mit Strom.

Künftiger Einsatz von Speichertechnologie

Bereits heute ist der Einsatzbereich von Solarstromspeichern für private Photovoltaikanlagen stark steigend. Das Ziel ist, den Eigenstromverbrauch deutlich zu erhöhen. Im Privathaushalt wird der Strom, der tagsüber durch die Photovoltaikanlage erzeugt wird, oft erst in den Abendstunden benötigt. Als häufigste Speichermedien werden entweder Blei-Säure-Akkumulatoren oder Lithium-Ionen-Batterien installiert.

In den kommunalen Gebäuden wird der Hauptbedarf des Stroms jedoch tagsüber benötigt. Erst wenn die Photovoltaikanlage mehr Strom produziert als unmittelbar verbraucht wird, kann dieser im Batteriespeicher zwischengespeichert werden. Somit sind Nutzerzeiten und Photovoltaikanlagen-größe entscheidend für den Einsatz von Solarstromspeichern. Bei der Auslegung der Größe des Solarspeichers ist auf regelmäßige Auf- und Entladezyklen der Batterie zu achten, um so eine lange Lebensdauer der Batterien zu gewährleisten.

Die Installation von Solarspeichern wird jeweils im Einzelfall hinsichtlich der baulichen Rahmenbedingungen, wie z. B. brandschutztechnische Vorgaben des Gebäudes, und der Wirtschaftlichkeit geprüft.

Eine gute Alternative zum „herkömmlichen“ stationären Solarspeicher kann auch die Anbindung an eine „Tanksäule“ für Elektroautos sein. Der selbst produzierte Solarstrom würde somit das Gebäude versorgen und Überschüsse könnten dann die Aachener Elektro-Mobilität fördern.

20 Jahre Pacht-Laufzeit und danach?

Im Rahmen der Projekte „Sonne für Aachener Schulen“ und „Sonne für Aachener Gebäude“ wurden Nutzungsverträge über 20 Jahre mit den Investoren geschlossen. Ab dem Jahr 2020 werden die installierten Photovoltaikanlagen nach und nach aus der EEG-Vergütung ausscheiden. Die Photovoltaikanlagen werden aber weiterhin Solarstrom produzieren. Welche Vergütung die Anlagenbetreiber dann für den Solarstrom vom Netzbetreiber oder über Stromverkäufe erhalten, ist derzeit offen.

Das Gebäudemanagement prüft bereits heute, welche technischen Anforderungen erfüllt sein müssen, damit die installierten Photovoltaikanlagen nicht demontiert werden, sondern stattdessen der Solarstrom in den kommunalen Gebäuden direkt selber verbraucht werden kann, um so den Stromeinkauf zu reduzieren.



Photovoltaik-Anlage, Verwaltungsgebäude Mozartstraße 2–10

LED-Beleuchtungsprojekte mit BMUB-Förderung

„Die Beleuchtung 2016 markiert die nennenswerteste Veränderung in der Beleuchtungstechnik seit Glühlampen in den 1960er Jahren durch Leuchtstofflampen verdrängt worden sind“ (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV)). Dementsprechend hat das Gebäudemanagement mehrere Projekte in Eigenleistung geplant und ausgeführt. Am Anfang steht ein tragfähiges Konzept, das die Grundlagenermittlung, die Projektierung und die Ausführung beinhaltet. Die Auswahl des geeigneten Projektes hängt von folgenden Parametern ab:

- Hohe Betriebszeit
- Hoher Lichtbedarf
- Umrüstung von mind. T8 oder ähnlich
- Gute Zugänglichkeit

Auf die meisten Turnhallen treffen diese Vorgaben zu, daher sind diese besonders geeignet für eine LED-Beleuchtungsanierung.

Sporthallen des Laurensberger Schulzentrums

Beispielhaft wird hier die Beleuchtungsanierung der beiden parallelen Dreifachsporthallen des Laurensberger Schulzentrums aus dem Jahr 1978, mit einer Nettogrundfläche von 3.685 Quadratmetern, dargestellt. Die Nutzungszeiten betragen durch das Gymnasium, die Gesamtschule und das

Abendgymnasium ergänzt durch eine intensive Sportvereinsnutzung mit Wettkämpfen regelmäßig ca. 98 Stunden pro Woche (14 Stunden pro Tag, 7 Tage die Woche).

Der Stromverbrauch der vorhandenen Beleuchtungsanlage aus dem Baujahr 1978 mit Leuchtstofflampen lag auf hohem Niveau. Jede Halle wurde mit 108 ballwurfsicheren Rasteranbauleuchten erhellt. Das Helligkeitsniveau lag immer unter 300 lux. Die Instandhaltungskosten für den Austausch von brüchigen Fassungen und defekten Vorschaltgeräten und Kondensatoren waren hoch. Es gab keine Lichtsteuerung.

Die Beleuchtungsplanung beinhaltet auf Grundlage der Schulbaurichtlinie und der Empfehlung der AMEV unterschiedliche nutzungsspezifische Helligkeitsniveaus. Für den Schulsport sollten heute 300 Lux vorhanden sein, beim Training sind 500 Lux üblich und im Wettkampf sind sogar 700 Lux erforderlich.

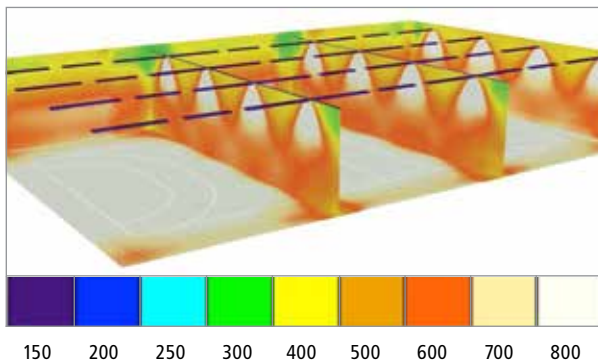
Folgende Anforderungen wurden an die Lichtsteuerung/ Lichtregelung gestellt:

- tageslichtabhängig
- präsenzabhängig
- manuell

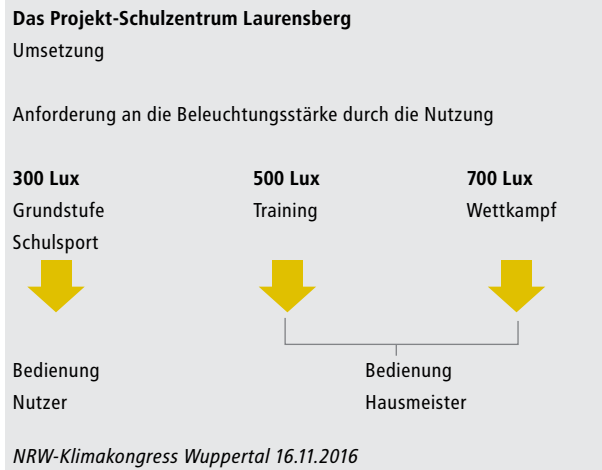


3-fach Sporthalle Laurensberg vor LED-Beleuchtungsanierung

Dementsprechend wurden die Leuchtmittel und die Steuerung gewählt und die perfekte Ausleuchtung für jede Art von Nutzung geplant.



Simulation der LED-Beleuchtung



Anforderungen an die Beleuchtungsstärke durch die Nutzung

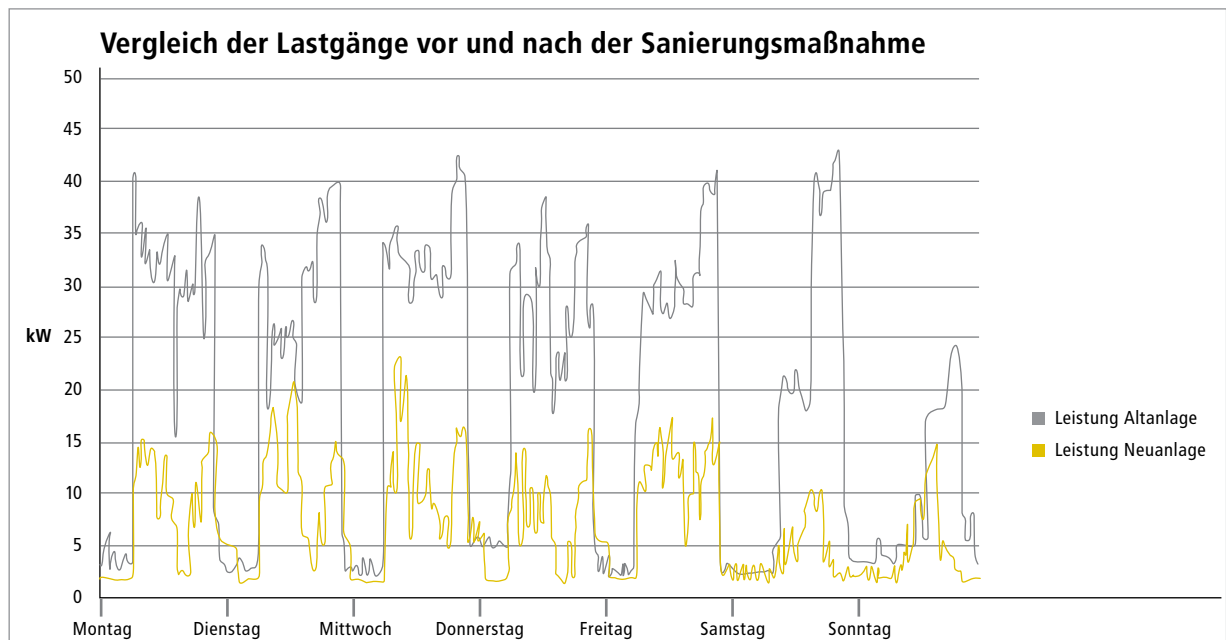
Umgesetzt wurde die Planung mit 216 ballwurfsicheren LED-Anbauleuchten, mit denen je nach Nutzung bzw. Anforderung drei verschiedene Helligkeitsniveaus zu schalten sind. Die Lichtsteuerung für den Trainings- und Wettkampfbetrieb wird durch den Hausmeister bedient.

Der Effekt der effizienten Tageslichtregelung ist in folgender Fotografie zu erkennen. Die Leuchten im Fensterbereich sind deutlich dunkler gegenüber den Leuchten, die die Raumtiefe ausleuchten. Das Tageslicht wird für die Raumbeleuchtung genutzt, der Stromverbrauch wird reduziert.



3-fach Sporthalle Laurensberg nach LED-Beleuchtungssanierung

Dieser Effekt macht sich im Stromverbrauch bemerkbar. Der Stromverbrauch konnte bisher um nachweislich 63% reduziert werden. Die Gesamtkosten der Beleuchtungssanierung lagen knapp unter 150.000 €. Vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert wurden 34.712 €. Der Stromverbrauch lag früher > 200.000 €, heute bei ca. 54.000 €. Demnach amortisiert sich die Investition inkl. der BMUB-Förderung in ca. drei Jahren.



Zusammenfassung

Die LED-Beleuchtungssanierung war sehr erfolgreich. Die Nutzer, Lehrer, Schüler und Sportler sind begeistert über die gute und blendfreie Ausleuchtung der Sporthallen. Der Anteil der Frühausfälle von LED-Leuchtmitteln lag unter 1%. Es ist mit einem stabilen und sicheren Betrieb zu rechnen. Notwendige Instandsetzungen sollten aus Gründen der Gewährleistung ausschließlich von den Firmen vorgenommen werden, die die Anlage ausgeführt haben. Der ökologische Erfolg durch den eingesparten Stromverbrauch ist enorm.



Weitere LED-Sanierungsobjekte:

Objekte	Jährliche Stromminderung	Jährliche CO ₂ -Minderung	Kosteneinsparung/pro Jahr
• GS Düppelstraße	42.000 auf 7.030 kWh	20,6 t CO ₂	7.700 €
• Turnhalle Kaiser-Karls-Gymnasium	29.400 auf 7.600 kWh	12,8 t CO ₂	4.800 €
• Suermondt-Ludwig-Museum	122.000 auf 16.699 kWh	62,1 t CO ₂	23.000 €

Die geschilderten Beispiele zeigen, dass LED-Sanierungen sehr erfolgreich sein können. Die Investitionen amortisieren sich dann in wenigen Jahren.

Wichtig ist es, die wirklich geeigneten Objekte nach den vorgenannten Kriterien herauszufiltern. Diese Objekte werden anschließend, möglichst unter Einbeziehung der Landesfördermittel, saniert. Bei Neubauten wird die LED-Technik obligatorisch eingesetzt.

KiTa Sandhäuschen

Erstes Aachener Niedrigstenergiegebäude

Das Familienzentrum Sandhäuschen wurde im Sommer 2013 als erster Kindergarten nach „Aachener Standard“ bezogen. Zusätzlich dient das Gebäude auch als Familienzentrum mit Veranstaltungsraum.

Im August 2016 wurde eine 29,7 kWp Photovoltaikanlage auf dem Dach des Familienzentrums in Betrieb genommen. Mit dieser Anlage sollen Erfahrungen gesammelt werden, wie künftig bei Aachener Gebäuden die kommenden gesetzlichen Anforderungen für Niedrigstenergiehäuser umgesetzt werden können.

Das Gebäude Sandhäuschen besitzt für eine Photovoltaikanlage sehr gute Voraussetzungen. Die zur Verfügung stehende nutzbare Dachfläche hat kaum Aufbauten oder Verschattungen. Die gebogene Dachform und die Himmelsausrichtung wurden mit vorgeschalteten Modulwechsellrichtern berücksichtigt. Somit konnte trotz der besonderen Geometrie des Gebäudes die Photovoltaikanlage dachparallel installiert werden. Durch eine horizontale Verlegung bei der Installation der Solarmodule ließ sich die gebogene Dachform sehr gut nachbilden.



KiTa Sandhäuschen, Photovoltaikanlage

Technische Daten der Photovoltaikanlage

Anlagengröße	29,7 kWp
Modultypen	Phono Solar PS 270M
Modulanzahl	110 Stück
Wechselrichterhersteller	2*Solar Edge SF-15K
Dachausrichtung	Süd-Süd-Ost
Dachneigung	Tonnendach (bogenförmig) zwischen 0° bis 30°
prognostizierter Solarertrag	950 kWh/kWp



In der Planung der Photovoltaikanlage wurde der Einsatz von Solarspeichern oder alternativ der Anschluss an eine Elektroauto-Ladestation untersucht. Beide Speichermedien wurden aus wirtschaftlichen Gründen nicht realisiert. Der tagsüber produzierte Solarstrom wird zunächst durch die Nutzer und technischen Geräte im Gebäude selber ver-

braucht. Überschüssiger Solarstrom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist und mit dem EEG-Vergütungssatz verrechnet. Die Neubauten nach „Aachener Standard“ können somit relativ leicht das Niveau Niedrigstenergiegebäude bzw. Effizienzhaus-Plus erreichen.

Die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie EPBD in nationale Normen wird derzeit als Gebäudeenergiegesetz (GEG 2018) durchgeführt. Gemäß der derzeit gültigen Definition des Effizienzhaus-Plus des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ist ein sogenanntes Effizienzhaus-Plus-Niveau erreicht, wenn:

- ein negativer Jahres-Primärenergiebedarf ($Q_p < 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) und
- ein negativer Jahres-Endenergiebedarf ($Q_e < 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) vorliegen.

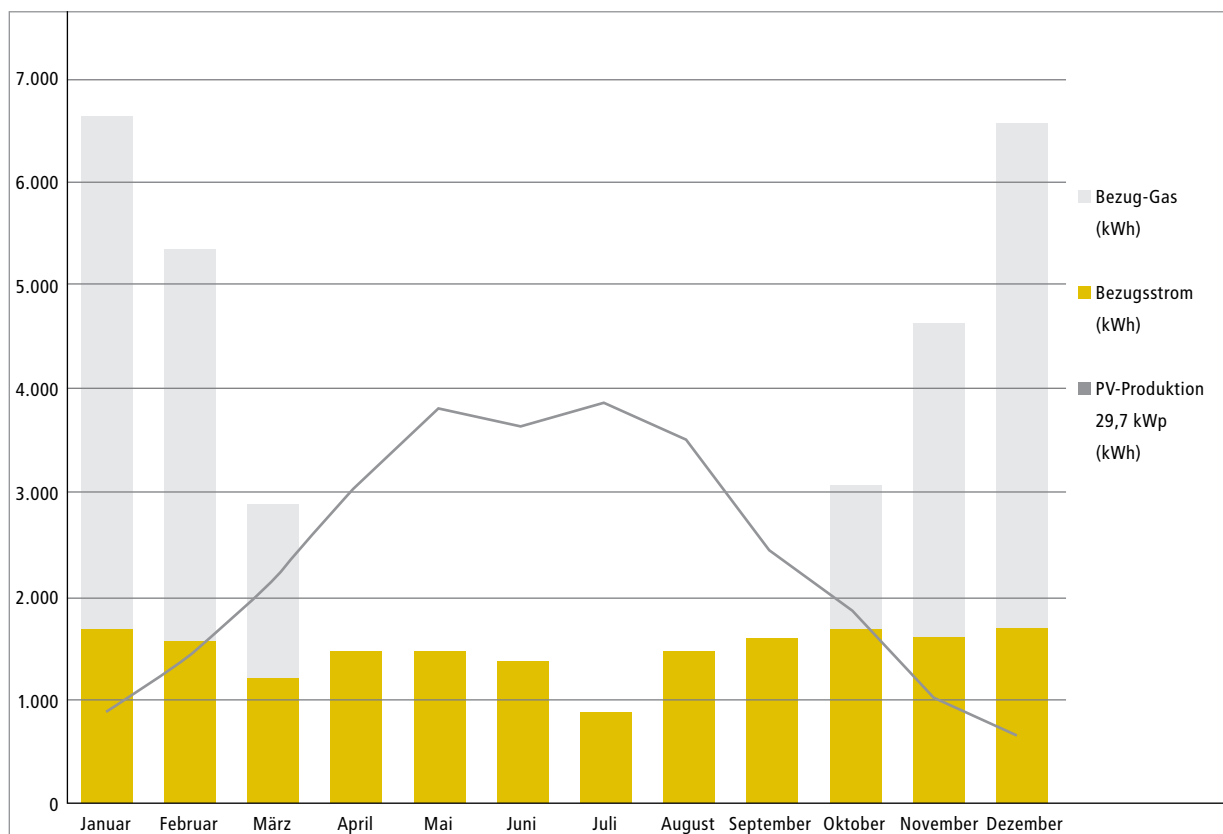
Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Energiemenge, die am Gebäude angeliefert wird (unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs für die Gewinnung und den Transport zum Verbraucher mittels Primärfaktoren) abzüglich der Erzeugungs-Energiemenge.

Die Jahres-Endenergie ist die Energiemenge, die das Gebäude für seine Nutzung braucht. Hierbei kann die Jahres-Endenergie in thermische und elektrische Endenergie unterteilt werden.

In beiden Bilanzen (Endenergie und Primärenergie) wird somit die Energie, die selber erzeugt wird (hier: der Strom aus der Photovoltaikanlage) von der Bedarfsenergie des Gebäudes abgezogen. Für die Bilanzierung gilt als Bedarfsenergie der gesamte Bezugsstrom (kWh) und der Heizwärmebedarf (kWh) bis zur Grundstücksgrenze.

Mit einer 29,7 kWp-Photovoltaikanlage kann ein durchschnittlicher Stromertrag von ca. 28.225 kWh im Jahr direkt am Standort erzeugt werden. Hiermit wird eine wesentliche Forderung, den Energiebedarf am Standort oder räumlicher Nähe zu erzeugen, erfüllt. Über das Jahr gesehen erzeugt die Photovoltaikanlage mehr Strom als das Gebäude insgesamt benötigt.

Die Gegenüberstellung der monatlichen Endenergieverbräuche Strom (gelb) und Erdgas (rot) mit den solaren Stromerträgen (grüne Linie) zeigt, dass in den Monaten April bis September aufgrund der installierten Photovoltaikanlage das Gebäude Sandhäuschen mehr Gesamt-Endenergie erzeugt als es benötigt. Der Überschuss des solaren Stroms wird in das öffentliche Stromnetz gespeist. Das öffentliche Stromnetz wird somit zu einem saisonalen Zwischenspeicher. Erst in den Wintermonaten, wenn das Gebäude Heizenergie einfordert, verbraucht es mehr Energie als es in diesem Zeitabschnitt produziert.



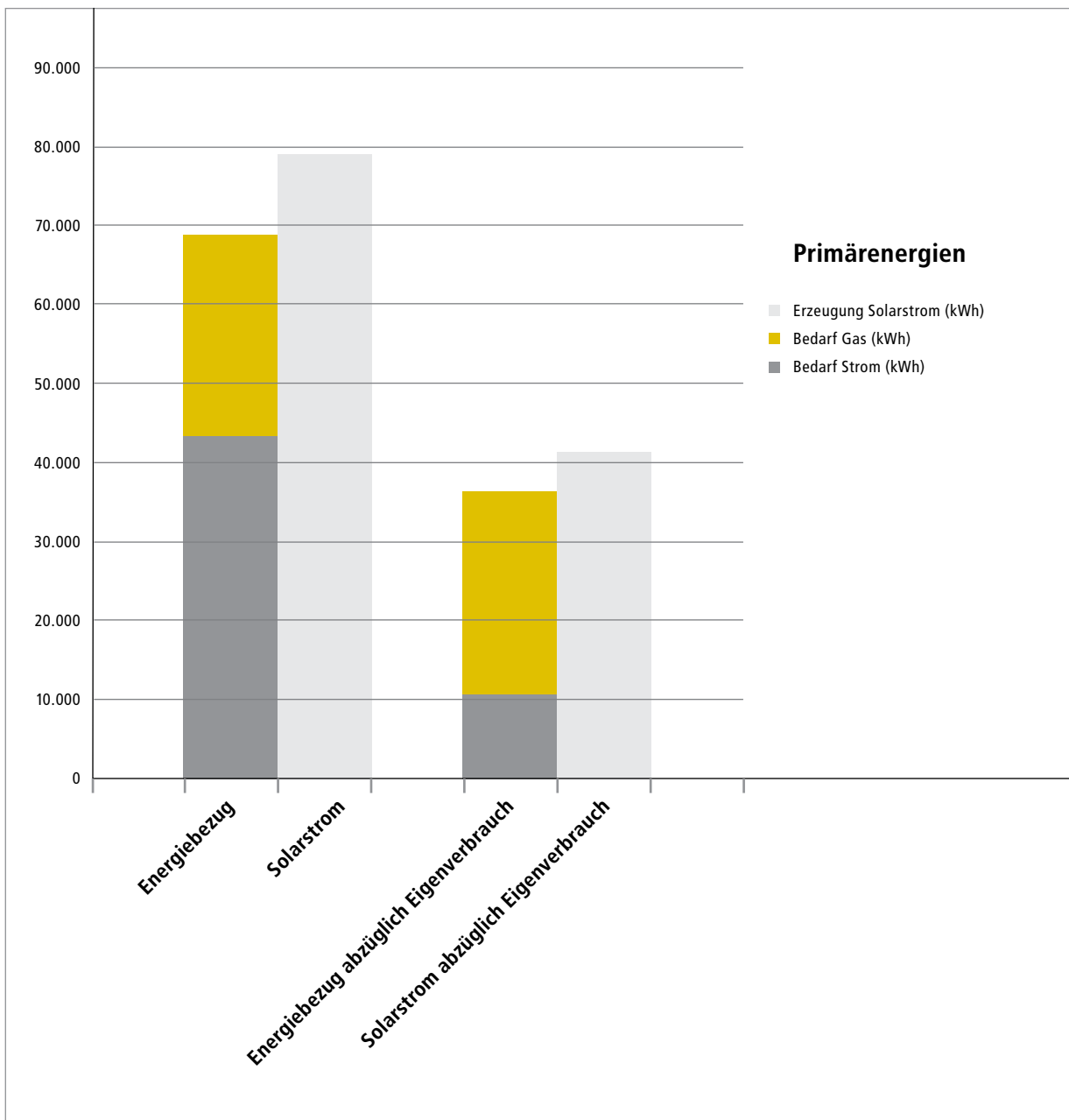
Gegenüberstellung der zu erwartenden Solarerträge (29,7kWp) mit den gemittelten bisherigen Jahresverbräuchen (Endenergie)

Der Jahres-Primärenergiebedarf des Solarstroms übertrifft den der beiden Energieträger, sowohl beim Vergleich der Gesamtsummen als auch beim Vergleich der Endsummen unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs.

Primärenergiebilanz Solarstrom vs. Energiebezug

Mit der Installation der Photovoltaikanlage konnte das Familienzentrum Sandhäuschen vom Gebäude nach „Aachener Standard“ zum Niedrigstenergiehaus aufgerüstet werden. Für künftige Baumaßnahmen gilt es, bereits bei der Entwurfsplanung Ausrichtung und mögliche Anlagengröße

einzuplanen, um so die geforderte Energie aus erneuerbaren Quellen gemäß den kommenden gesetzlichen Vorgaben zu gewährleisten. Somit wird ein Teil der notwendigen Energiekosten für das Gebäude bereits in den direkten Bauenstehungskosten zu berücksichtigen sein. Bei einem Gebäudeneubau können die zusätzlichen Kosten, die durch die Installation der Photovoltaikanlage entstehen, durch Nutzung von Synergien reduziert werden. So können z. B. Kosten für Leitungsverlegung, Dacheinrüstung oder Elektroarbeiten am Hausanschluss deutlich gesenkt werden.



Vernetzung/ Öffentlichkeitsarbeit

Das Energiemanagement ist innerhalb der Kommune mit den Fachleuten der RWTH und FH Aachen, den örtlichen Ingenieuren, den Stadtwerken Aachen und anderen Institutionen sehr gut vernetzt. Die Mitarbeit im Energiebeirat und im Energieteam der Stadt Aachen stellen weitere Vernetzungschancen dar. Auch besteht ein fachlicher Austausch auf verschiedenen Ebenen und in kommunalen Arbeitskreisen mit anderen deutschen Großstädten. Hier kann immer wieder das eigene Fachwissen mit den Erfahrungen anderer

Kommunen verglichen und ergänzt werden. Dadurch ist es möglich, den „Stand der Technik“ immer wieder zu verifizieren und zu aktualisieren.

Öffentlichkeitsarbeit wird geleistet durch Fachvorträge oder schriftliche Beiträge in Fachzeitschriften sowie als kooperierende Gastgeberstadt z.B. für die Internationale Passivhaustagung 2014.

Passivhaustagung 2014

Das Passivhausinstitut, geleitet durch Prof. Wolfgang Feist, hat 2013 zusammen mit der Energieagentur NRW beschlossen, dass die jährliche Tagung 2014 in Aachen stattfinden sollte. Das Thema Passivhausbau sollte in NRW stärker verankert werden und das Gebäudemanagement der Stadt Aachen wurde aufgrund seiner fachlichen Qualifikation als geeignete Gastgeberstadt für die internationale Passivhaustagung ausgesucht. Das war eine willkommene Gelegenheit für den intensiven fachlichen Austausch und eine gute Empfehlung für die Stadt Aachen.

Prof. Feist berichtete von den weltweit ca. 50.000 gebauten Passivhäusern, von denen ca. die Hälfte in Deutschland realisiert wurde. Das zweitägige Tagungsprogramm, das vier parallele, zweisprachige Vortragsprogramme anbot, wurde durch eine umfangreiche Fachausstellung für die Komponenten des Passivhausbaus begleitet. Mehr als 1.000 Passivhaus-Experten aus etwa 45 Ländern besuchten die Tagung im Aachener Eurogress.

Ein Passivhaus-Basic-Kurs für Studenten und Architekten/Ingenieure sowie ein Workshop über die fachgerechte Verarbeitung der Passivhaus relevanten Bauteile für Handwerker wurden einleitend angeboten. Die Tagung endete mit einer ganztägigen Exkursion, wo das Fachpublikum in acht verschiedenen Touren diverse Passivhäuser der Region besichtigen konnte und gute Gelegenheit zum fachlichen Austausch bestand.

Stand des Gebäudemanagements im Eurogress

Die Gastgeberrolle bedeutete für die Stadt Aachen eine große Anerkennung der bisher geleisteten fachlichen Arbeit im Bereich des energetischen Bauens und eine gute Plattform, um diese Leistungen, auch über den kommunalen Kreis hinaus überregional bekannt zu machen. Am Stand des Gebäudemanagements wurden diverse Fachgespräche geführt. Ein Schwerpunkt des Exkursionstages stand unter dem Thema Bildungsbau.

Hier wurden die folgenden Aachener Neubauten nach Aachener Standard vorgestellt:

- Familienzentrum Sandhäuschen
- Mensa St. Leonhard-Gymnasium
- Mensa Couven-Gymnasium
- Neue Feuerwache
- Jugendzentrum Cube

Auch diese auf EnEV-Neubauniveau sanierten Objekte wurden repräsentativ innerhalb der Exkursionen besichtigt:

- Kindertagesstätte Am Höfling
- Kindertagesstätte Elsassstraße
- Städt. Gemeinschaftsgrundschule Driescher Hof

Insgesamt wirkt die Passivhaustagung für die fachliche Reputation des Gebäudemanagements immer noch nach. Die Stadt Aachen gilt daher in diesem Bereich zusammen mit z.B. Frankfurt, Freiburg, Heidelberg als Vorbild für Kommunen.



Messestand
Gebäudemanagement,
Tagungsflyer

Energiebeirat der Stadt Aachen

Der Rat der Stadt Aachen hat am 29. Januar 1992 die Einrichtung eines Energiebeirates beschlossen.

Die Aufgaben des Gremiums sind folgende:

- Beratung des Rates und der Verwaltung der Stadt Aachen in energiepolitischen und wirtschaftlichen Fragen
- Beratende Begleitung bei der Erarbeitung und Umsetzung der kommunalen Energiekonzepte
- Koordinierung von Interessen und Zielen unterschiedlicher Gruppen und Organisationen sowie die Erarbeitung konstruktiver Lösungsvorschläge
- Förderung von Transparenz und öffentlicher Akzeptanz von energiepolitischen Planungen und Entscheidungen in einem möglichst frühen Stadium

Das Gebäudemanagement ist Mitglied in diesem Gremium, das aus Vertretern der Fraktionen, der RWTH, der FH Aachen und Institutionen wie z.B. der Kreishandwerkerschaft besteht. Innerhalb der zwei- bis dreimal jährlich stattfindenden Sitzungen besteht ein fachlicher Austausch zum Katalog der energierelevanten Themen.

Das Energiemanagement trägt regelmäßig in diesem Gremium vor bzw. stellt eigene Themen zur Diskussion. Zuletzt wurde das erste Aachener Niedrigstenergiegebäude, die KiTa Sandhäuschen, vorgestellt. Das Projekt wurde vom Beirat in Bezug auf das Themenfeld Ertragsoptimierung der Photovoltaikanlage und die Berücksichtigung der architektonischen Aspekte begrüßt. Außerdem wurde das Gebäudemanagement für das positive Ergebnis und große Engagement gelobt.

Insgesamt ist die Mitgliedschaft im Energiebeirat für das Gebäudemanagement ein wichtiger Teil der regionalen örtlichen Vernetzung in die Energiepolitik der Stadt Aachen und in die Ingenieurwissenschaft der relevanten Fachrichtungen.



KiTa Sandhäuschen, Pressetermin 22. August 2016

Arbeitskreis Energiemanagement Deutscher Städtetag

Im Arbeitskreis Energiemanagement des Deutschen Städtetages, dem zurzeit über 30 deutsche Großstädte angehören, ist das Gebäudemanagement Aachen ebenfalls Mitglied. Über dieses Gremium des Deutschen Städtetages werden regelmäßig die Stellungnahmen der Mitgliederstädte zu energiepolitischen Themen abgefragt. So trägt eine Stadt wie Aachen einen kleinen Teil zur Entwicklung der Energiegesetze bei.

Im November 2015 wurde die Stadt Aachen zusammen mit der Stadt Münster als Mitglieder dieses Gremiums aufgefordert, der Europäischen Union innerhalb eines Workshops zur Gebäuderichtlinie über die kommunalen Praxiserfahrungen der aktuellen Energiegesetze Rede und Antwort zu stehen. In den zwei jährlichen Sitzungen des Arbeitskreises tauschen sich die beteiligten Städte sehr praxisbezogen und ehrlich über die alltäglichen Abläufe, Probleme und Erfolge aus. Dieser fachliche Austausch ist eine solide Basis für die Arbeit

des Energiemanagements. So können positive Maßnahmen von anderen Kommunen übernommen, eventuelle Fehlerquellen vermieden, die Umsetzung nachhaltiger Planungskriterien diskutiert und die Themen wie z. B. Qualitätsmanagement und Lebenszykluskosten behandelt werden. Zusätzlich werden in interner Gruppenarbeit Hinweise des Deutschen Städtetages zu allen Themen rund um das Energiemanagement erarbeitet.

Durch die Mitgliedschaft in diesem Gremium wird die eigene Arbeit ständig mit der von anderen Kommunen verglichen. Es entwickelt sich durchaus ein Gedanke des Wettbewerbs im Sinne guter Arbeitsabläufe. Durch die vertrauensvolle Zusammenarbeit ist immer, auch außerhalb der Sitzungstermine, ein fachkundiger Kollege ansprechbar. Diese Mitgliedschaft ist für das Energiemanagement wertvoll.



Fachpublikum Veranstaltung Gebäudemanagement

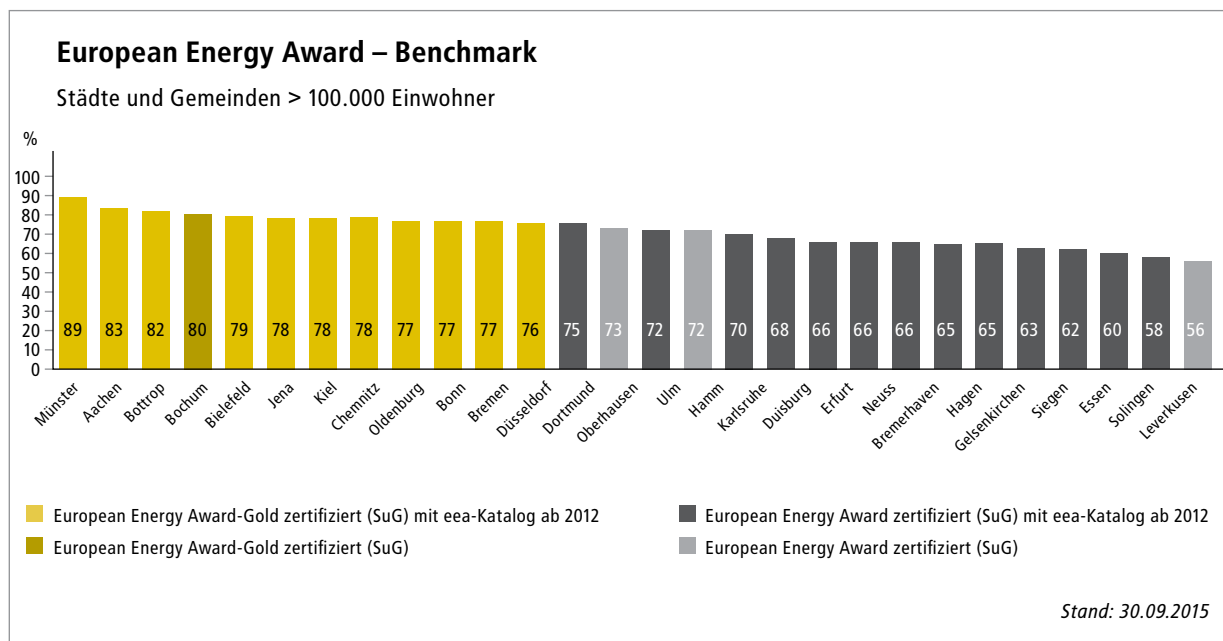
European Energy Award

Die Stadt Aachen nimmt seit Mitte 2009 an dem internationalen Qualitätsmanagement- und Zertifizierungssystem für Kommunen – European Energy Award (eea) – teil, das Kommunen ermöglicht, die Qualität der Klimaschutzaktivitäten zu erfassen und zu bewerten sowie regelmäßig zu überprüfen. Jährlich findet ein internes Audit statt, alle vier Jahre ist ein externes Audit vorgeschrieben.

Die Stadt Aachen erreichte bei der vorletzten externen Auditing im Jahr 2011 80 Prozent der möglichen Punkte. Sie konnte sich bei der Rezertifizierung, obwohl die Anforderungen für den eea in den letzten vier Jahren gestiegen sind, auf 83 Prozent verbessern.

Am 18. November 2016 wurde die Stadt Aachen mit dem European Energy Award zum 2. Mal in Gold ausgezeichnet. Damit werden die Anstrengungen gewürdigt, die die Stadt beim Klimaschutz in den letzten Jahren unternommen hat.

Am European Energy Award beteiligen sich über 1.340 Kommunen aus 11 Ländern (davon sind 780 zertifiziert). In Deutschland nehmen 272 Städte & Gemeinden und 45 Kreise teil, dabei liegt Aachen auf Platz 7. Unter den deutschen eea-zertifizierten Städten über 100.000 Einwohner belegt Aachen Platz 2 hinter der Stadt Münster.



Aus dem Bericht über den European Energy Award:

Kommunale Gebäude

Im Rahmen des eea wird auch das städtische Gebäudemanagement bewertet. Mit den Aachener „Planungsbausteinen“ hat es sich besonders dem nachhaltigem Bauen und Sanieren verpflichtet. Nahe am Passivhausstandard wurden Gebäude mit sehr niedrigem Energieverbrauch errichtet: die Leitstelle der Feuerwache, das Jugendzentrum Cube, das Familienzentrum Sandhäuschen sowie die neuen Mensen am St. Leonhard- und Couven-Gymnasium.

Hohe energetische Anforderungen beachtet das Gebäudemanagement auch bei der Sanierung von Kindertagesstätten (KiTa) und Schulen, so bei der Grundschule Driescher Hof und bei den KiTas Am Höfling sowie Elsassstraße.



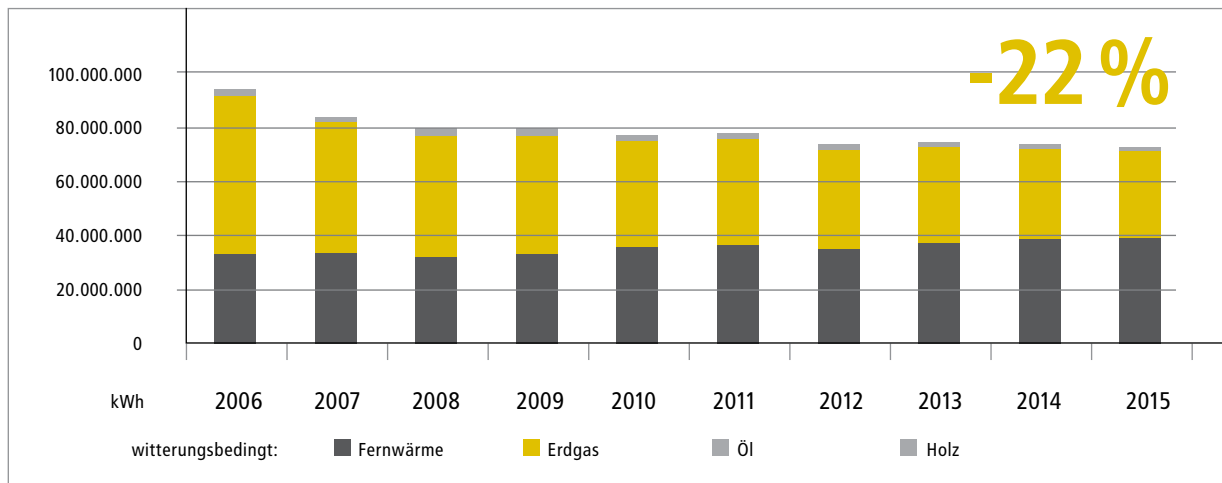
Der Gesamtwärmeverbrauch konnte 2015 erneut gesenkt werden. Der Wärmeverbrauch hat sich in zehn Jahren um ca. 22% reduziert.

5. Entwicklung der Energieverbräuche, -kosten und -preise

Energiekennwerte und Emissionen 2006 bis 2015

Der Gesamtwärmeverbrauch konnte 2015 unter Berücksichtigung der Witterungsberreinigung erneut gesenkt werden. 2006 betrug der Gesamtwärmeverbrauch noch fast 94 Millionen Kilowattstunden, 2015 noch rund 73 Millionen. Dementsprechend hat sich der Wärmever-

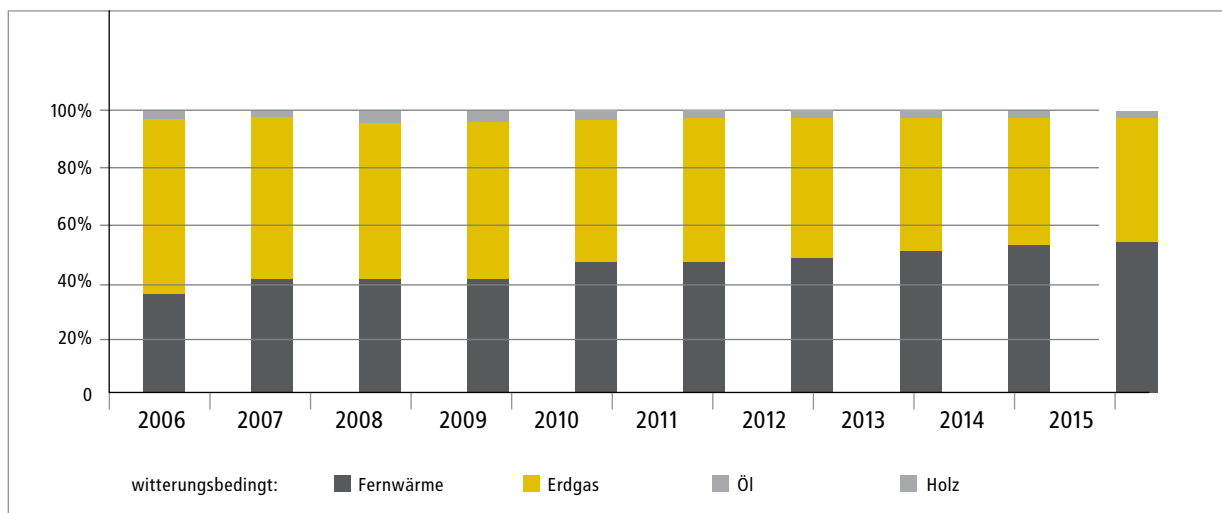
brauch in nur 10 Jahren um ca. 22 % reduziert. Dies ist das Resultat konsequenter baulicher und technischer Sanierungen. Vor allem mit Mitteln des Konjunkturpaketes II konnten diverse Objekte energetisch deutlich ertüchtigt werden.



Anteile am Gesamtwärmeverbrauch

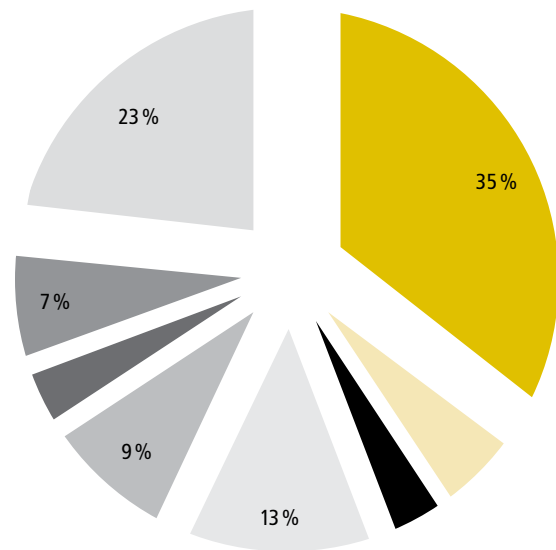
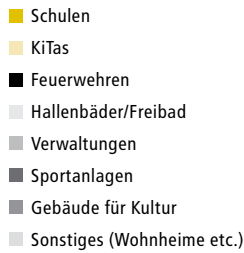
Die Anteile der Energieträger haben sich in den letzten zehn Jahren deutlich verändert. Der Anteil der mit Fernwärme versorgten Gebäude wächst stetig, dementsprechend nimmt der Erdgasanteil ab. Auch die mit Heizöl beheizten Objekte

werden immer weniger. Ab 2008 wurden in der Grundschule Eilendorf und im Hochgrundhaus Hackschnitzelanlagen installiert.



Wärmeverbrauch

Auf die Beheizung der Aachener Schulen entfallen 35 Prozent des Wärmebedarfes. Sportstätten wie Hallenbäder, die Gebäude des Freibades Hangeweier und alle Turnhallen verbrauchen 17%, alle Verwaltungsgebäude zusammen 9% und die Gebäude der Kultureinrichtungen 7%.



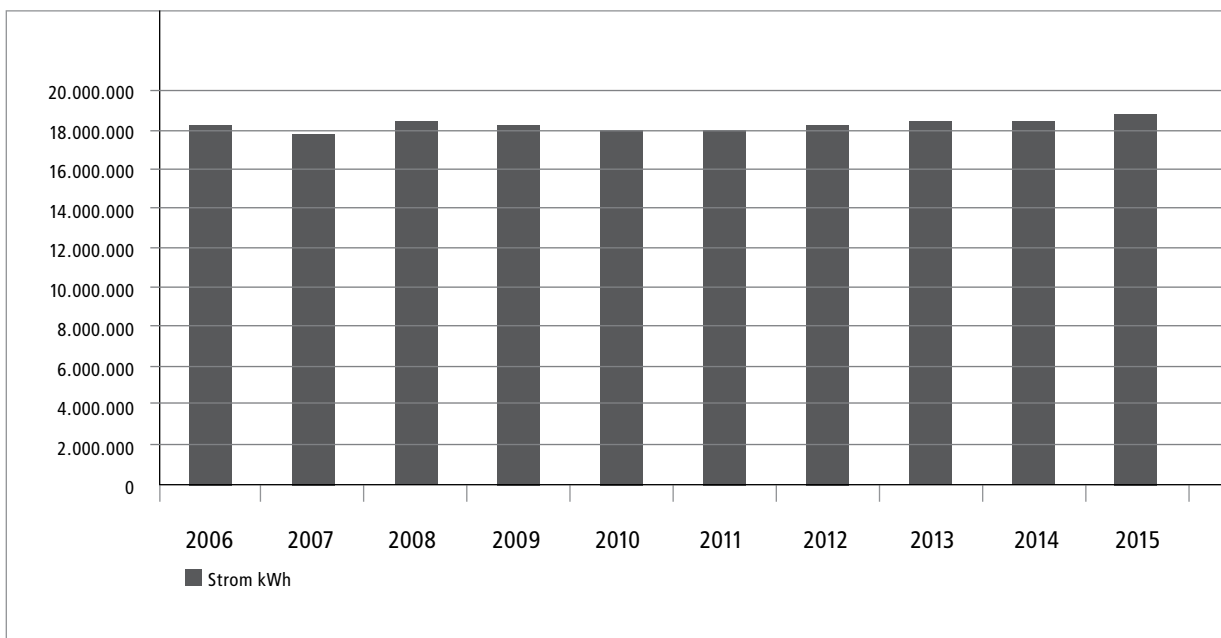
Stromverbrauch

„Der Stromverbrauch in Kommunen steigt trotz vielfältiger Einsparbemühungen in vielen Fällen weiter an“ sagt der Deutsche Städtetag zum Thema Stromeinsparung in öffentlichen Gebäuden.*

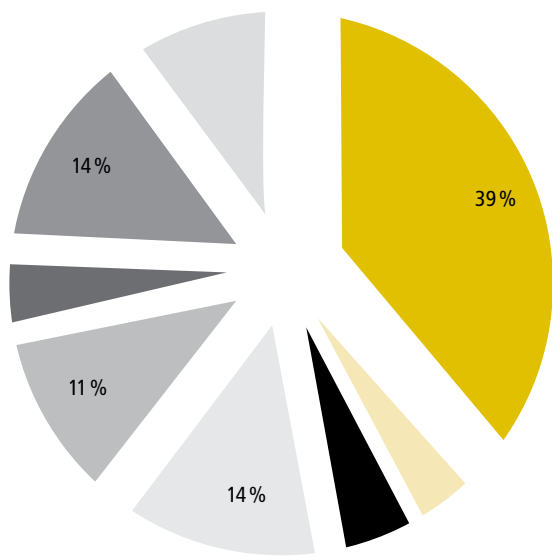
In Aachen konnte der Stromverbrauch trotz verstärktem Bedarf an Informations- und Kommunikationstechnik und deutlich verlängerter Nutzungszeiten in Schulen auf dem Niveau von knapp 19 Millionen Kilowattstunden gehalten werden. Das wurde möglich durch diverse energetische Sanierungen, wie den Austausch von Pumpen und Ventilatoren sowie Beleuchtungssanierungen.

Stromverbrauch pro Nutzungseinheit

Über ein Drittel der knapp 19 Millionen Kilowattstunden Strom wird in unseren Schulen verbraucht (39%). Die 5 Aachener Hallenbäder und das Freibad Hangeweier sind für weitere 14% des Verbrauchs verantwortlich. In allen Verwaltungsgebäuden, im Rathaus und in allen Bezirksämtern zusammen werden 11% des städtischen Strombedarfes verbraucht. Das Theater und alle Museen, die einzigen Gebäude, die partiell gekühlt werden, brauchen 14% des Gesamtbedarfes.



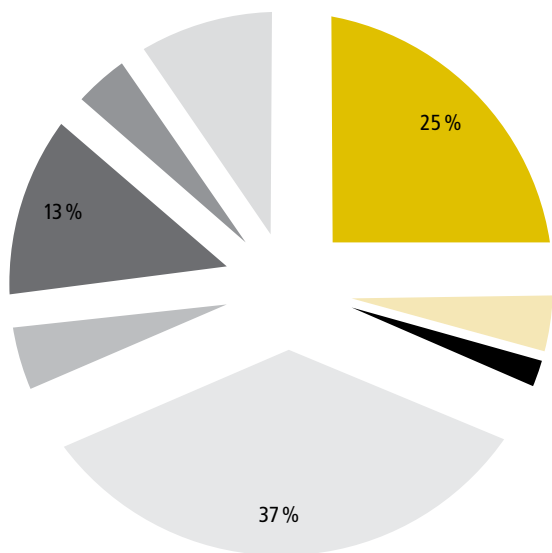
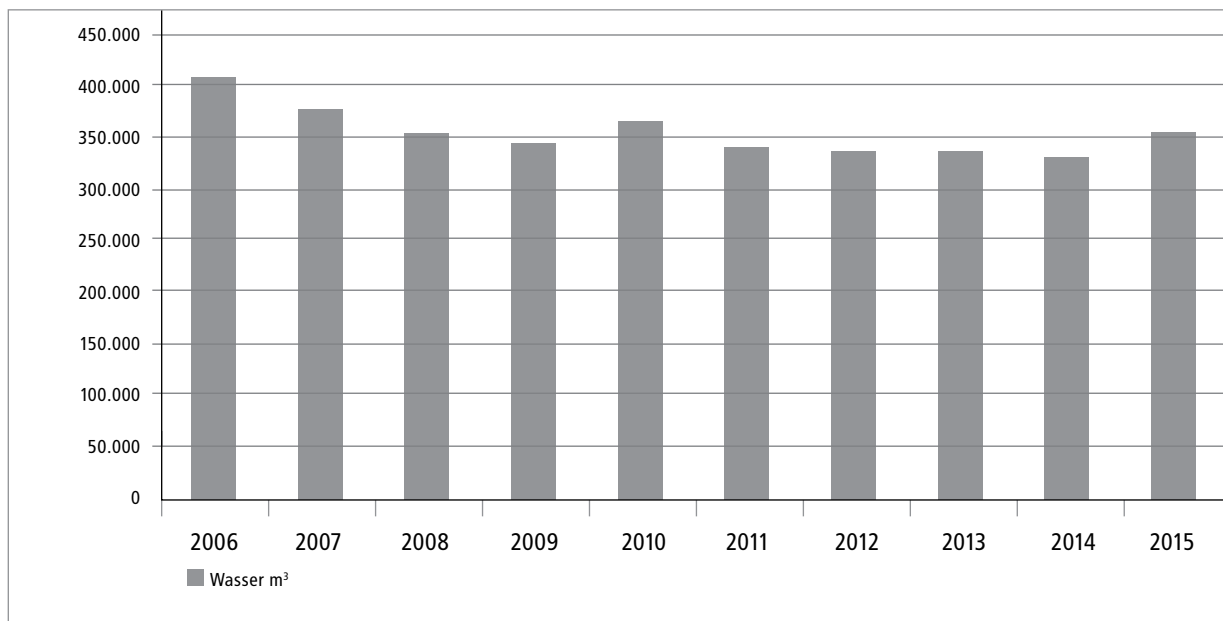
* Hinweis zum kommunalen Energiemanagement, Deutscher Städtetag, Stromeinsparung in öffentlichen Gebäuden



Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch konnte in den Jahren 2006 bis 2014 relativ konstant gehalten werden. Im Jahr 2015 ist ein Mehrverbrauch gegenüber dem Vorjahr von knapp 24.000 m³ festzustellen. Dies ist begründet durch die Unterbringung von Flüchtlingen in Sporthallen als Notunterkunft. Der größte Anteil mit 37% des städtischen Wasserverbrauchs wird naturgemäß in den Hallenbädern und im Freibad verbraucht. Die Schüler und Lehrer benötigen ein Viertel des städtischen Bedarfs.

- Schulen
- KiTas
- Feuerwehren
- Hallenbäder/Freibad
- Verwaltungen
- Sportanlagen
- Gebäude für Kultur
- Sonstiges (Wohnheime etc.)



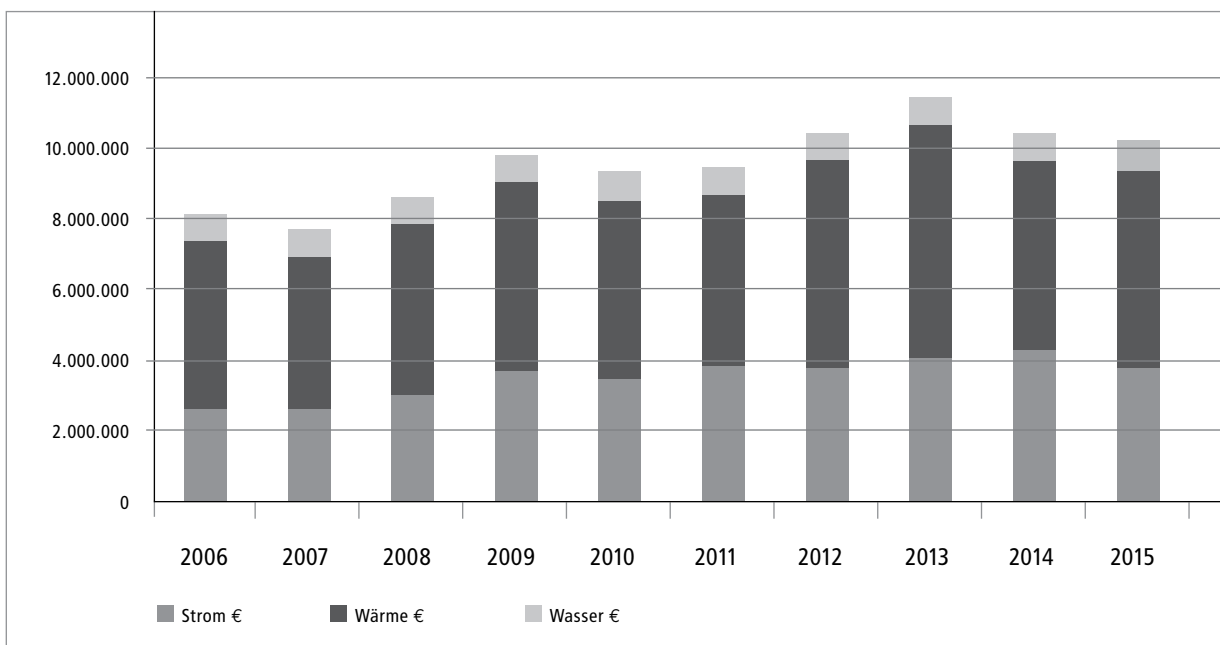
- Schulen
- KiTas
- Feuerwehren
- Hallenbäder/Freibad
- Verwaltungen
- Sportanlagen
- Gebäude für Kultur
- Sonstiges (Wohnheime etc.)

Energie- und Wasserkosten

Die Kosten für die Wärme, Strom und Wasserversorgung der städtischen Gebäude sind in den letzten 10 Jahren von ursprünglich ca. 8 Mio. Euro auf gut 10 Mio. Euro gestiegen. In den Jahren 2012 und 2013 zeichnete sich hier ein Aufwärtstrend ab, der ab 2014 glücklicherweise gestoppt werden konnte. Die Ursachen für diesen Erfolg liegen einerseits in den wirksamen investiven Maßnahmen bezüglich der Qualität der Gebäude und der Gebäudetechnik, andererseits im günstigen Stromeinkauf und in der Motivation der Nutzer. Trotz aller Anstrengungen, die Kosten zu bremsen, sind die

Ansprüche des Nutzers durch verlängerte Nutzungszeiten und höhere Technisierung gestiegen und die Gesamtkosten in zehn Jahren um knapp 25% gewachsen. Diese Mehrkosten sind trotz ca. 29% reduziertem Verbrauch im Wärmebereich und 14% Minderung beim Wasserverbrauch entstanden.

Wenn man die Verbräuche von 2006 mit den aktuellen Energie- und Wasserpreisen multiplizieren würde, ergäben sich Mehrkosten von 1,1 Millionen Euro.



Kostenentwicklung für Energie 2009 bis 2015

Der Strompreis konnte positiv durch eine Stromausschreibung beeinflusst werden. Erstmals wurde der städtische Strom bereits im Jahr 2012 (für den Strombezug 2013 und 2014) EU-weit nach dem Verfahren der elektronischen Auktion ausgeschrieben.

Dieses Verfahren ist in zwei Phasen aufgeteilt:

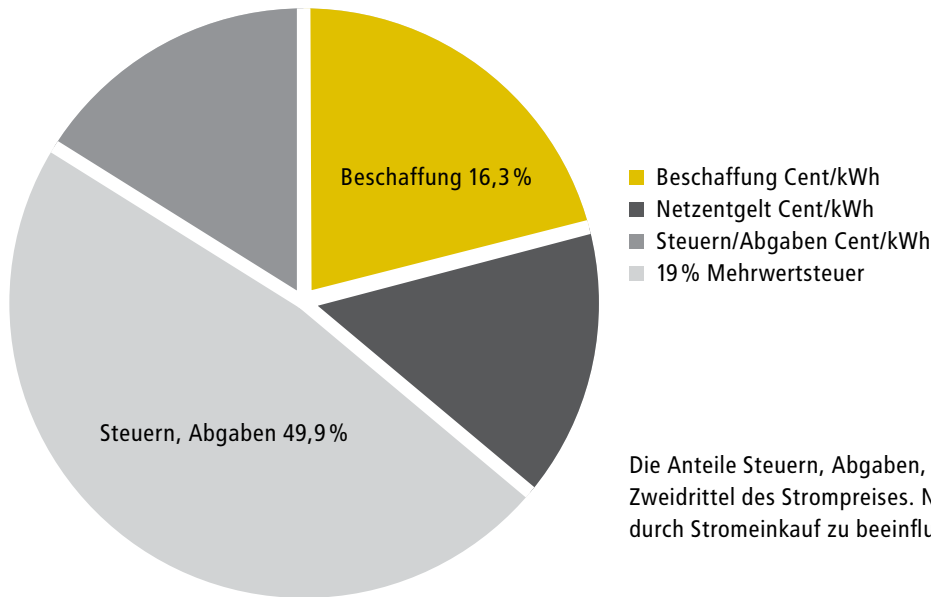
- die erste Phase dient lediglich der Prüfung der Leistungsfähigkeit des Bieters,
- die zweite Phase der Preisgestaltung. In dieser zweiten Phase hat der Bieter die Möglichkeit, innerhalb eines Zeitfensters von 4 Stunden den Angebotspreis einzustellen. Dem Bieter wird sein eigener Rang sichtbar angezeigt und jeder Bieter hat die Möglichkeit, den eingestellten Preis zu korrigieren.

Die Stromausschreibung in der Gesamthöhe von 4,9 Mio. € wurde in zwei Lose aufgeteilt, in Sonderkunden (Gesamtauftragswert 3,4 Mio. €) und Tarifkunden (Gesamtauftragswert 1,5 Mio. €).

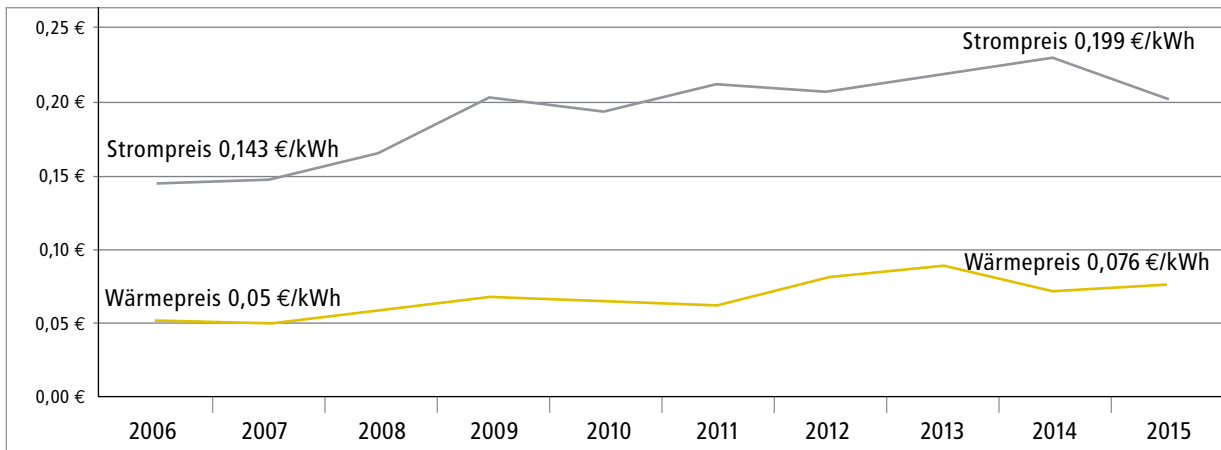
Die Entscheidung, den aktuellen Stromeinkauf für drei Jahre auszuschreiben, hat sich aus gebäudewirtschaftlicher Sicht als richtig herausgestellt. Der erzielte Strompreis für den Sonder- als auch Tarifkundenbereich kann als äußerst niedrig bezeichnet werden. Insgesamt hat sich der Strompreis in zehn Jahren jedoch um 39% erhöht.

Der Wärmepreis hat sich dagegen stetig erhöht. Die in zukünftigen Lebenszykluskostenberechnungen zu berücksichtigenden Energiekostensteigerungen können aus den vergangenen zehn Jahren realitätsnah abgeleitet werden. Man sollte eine jährliche Energiekostensteigerung von mind. 5% annehmen.

Beispiel Tariffkunde



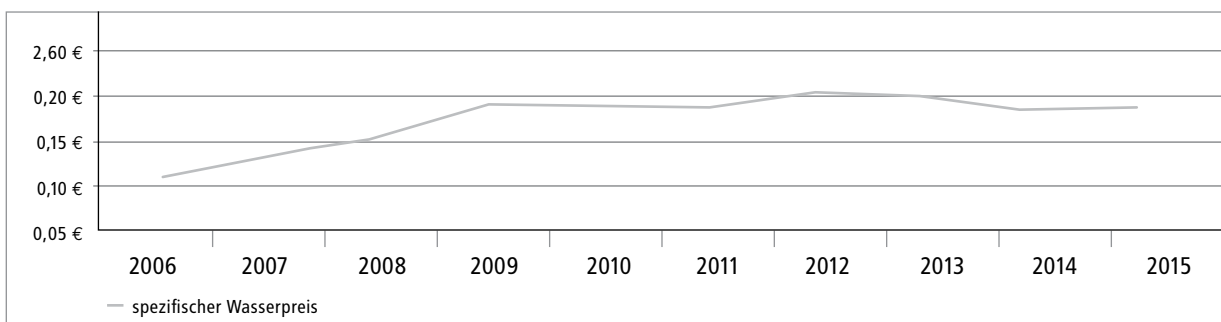
Die Anteile Steuern, Abgaben, Netzentgelte betragen ca. Zweidrittel des Strompreises. Nur der Anteil Beschaffung ist durch Stromeinkauf zu beeinflussen.



Kostenentwicklung für Wasser 2009 bis 2015

Der Wasserpreis stieg gegenüber den Energiekosten nur geringfügig. 2015 kostet der Kubikmeter Wasser 15% mehr als 2006. Der örtliche Wasserpreis von zurzeit 2,35 €/m³ liegt

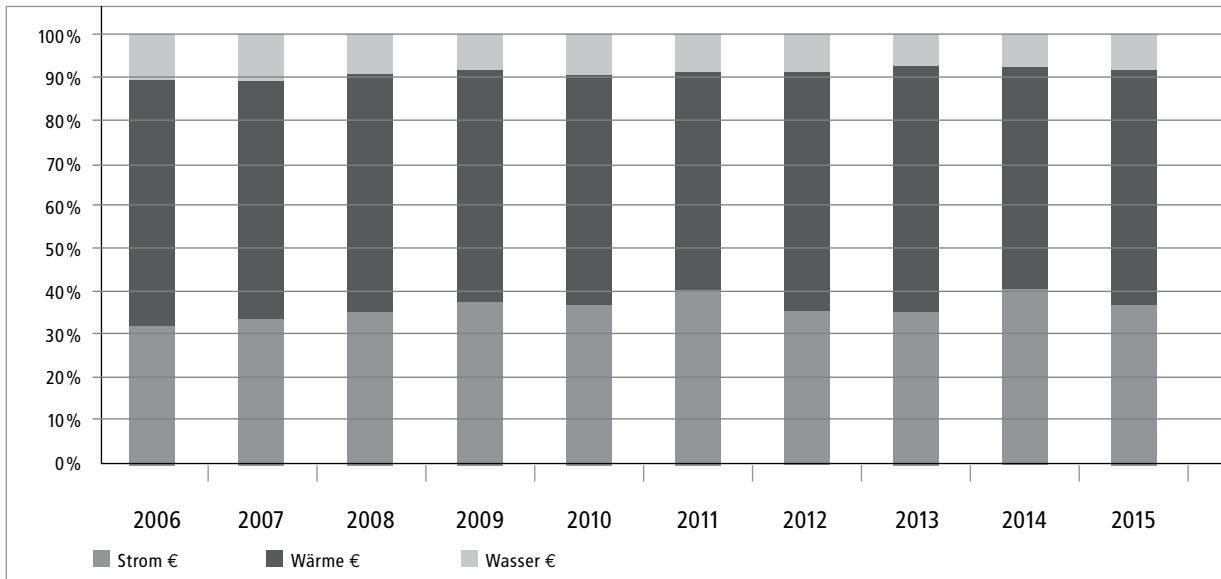
etwas über dem Mittelwert von 2,09 €/m³ nach Datenerhebung des Deutschen Städtetages 2016.



Entwicklung Kostenanteile 2006 bis 2015

Der Anteil der Stromkosten an den Gesamtkosten ist von etwas über 30% auf fast 40% gestiegen, der Anteil Wasserkosten ist nahezu gleich geblieben. Dementsprechend

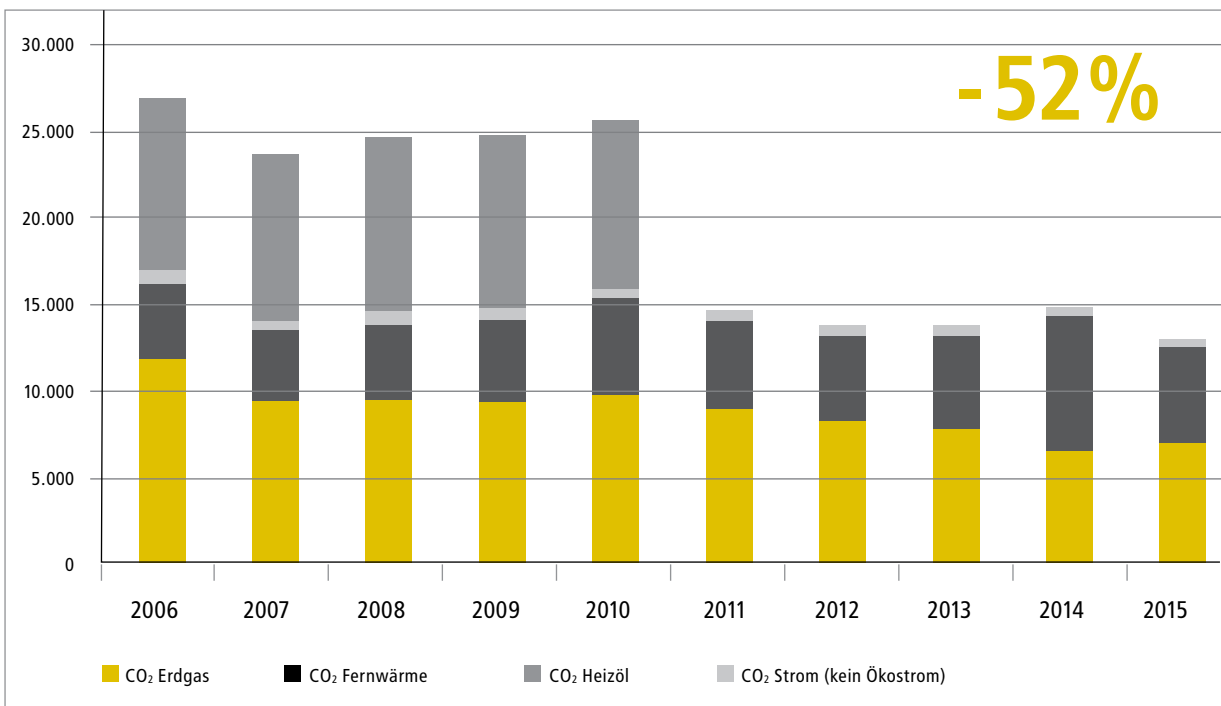
betragen die Kosten für die Wärmeversorgung 2006 rd. 60% und aktuell sind es nur noch knapp 55%.



Entwicklung CO₂

Die CO₂-Entwicklung konnte durch den Einkauf von zertifiziertem Ökostrom ab 2011 sehr positiv beeinflusst werden. Die Stromkennzeichnung der eingekauften Ökostromprodukte weist 0 g/kWh Kohlendioxid aus. Im Jahr 2006 gelangten 26.872 Tonnen CO₂ aus dem Verbrauch der verschiedenen

Energiearten in kommunalen Gebäuden der Stadt Aachen in die Atmosphäre; im Jahr 2015 reduzierte sich der Kohlendioxidausstoß auf 12.936 Tonnen und wurde damit ungefähr halbiert.



Kennzahlen

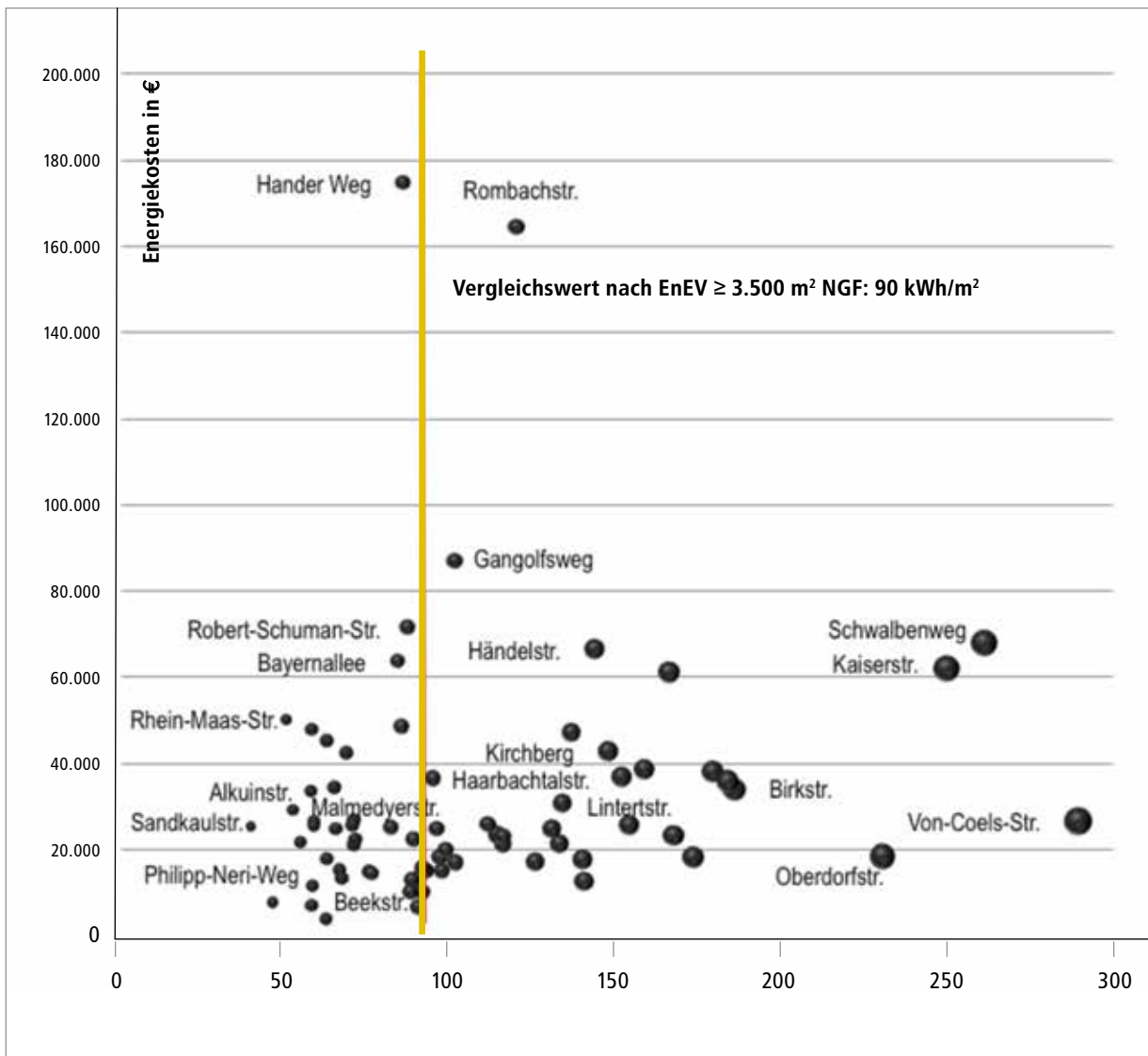
Das Energieverbrauchscontrolling ist die zentrale Aufgabe jeder Energiemanagementeinheit. Es umfasst das strukturierte Erfassen, Bewerten und Analysieren von Energie- und Wasserverbräuchen und die damit verbundenen Kosten. Darauf aufbauend werden durch betriebliche, organisatorische und investive Maßnahmen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

Der Wärmevergleichswert nach EnEV 2009 für große Schulgebäude (über 3.500 Quadratmeter Nutzfläche) liegt bei 90 Kilowattstunden pro Quadratmeter.

Für alle Gebäude, die über diesem Wert liegen, besteht energetischer Sanierungsbedarf.

Schulen

Wärmekeennzahlen der Schulen $\geq 3.500 \text{ m}^2$ NGF 2015

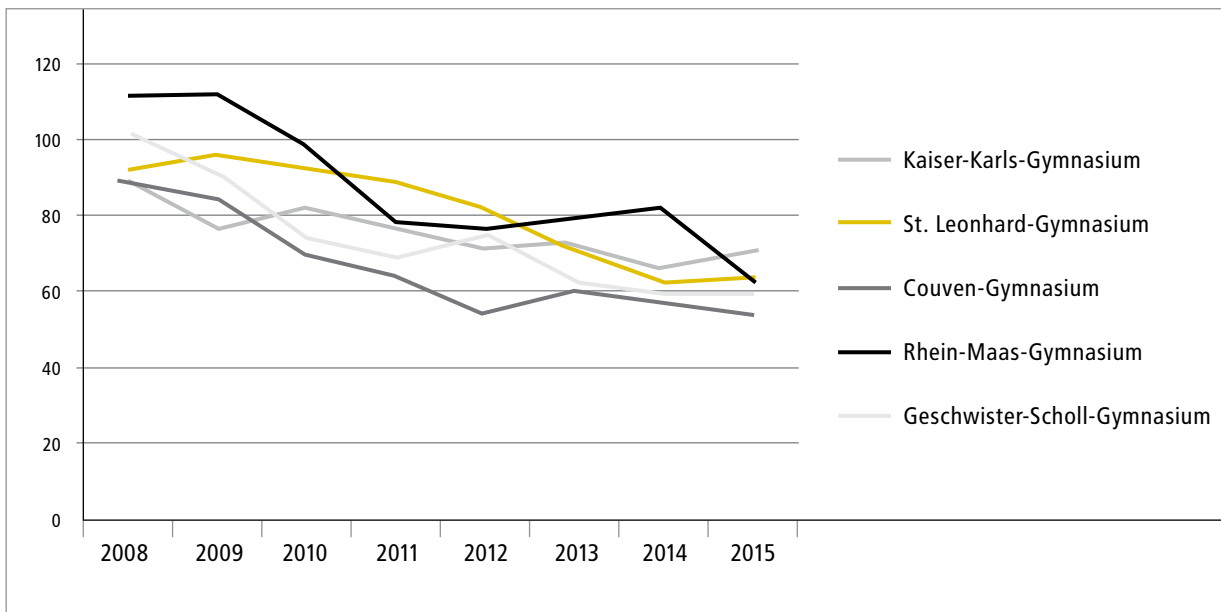


* Energiebericht 2015 Stadt Nürnberg

Am Beispiel einiger großer Schulen (Gymnasien bzw. Gesamtschulen) sind die Entwicklungen der letzten Jahre abzulesen.

Wärmekennzahlen der Gymnasien 2008 bis 2015

kWh/m²a

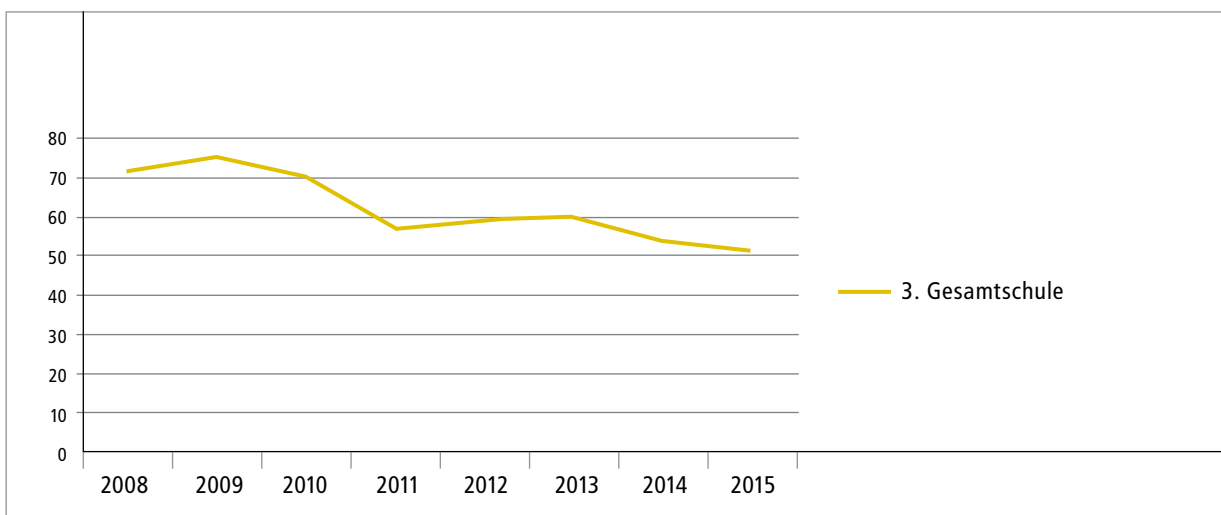


Die Kennzahlen machen das Baualter bzw. den Investitionsstand der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik deutlich. Am Wärmebedarf spiegeln sich sehr gut die energetischen Investitionen in die Gebäudehülle wider. Das Couven-Gymnasium wurde z.B. über mehrere Jahre hinweg kontinuierlich saniert. 40 Prozent Einsparung sind das Ergebnis.

Auch der Wärmeverbrauch der relativ jungen 3. Gesamtschule konnte im Laufe noch deutlich verbessert werden. Hier lag ein Bauschaden vor. Bei einer der Fassaden musste die Dämmung entfernt und später erneuert werden.

Wärmekennzahlen der Gesamtschulen 2008 bis 2015

kWh/m²a





Umfassende Sanierungen waren immer erfolgreich und für die Nutzer ein Gewinn an Komfort und Nutzungsqualität. Damit wurde die grundsätzliche Sanierungsstrategie bestätigt.

6. Erfolge und Beiträge zur Haushaltskonsolidierung

Energiekennwerte und Emissionen 2006 bis 2015

In allen Zielbereichen wurden Erfolge erzielt:

- Reduktion der Energie- und Wasserverbräuche
- Betriebsoptimierung
- Senkung Schadstoffemissionen
- Bauliche Vorbildfunktion Neubau und Sanierung

Reduktion der Energie- und Wasserverbräuche und -kosten/Betriebsoptimierung

Der größte Erfolg besteht in der Reduzierung des Gesamtwärmeverbrauchs um 22 % über die letzten zehn Jahre, bzw. über dreizehn Jahre betrachtet liegt die Einsparung sogar bei 33 %.

Dass die Energie- und Wasserkosten in zehn Jahren von acht Millionen nur auf ca. zehn Millionen gestiegen sind, ist auf diese Reduzierung zurückzuführen. Diese Steigerung beträgt knapp 25 Prozent (die Stromkostensteigerung, die das Statistische Bundesamt zwischen 2006 und 2016 ausweist, belaufen sich auf 48,1 %).

-22 %

Kosteneinsparung seit 2002: über 25 Millionen Euro
Wärme- und Wassermengen auf dem Stand von 2002 würden Mehrausgaben von 25.234.588 Euro verursachen.

-25. Mio. Euro

Senkung Schadstoffemissionen

Die Minderung der Kohlendioxidbelastung durch die verbrauchten Energien ist im Wesentlichen durch den Umstieg auf Ökostrom seit 2011 zurückzuführen. Der Kohlendioxidausstoß der Aachener kommunalen Gebäude konnte dadurch halbiert werden.

Mit zurzeit 62 Photovoltaikanlagen wird 9 % des Strombedarfes regenerativ erzeugt.

Alein durch wärmeverbrauchs-senkende Maßnahmen wurden in 13 Jahren 87 Tonnen CO₂ eingespart.

-52 %

Bauliche Vorbildfunktion Neubau

Der „Aachener Standard“ hat sich sowohl energetisch als auch wirtschaftlich bewährt. Interkommunale Kostenvergleiche haben gezeigt, dass die Aachener Neubauten im mittleren Bereich des Kostenkennwert-Spektrums liegen. Das erste Niedrigstenergiegebäude, das mehr Energie erzeugt als es verbraucht, wurde 2016 erstellt.

Bauliche Vorbildfunktion Sanierung

Umfassende Sanierungen waren immer erfolgreich und für die Nutzer ein Gewinn an Komfort und Nutzungsqualität. Damit wurde das grundsätzliche Sanierungskonzept bestätigt. Es wurden Reduzierungen des Wärmeenergiebedarfes von 62–80 % erreicht.

Der „Aachener Standard“ hat sich sowohl energetisch als auch wirtschaftlich bewährt. Das erste Niedrigstenergiegebäude, das mehr Energie erzeugt als es verbraucht, wurde 2016 erstellt.



Die Baukosten betragen im Allgemeinen nur 20% der Lebenszykluskosten, die Kosten der Gebäudenutzung dagegen ca. 80%. Daher amortisieren sich geringfügig höhere Baukosten in kurzer Nutzungszeit.

7. Fazit

Energiekennwerte und Emissionen 2006 bis 2015

Das kommunale Energiemanagement umfasst den gesamten Lebenszyklus der kommunalen Gebäude von der ersten Idee bis zum Abriss. Gebäudetechnik und Gebäudehülle spielen eine große Rolle für die Effizienz des Gebäudes und sind verantwortlich für den Energieverbrauch. Daher ist es so wichtig, dass Architekten und Fachingenieure für Gebäudetechnik von Anfang an integral zusammenarbeiten. Nur so ist ein wirtschaftliches Ergebnis zu erreichen.

Die Baukosten betragen im Allgemeinen nur 20 % der Lebenszykluskosten, die Kosten der Gebäudenutzung dagegen ca. 80 %. Daher amortisieren sich geringfügig höhere Baukosten in kurzer Nutzungszeit über die erheblichen Einsparungen im Betrieb..

Die Bewirtschaftung von modernen kommunalen Gebäuden wird zunehmend komplexer. Einerseits sind höhere Technisierungsgrade notwendig, um die gestiegenen Nutzeranforderungen z.B. hinsichtlich Behaglichkeit und Hygiene zu erfüllen. Andererseits steigen die Anforderungen an bessere Energieeffizienz.

Daraus folgt, dass ein technisches Monitoring notwendig ist, um ein wirtschaftliches, energieeffizientes, funktions- und bedarfsgerechtes Betreiben der Gebäude zu unterstützen. Zusammen mit den Instrumenten Gebäudeleittechnik, Energiemonitoring und Controlling wird Transparenz geschaffen.

Die abgeleiteten Maßnahmen zielen im Wesentlichen ab auf:

- **Wirtschaftlichkeit im Betrieb**
- **Optimierung des Anlagenbetriebes**
- **Bedarfsdeckung (höhere Funktionalität)**
- **Energieeffizienz und Nachhaltigkeit**
- **bedarfsgerechten Anlagenbetrieb**
- **Einflussnahme auf das Nutzerverhalten**
- **Dokumentation***

Das Gebäudemanagement Aachen hat diesen anerkannten „Stand der Bautechnik“ verstanden und mit dem „Aachener Standard“ umgesetzt. Gleichzeitig wird ständig nach Optimierungsmöglichkeiten bei den eigenen Gebäuden und guten Beispielen anderer Kommunen geforscht. Die ab 2019 gesetzlich geforderte Vorbildfunktion wird schon heute erfüllt.

* VDI 6041

Die Erfahrungen aus den abgeschlossenen Projekten befähigen dazu, neue technische Herausforderungen anzugehen und weitere Optimierungen anzustreben. Das Energiemanagement der Stadt Aachen sieht sich hier weiterhin in der Vorbildfunktion.



Impressum

Stadt Aachen

Der Oberbürgermeister
Dezernat VI
Gebäudemanagement
Abteilung Technik/Energiemanagement

Verwaltungsgebäude am Marschierdor/Lagerhausstraße 20
52064 Aachen
Tel.: 0241 432-2600
Fax: 0241 432-2603
E26.Gebaedemanagement@mail.aachen.de

Redaktion

Ulrike Leidinger

Gestaltung

mäx it Werbeagentur GmbH, Monika Korbanek

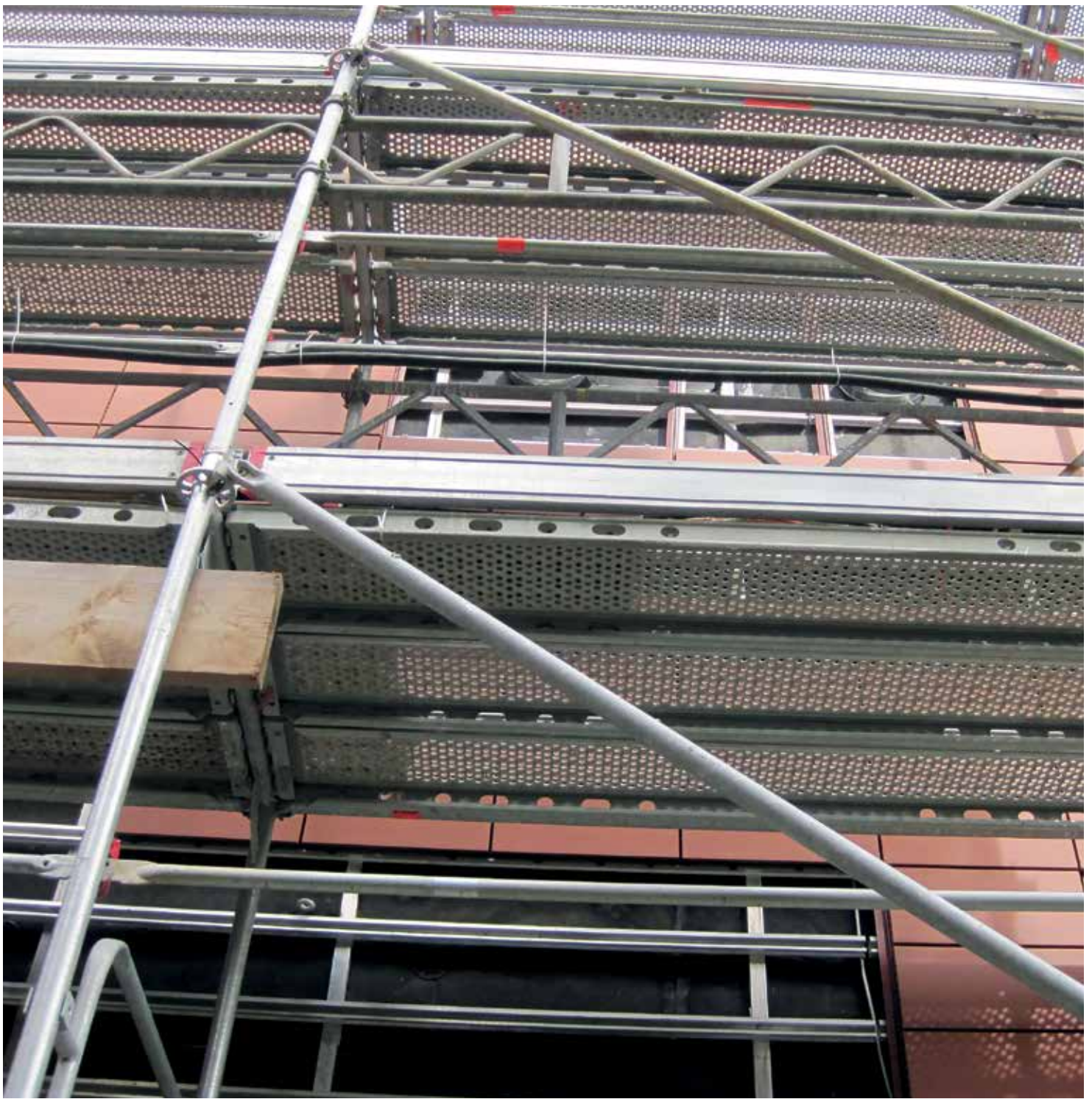
Fotos

Stadt Aachen
Björn Gürtler, Jörg Hempel, Andreas Horsky,
Nadine Jungblut, Heike Lachmann, Markus Lehmenkühler,
Robert Mehl, Leo Papadopoulos, Andreas Schmitter
fotolia.com

Stand: Dezember 2016

Quellen

Positionspapier zum Klimawandel	Deutscher Städtetag
Energieeffizienter Neubau von Nichtwohngebäuden und sozialen Einrichtungen	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Auswertung AK Städtetag Stromverbrauch in Mensen	Beate Conradi
Kompodium für das technische Monitoring TGA- Fachplaner 6/15	Prof. Dr.-Ing. Achim Trogisch
Leitfaden Nachhaltiges Bauen	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
Daten zur Energiepreisentwicklung 2000 bis 2017 Lange Reihen Januar 2000 bis Februar 2017	Statistisches Bundesamt, 2017
Klimaschutz in Kommunen	Deutsches Institut für Urbanistik
Energiepreisvergleich 2016	Hinweis zum kommunalen Energiemanagement
Der Bau von Kindertagesstätten – Eine vergleichbare Bauaufgabe?	Stadt Aachen Gebäudemanagement, 8.2015
VDI 6041 – Facility Management Technisches Monitoring von Gebäuden und Gebäudetechnischen Anlagen	Verein deutscher Ingenieure
Lebenszykluskosten von Gebäuden	Prof. Uwe Rotermund
Definition „Objekte betreiben“	GEFMA Deutscher Verband für Facility Management e. V.
EEG-Umlage 2017: Fakten und Hintergründe	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Hinweis zum kommunalen Energiemanagement	Stromeinsparung in öffentlichen Gebäuden Deutscher Städtetag
Energiebericht 2015	Stadt Nürnberg



Energiebericht 2016

Stadt Aachen
Der Oberbürgermeister
Gebäudemanagement
Lagerhausstraße 20, 52064 Aachen
Tel.: 0241 432-2792
Fax: 0241 28121
gebauedemanagement@mail.aachen.de

www.aachen.de