



Stadt  
Offenburg

## Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

| Beschluss                        |     |
|----------------------------------|-----|
| Nr.                              | vom |
| wird von StSt OB-Büro ausgefüllt |     |

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

1. Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

---

2. Beratungsfolge: Sitzungstermin Öffentlichkeitsstatus

1. Haupt- und Bauausschuss

25.09.2017

öffentlich

### Beschlussantrag (Vorschlag der Verwaltung):

1. Der Schlussbericht im Forschungsprojekt „Dezentrale, fassadenintegrierte Lüftungsanlagen für energetisch sanierte Gebäude“ wird zur Kenntnis genommen.
2. Der Schlussbericht im Forschungsprojekt „Energienetzmanagement dezentraler, wärmegeführter Blockheizkraftwerke im speichergestützten KWKK-Betrieb diverser Verbraucherstrukturen“ wird zur Kenntnis genommen.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

|                                |                       |           |            |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| Dezernat/Fachbereich:          | Bearbeitet von:       | Tel. Nr.: | Datum:     |
| Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0 | Schneble, Hans-Jürgen | 82-2528   | 31.07.2017 |

---

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

---

## Sachverhalt/Begründung:

### Strategisches Ziel B1

Die Stadt erhält den Wert städtischer Gebäude und Freianlagen, die nachhaltig bewirtschaftet und weiter entwickelt werden.

### Strategisches Ziel E2

Offenburg hat eine vielfältige Schullandschaft, in der alle gute und gleiche Bildungschancen haben. Die Schulen sind ein attraktiver Lern- und Lebensort.

### Strategisches Ziel E3

Die Stadt betreibt eine aktive Klimaschutzpolitik und die Anpassung an den Klimawandel. Sie setzt sich insbesondere die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um -60% bis 2050 (Bezugsjahr 1990) zum Ziel.

## 1. Ausgangslage

Im Klimaschutzkonzept ist im Maßnahmenkatalog unter Ziffer 7.3 die Erstellung und Abarbeitung einer Prioritätenliste für die energetische Sanierung von städtischen Gebäuden genannt. Bereits im Aktionsplan 2012/2013 wurde zudem die Beteiligung an Forschungsprojekten zur Wirkungsanalyse von energetischen Maßnahmen im Umfeld von Schulen vorgesehen.

Die Verwaltung hat daher die Förderanträge der Hochschule Offenburg zu zwei entsprechenden Forschungsvorhaben beim badenova Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz unterstützt und die Beteiligung mit anderen Partnern zugesagt. Im Beschluss zum DHH 2012/13 wurde das Vorhaben „**Lüftungsoptimierung energetisch sanierter Gebäude**“ etatisiert und im MMP Nr. 37 der Ausgabebetrag von 196 TEUR bei Einnahmen von 76 TEUR vorgesehen.

Im zweiten Forschungsvorhaben „**Energienetzmanagement dezentraler, wärmegeführter Blockheizkraftwerke im speichergestützten KWKK-Betrieb diverser Verbraucherstrukturen**“ wurde die städtische Beteiligung über das Klimaschutzbudget der Klimaschutzmanagerin sichergestellt.

Durch die Beteiligung unterschiedlicher Projektpartner war die Finanzierung komplex und wird im Folgenden am Ende der jeweiligen Projektdarstellungen beschrieben.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

|   |  |                      |                      |
|---|--|----------------------|----------------------|
| Dezernat/Fachbereich:<br>Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0 | Bearbeitet von:<br>Schneble, Hans-Jürgen | Tel. Nr.:<br>82-2528 | Datum:<br>31.07.2017 |
|---|--|----------------------|----------------------|

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

## 2. Forschungsprojekt „Dezentrale, fassadenintegrierte Lüftungsanlagen für energetisch sanierte Gebäude“

Im Rahmen der Arbeiten zur Minderung der sommerlichen Überhitzung in Schulen wurde durch den Einbau und die damit verbundene kontinuierliche Aufzeichnung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen der Raumluft festgestellt, dass besonders im Winterhalbjahr eine Verbesserung der Luftqualität erreicht werden muss. Verstärkt wird der Lüftungsbedarf durch die Umstellung vieler Schulen auf den Ganztagschulbetrieb, der bei fehlender Lüftungsaktivität die Qualität der Raumluft stark absinken lässt. Dieser Sachverhalt führt zu schneller Ermüdung durch Sauerstoffmangel und damit einem signifikant starken Einbruch der Konzentrationsfähigkeit der Schüler.

Von der Hochschule wurde in Gesprächen mit Wohnbaugesellschaften festgestellt, dass auch hier das Thema kontrollierte Be- und Entlüftung besonderes Interesse erhielt. Hier wurde die Entwicklung bzw. bevorstehende Verpflichtung zur energetischen Sanierung als sehr kostenintensiv gesehen. Gerade im Mietwohnungsbau lassen sich Mehrkosten nur beschränkt auf die Mieter umlegen.

Die Wohnbaugesellschaften haben deshalb ein starkes Interesse an kosteneffizienten, dezentralen, möglichst fassadenintegrierten Lüftungslösungen angezeigt, konnten aber nicht auf ausreichende Erfahrungen zurückgreifen.

Für einen Feldtest mit unterschiedlichen, vielversprechenden dezentralen Einheiten war die Gemibau bereit, das Projekt der Hochschule mit Mustermietobjekten/-wohnungen zu unterstützen. Insbesondere sollten kostengünstige Lüftungen gefunden werden, die eine Verbesserung der Raumhygiene in Wohngebäuden durch Ausstragen der Feuchtigkeit bzw. Erneuerung der Luftqualität Mittels einfacher, eventuell auch automatisierter Vorgänge erreichen.

Das Forschungsprojekt gliederte sich daher in zwei Teilprojekte, die in einem gemeinsamen Abschlussbericht, der unter

[https://www.badenova.de/repository/Detailseiten/Innovationsfonds/428614\\_DE/umweltfreundliche-lueftung-fuer-sanierte-gebaeude?back=true](https://www.badenova.de/repository/Detailseiten/Innovationsfonds/428614_DE/umweltfreundliche-lueftung-fuer-sanierte-gebaeude?back=true)

veröffentlicht ist, dargestellt sind. Im Folgenden wird nur auf die Ergebnisse der Fragestellungen aus den Schulen, die im Fokus des Interesses der Stadt standen, eingegangen. Die ebenfalls interessanten Ergebnisse der vergleichenden Betrachtungen und der Erkenntnisse aus dem Wohnungsbau bzw. –betrieb können unter der genannten Internetadresse kostenlos abgerufen werden.

### Vorgehen zur Lüftungsoptimierung an Schulen

Im Projekt wurden in vermuteten problematischen Räumen die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen und bei Vorliegen hoher Konzentrationen nach adäquaten Lösungen gesucht.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

|                                |                       |           |            |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| Dezernat/Fachbereich:          | Bearbeitet von:       | Tel. Nr.: | Datum:     |
| Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0 | Schneble, Hans-Jürgen | 82-2528   | 31.07.2017 |

---

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

---

In den Räumen wurden neben Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung auch reine Abluftgeräte installiert bzw. vorhandene Geräte automatisiert. Außerdem fanden CO<sub>2</sub>-Ampeln in schwachbelasteten Räumen mit ein oder zwei Arbeitsplätzen Anwendung.

Wenn nur apparative Nachrüstungen möglich erschienen, wurden unterschiedliche dezentrale fassadenorientierte Geräte installiert und anschließend die Räume erneut vermessen und die Unterschiede dokumentiert. Weiter wurden die veränderten Rahmenbedingungen aufgenommen und mit Nutzerbefragungen abgeglichen, um Aussagen über die Eignung von verschiedenen Installationen und Geräte zu erhalten.

Aus den Ergebnissen des Monitorings und den Erfahrungen, die im Zusammenhang mit dem Einbau der Anlagen gemacht wurden, wurde ein Leitfaden erarbeitet. Er gibt Auskunft zu Auslegung, Platzbedarf, Regelstrategie, Kosten und Energiebedarf der Geräte sowie auch Wärmeverluste durch die Geräte. Darüber hinaus gibt er Empfehlungen für Neuinstallationen.

## Prinzipielle Beobachtungen in den Schulen

Beispielhaft ist im Carpet-Plot in Abb. 3.5 die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Computerraum der Oststadtschule im Jahr 2013 dargestellt. In diesem Jahr war hier noch kein Lüftungsgerät installiert. Auf den ersten Blick ist bereits zu erkennen, dass hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen hauptsächlich im Winter (rot dargestellt) auftreten. Wegen der niedrigen Außentemperaturen werden im Winter die Fenster nur noch selten geöffnet. In Folge dessen bleibt das CO<sub>2</sub> im Raum und führt sehr schnell zu einer hohen Konzentration von bis zu 5.000 ppm (parts per million).

Weiterhin ist zu erkennen, dass hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen auch über Nacht nur langsam abklingen. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration bleibt bis zum nächsten Tag deutlich über der Konzentration der Außenluft. In Folge dessen besteht bei Unterrichtsbeginn am nächsten Morgen bereits eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration, die dann während des Unterrichts zu noch höheren Konzentrationen als am Vortag führen kann und teilweise erst am Wochenende auf das Niveau der Außenluft abklingt. Die Tür zum Flur muss in diesem Raum außerhalb des Unterrichts geschlossen bleiben, so dass nur ein geringer Luftwechsel über die Undichtigkeiten in der Fassade und der Tür stattfindet.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

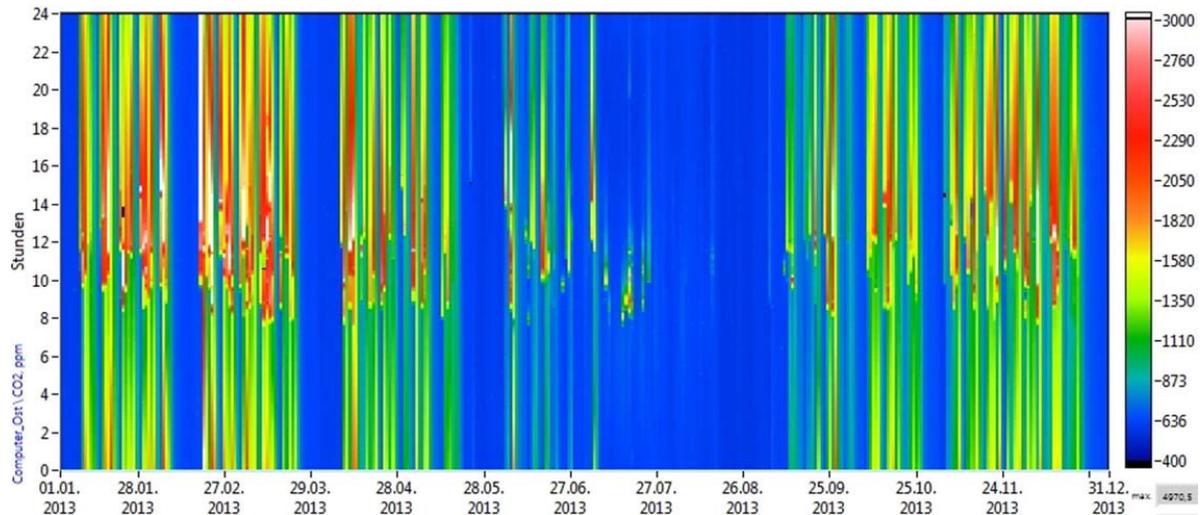


Abb. 3.5: CO2-Konzentration des Computerraums der Oststadtschule ohne automatische Lüftung

Um den Erfolg der Maßnahme zu verdeutlichen, wird der gleiche Raum nochmals so dargestellt, dass ein Vorher-/ Nachher-Vergleich möglich ist. Die Inbetriebnahme der Lüftung fand Ende März 2014 statt.

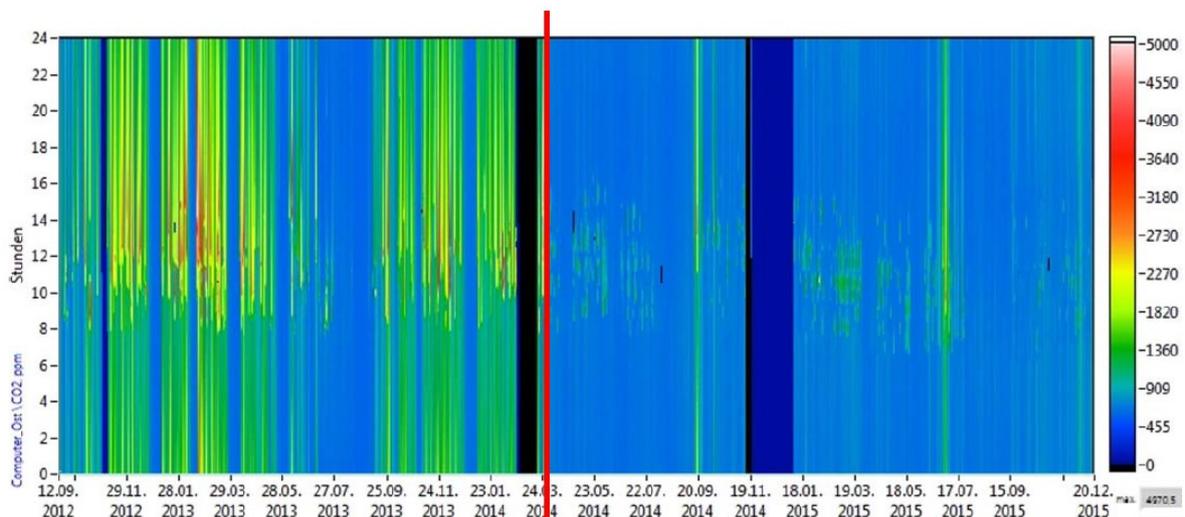


Abb. 3.9: CO2-Konzentration des Computerraums der Oststadtschule. Die rote Linie markiert die Inbetriebnahme der Lüftungsanlage

Neben den deutlichen Verläufen im Jahresüberblick ist im gleichen Raum ein typischer Verlauf der CO2-Konzentration in kleinerem Maßstab auch im Schulalltag abzulesen.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

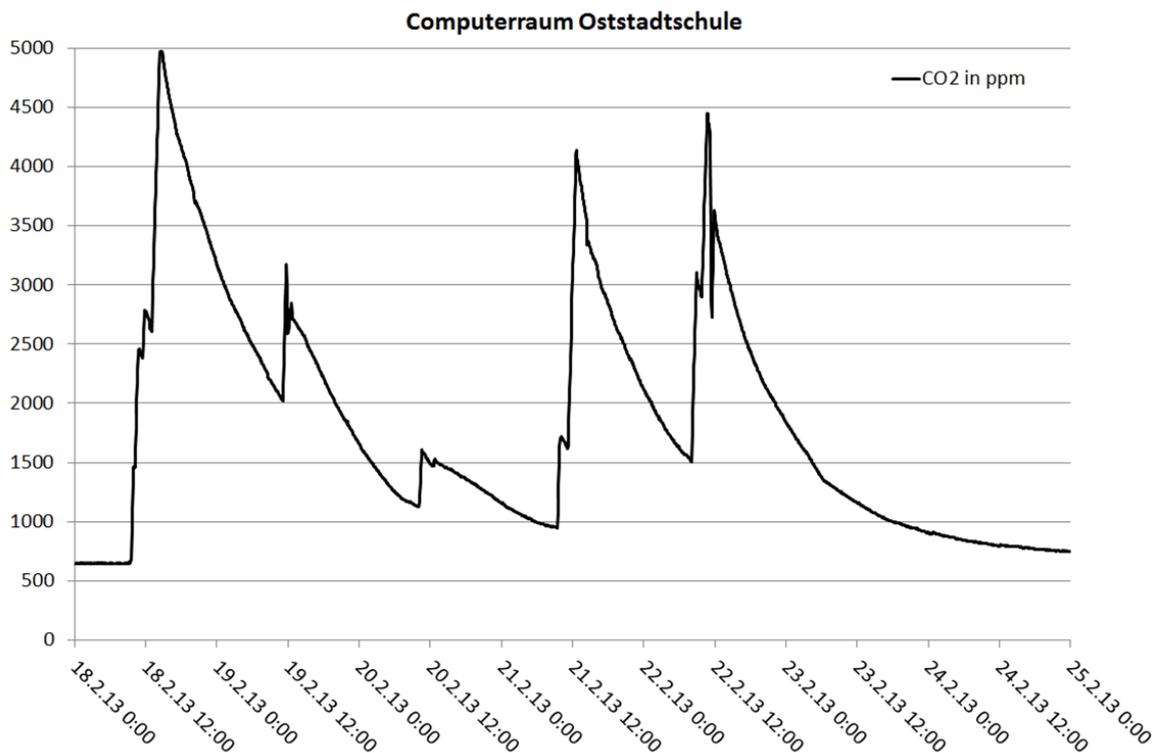


Abb. 3.6: CO<sub>2</sub>-Verlauf im Computerraum der Oststadtschule in der Woche vom 18.02.2013 bis 24.02.2013 ohne Lüftung

Am ersten Tag der Woche steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration fast auf 5.000 ppm und bleibt mit fallender Tendenz bis zur nächsten Unterrichtsstunde am nächsten Tag über 2.000 ppm. Während des Unterrichts steigt an diesem Tag die Konzentration wieder bis über 3.000 ppm an und klingt dann auf ca. 1.100 ppm ab. Dieser Verlauf wiederholt sich an den folgenden Tagen in ähnlicher Weise, wobei die Maximal- und Minimalwerte variieren. Teilweise sinkt die CO<sub>2</sub>-Konzentration relativ schnell (z.B. am 22.02.2013), was auf eine Fensterlüftung oder offen stehende Tür schließen lässt. Die unterschiedlich hohen Maximalwerte sind dabei auf die variable Schülerzahl pro Klasse und das unterschiedliche Ausgangsniveau zu Unterrichtsbeginn zurückzuführen. Erst am Wochenende (23. und 24.02.) geht die Konzentration auf den Ausgangswert zurück.

Auf Grundlage der nun vorliegenden Ergebnisse ist es offensichtlich, dass im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen an Schulen ein Lüftungskonzept notwendig ist und in den Planungen berücksichtigt werden muss. Dieses wird in der Regel aussagen, dass eine akzeptable Raumluft nur mit einer Lüftungsanlage zu erreichen ist. Dafür sind dezentrale Geräte unterschiedlich gut geeignet.

Auf Basis dieser Forschungsergebnisse wurde in der Waldbachschule bereits ein System installiert, dessen Programmierung auf wesentliche Belange aus der Nutzerbefragung eingegangen ist und das auch den Aspekt der Nachtauskühlung aus dem

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:                      Bearbeitet von:                      Tel. Nr.:                      Datum:  
 Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0      Schneble, Hans-Jürgen      82-2528      31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

Vorgängerprojekt berücksichtigt. Auch für diese Installation konnte durch Förderung durch den badenova-Innovationsfonds ein Monitoring eingerichtet werden über das zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden wird.

## Abrechnung und Finanzierung

|                                | IST                 | SOLL                | DIFFERENZ    |  |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|--|
| Stadt OG (kein Vorsteuerabzug) |                     |                     |              | Diese Differenz resultiert zum einen daraus, dass eine genaue Abgrenzung zw. Baukosten und Sachkosten Luftqualität nicht möglich ist und zum anderen, dass sich die Gesamtausgaben der Stadt Offenburg im Bereich der Sachausgaben Luftqualität um 11.949,59 Euro verringert haben und die Verwaltungskosten sich wiederum um 128,07 Euro leicht erhöht haben. |
| Sachkosten Luftqualität        | 14.117,18 €         | 32.500,00 €         | -18.382,82 € |  |
| Personalkosten                 | 25.000,00 €         | 25.000,00 €         | 0,00 €       |  |
| Verwaltungskosten              | 2.628,07 €          | 2.500,00 €          | 128,07 €     | Mehrausgaben = 5 %   |
| Unterauftrag HSO               | 82.250,00 €         | 82.250,00 €         | inkl. MwSt.  |  |
| Projektbedingte Baukosten      | 61.305,16 €         | 55.000,00 €         | 6.305,16 €   | Mehrausgaben = 11 %  |
| <b>Summe</b>                   | <b>185.300,41 €</b> | <b>197.250,00 €</b> |              | <b>Finanzierungsquote badenova 39 % = 71.513,28 Euro</b>   |

Für die Finanzierung des städtischen Anteils am Forschungsprojekt wurden im DHH 2012/2013 Mittel in Höhe von 196 TEUR bei Einnahmen in Höhe von 76 TEUR bereitgestellt. Das Forschungsprojekt wurde mehrfach kostenneutral verlängert und im Juli 2016 mit dem Abschlussbericht beendet und schließlich im September 2016 abgerechnet. Der Förderanteil des badenova-Innovationsfonds wurde mit rd. 71.500 EUR vereinnahmt. Insgesamt blieben die Ist-kosten unterhalb der angesetzten 196 TEUR. Das Projekt konnte daher mit einem Rest in Höhe von rd. 13.200 EUR abgerechnet werden und fließt zurück in den städtischen Haushalt.

Bei den ausgewiesenen Personalkosten handelt es sich um den im Projekt abgerechneten Personalaufwand der Stadt. Die Leistung wurde im Rahmen der regulären Beschäftigung erbracht und zwischen dem Projekt und dem Personalkostenbudget des Fachbereichs 5 verrechnet. Es sind hier insofern keine Zusatzkosten für die Stadt durch das Projekt entstanden.

Unter den „Sachkosten Luftqualität“ und „projektbedingten Baukosten“ wurden nachhaltige Installationen zur Raumluftverbesserung in den beteiligten Schulen vorgenommen, die auch nach Abschluss des Projekts in den Schulen verbleiben und weiter funktionieren.

Da den Ausgaben von 82.250 EUR (HSO) für die Forschungstätigkeit der Hochschule Einnahmen aus dem Innovationsfonds in Höhe von rd. 71.500 EUR gegenüber standen, wurden die Erkenntnisse aus dem Projekt, die wie beschrieben, weitreichenden Einfluss auf Investitionsentscheidungen bei der Schulsanierung haben, mit eher geringem finanziellen Aufwand für die Stadt gewonnen.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

|   |  |                      |                      |
|---|--|----------------------|----------------------|
| Dezernat/Fachbereich:<br>Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0 | Bearbeitet von:<br>Schneble, Hans-Jürgen | Tel. Nr.:<br>82-2528 | Datum:<br>31.07.2017 |
|---|--|----------------------|----------------------|

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

### **3. Forschungsprojekt „Energienetzmanagement dezentraler, wärmegeführter Blockheizkraftwerke im speichergestützten KWKK-Betrieb (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) diverser Verbraucherstrukturen“**

Der immer stärker werdende Anteil erneuerbarer Energiequellen insbesondere mit PV- und Windkraftanlagen bringt die Verteilnetze in die Situation, durch ein intelligentes Last- und Quellenmanagement die Energieflüsse so zu steuern, dass es nicht zu Überlastungen oder Abschaltungen und damit zu Effizienzverlusten kommt. BHKWs werden jedoch aus Wirtschaftlichkeitsgründen meist wärmegeführt betrieben. Die Vergütung für den eingespeisten Strom ist dabei ein Nebeneffekt, der die Finanzierung stützt. Es ist keine Abschaltung erwünscht, sondern ein betriebswirtschaftlich optimierter Betrieb wird erwartet.

Im Forschungsvorhaben wurde daher ein Energienetzmanagement dezentraler, kleiner Energienetze mit dem Ziel einen nahezu ununterbrochenen Betrieb der BHKWs zu gewährleisten. Zum anderen sollten die optimale Verteilung und Nutzung der gewonnen thermischen und elektrischen Energie innerhalb des unmittelbaren Umfelds der BHKWs entwickelt werden, ohne überschüssige Wärme an die Umwelt abzugeben.

Eine wichtige Rolle spielten dabei die Energiebedarfsprofile, Möglichkeiten der Energiespeicherung und die Potenziale, die durch vorausschauendes Ausnutzen der Wärmekapazitäten in den Gebäudemassen nutzbar sind.

Zu Beginn wurde eine Vergleichsstudie zu zwei Anwendungsbereichen von BHKWs-Pools erstellt, um daraus Managementwerkzeuge für einen nachhaltigen Netzbetrieb zu entwickeln. Der andere im Forschungsvorhaben neben dem der Stadt Offenburg verglichene BHKW-Pool ist gewerblicher Natur und steht in keiner finanziellen oder organisatorischen Beziehung mit der Stadt.

Im Klimaschutzkonzept ist vorgesehen, im städtischen Gebäudebestand den Anteil durch dezentrale BHKW erzeugter Wärme von 0,4 % auf 20 % zu erhöhen. Dem Energienetzmanagement kommt daher eine wesentliche Rolle mit hoher Zukunftsorientierung zu.

Die Einbeziehung der städtischen BHKW im Nordwest-Schulzentrum in die Vergleichsstudie bot damit die Chance direkt von den Erkenntnissen des Forschungsprojektes zu profitieren und bei bevorstehenden Um- und Nachrüstungen jeweils auf Managementwerkzeuge, die auf dem aktuellsten technischen Stand sind, zugreifen zu können, um damit sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich optimale Ergebnisse zu erzielen.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

## Projekt „Reallabor Schulzentrum Nordwest“

Fast alle Gebäude im Nordwest-Schulzentrum sind bereits energetisch saniert und weisen im Projektzeitraum flächenbezogene, witterungsbereinigte Wärmeenergieverbräuche von im Mittel 46 kWh/m<sup>2</sup>a (Zielwert EEA = 63 kWh/m<sup>2</sup>a) auf.

Ziele sind neben einem energieeffizienten Betrieb der Gebäude und Objekte auch die Möglichkeit unterjährig auf die Performance Einfluss zu nehmen oder jahreszeitliche Voreinstellungen vorzunehmen. Zudem ist das kommunale Energienetz stark auf einheitliche Lösungen angewiesen, um auch kosteneffizient arbeiten zu können. Beim „Schulzentrum Nordwest“ liegt nun ein Lokalnnetz im Sinne eines Smart Subnet vor, das sowohl einspeisende Energieanlagen wie PV-Stromeinspeisung und Micro-BHKW's als auch elektrische und thermische Verbraucher in Sporthallen und Schulgebäuden als Komponenten aufweist.

Es handelt sich hierbei um beste Bedingungen, um die lokalen Energieflüsse zu bilanzieren und bei Bedarf auszugleichen. Im Forschungsvorhaben sollten Konzepte entwickelt werden, die Standards für die Ausrüstung vorbereiten und mit geringem Aufwand auf weitere Objekte übertragbar sind.



Micro-BHKW 15 kW th.



Schulgebäude Oken-Gymnasium



Wärmeverteilung



Heizkessel 285 kW th.



Sporthalle Oken-Gymnasium



Transformatorstation

Abbildung 0-1: Komponenten des virtuellen Subnetzes am Schulzentrum Nordwest

Zum Erreichen der Projektziele wurde von der Hochschule Offenburg ein Energiemesskonzept ausgearbeitet, das ein analytisches Energiemonitoring für die jährlichen Energieberichte gestattet und künftig Betriebsdaten zur Optimierung und für manuelle oder automatisierte Eingriffe liefert.

Im Projektzeitraum konnten an allen BHKW ca. 3500 bis 4000 Betriebsstunden jährlich erreicht werden.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

|                                |                       |           |            |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| Dezernat/Fachbereich:          | Bearbeitet von:       | Tel. Nr.: | Datum:     |
| Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0 | Schneble, Hans-Jürgen | 82-2528   | 31.07.2017 |

---

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

---

Da der gewonnene Eigenstrom nahezu vollständig selbst verbraucht werden kann, - die Netzeinspeisung betrug jeweils unter 350 kWh/a - ist der Betrieb der BHKW für die Stadt Offenburg wirtschaftlich. Ohne das kontinuierliche Zählen der Produktions- und Verbrauchsmengen sowie die Datenerfassung über das entwickelte Messkonzept ist dieser positive wirtschaftliche Effekt, der ja auch mit einem hohen ökologischen Nutzen einhergeht, nicht abzubilden, da die Mengen sonst im Gesamtverbund untergehen.

Die Erkenntnisse sind für die Stadt insofern besonders relevant, als sie oft beim Austausch von Wärmeerzeugern zur Erfüllung des EEWärmeG verpflichtet ist. Zwar erfüllen die im Projekt installierten Mini-BHKW (die vorhandenen Wärmeerzeuger wurden nicht ausgetauscht) die Ersatzerfüllung von 50% Wärme aus KWK an den Schulen noch nicht, trotzdem werden in den Schulen bereits mit den kleinen Mini-BHKW 20 % der Wärme aus KWK bereitgestellt. Bei der Sporthalle liegt durch die ganzjährige Wärmeproduktion für die Bereitstellung von Warmwasser der Anteil um die 50 % Marke. In Verbindung mit weiteren Erfüllungsoptionen oder entsprechend größeren BHKW kann die Stadt Offenburg der Vorbildfunktion des EEWärmeG gerecht werden. Gleichzeitig werden relevant Kosten (ca. 15.000 €/a im NW-Schulzentrum) beim Strombezug eingespart.

Auf dem Gelände des Nordwest-Schulzentrums in Offenburg befinden sich zwei Trafostationen und ein eigenes Stromnetz zur Versorgung der städtischen Gebäude auf dem Campus. Von der südlichen Trafostation werden insgesamt fünf Gebäudekomplexe, davon drei Schulen, versorgt. In diesem Netz befinden sich neben einer seit Anfang 2016 installierten PV-Anlage von ca. 30 kW Peakleistung noch drei Mini-BHKW mit einer elektrischen Leistung von je 5 kW zur Eigenstromproduktion und Überschusseinspeisung in das Netz des Netzbetreibers E-Werk Mittelbaden.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

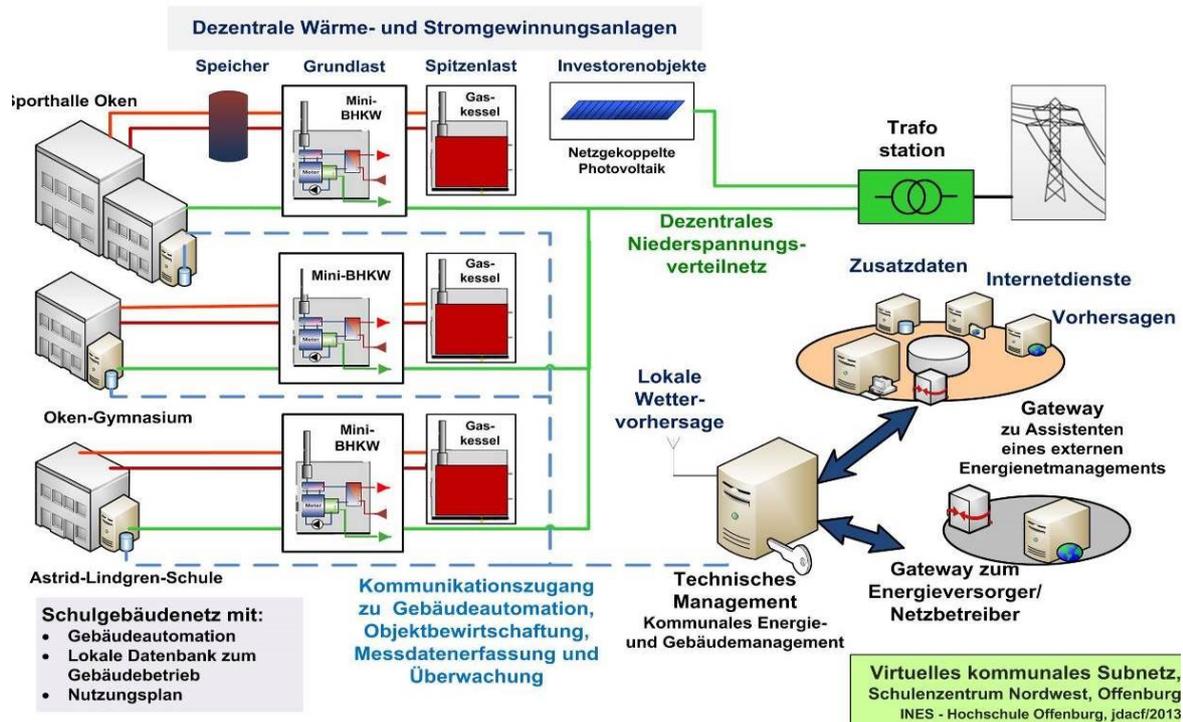


Abbildung 0-2: Kommunales Energieverteilnetz als virtuelles Subnetz mit Energieanlagen und Kommunikationselementen im Schulzentrum. Während die Wärme innerhalb der einzelnen Gebäude verteilt wird, wird der Strom auch über das Niederspannungsverteilnetz ausgetauscht.

Darüber hinaus sind auf den Gebäuden noch von privaten Investoren betriebene PV-Anlagen mit einer Gesamtpeakleistung von ca. 116 kW installiert, die wegen der Volleinspeisung nach EEG in das Netz des Netzbetreibers einspeisen und nicht für Stromlieferungen und Betrachtungen innerhalb des Projekts zur Verfügung stehen. Die städtische Investition in die drei BHKWs im Jahr 2011 wandelte das Verteilnetz in ein multipunkteinspeisendes Subnetz um.

## Kraft-Wärme-Kopplung für das Schulzentrum

Um die Bilanzierung auf dem Gelände korrekt überblicken zu können, war ein Monitoringsystem angestrebt, das später die Möglichkeit zum weiteren Ausbau bietet. Mit Aktoren und einem geländeübergreifenden Energiemanagement kann dann ein intelligentes Subnetz (smart subnet) aufgespannt werden. Die primären Vorgaben im kommunalen Kontext können wie folgt beschrieben werden:

- **Monitoring** - Erfassung sämtlicher relevanten Energieflüsse – Basis zur Erstellung der regelmäßig/jährlich anfallenden Energieberichte mit unterjährigen Bilanzwerten, die vor allem eine gebäudescharfe Energiebilanzierung ermöglicht.
- **Substitution** - Möglichst effizienter Betrieb der BHKWs, die aufgrund ihrer Energieeffizienz zur Emissionsminderung dienen und weiterhin zügig zu einer

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

Amortisierung der Investitionskosten führen und einen möglichst großen Teil der Wärmeproduktion übernehmen sollten.

- **Eigenverbrauchsanhebung** - Sowohl Wärme als auch Strom sollten überwiegend auf dem Campusgelände genutzt werden.
- **Umwelteffizienz** - Wieviel CO<sub>2</sub>-Ausstoß kann vermieden werden? Welche Änderungen wurden beim Primärenergieeinsatz erreicht?

Ergänzt wird die Wärmelieferung der BHKW durch Spitzenlastheizkessel aus dem Bestand, die sich in der Heizperiode zuschalten, wenn die BHKW nicht ausreichend Heizwärme für den Schulbetrieb zur Verfügung stellen. Ziel im Projekt war es eine hohe Auslastung der BHKWs zu erreichen, den gewonnenen gesamten Strom auf dem Gelände zu verbrauchen, einen höheren Gesamtnutzungsgrad zu erreichen, indem die Abwärme der Stromgewinnung direkt am Ort der Entstehung genutzt wird, und die Betriebszeiten der Spitzenlast-Heizkessel in der Heizperiode zu reduzieren.

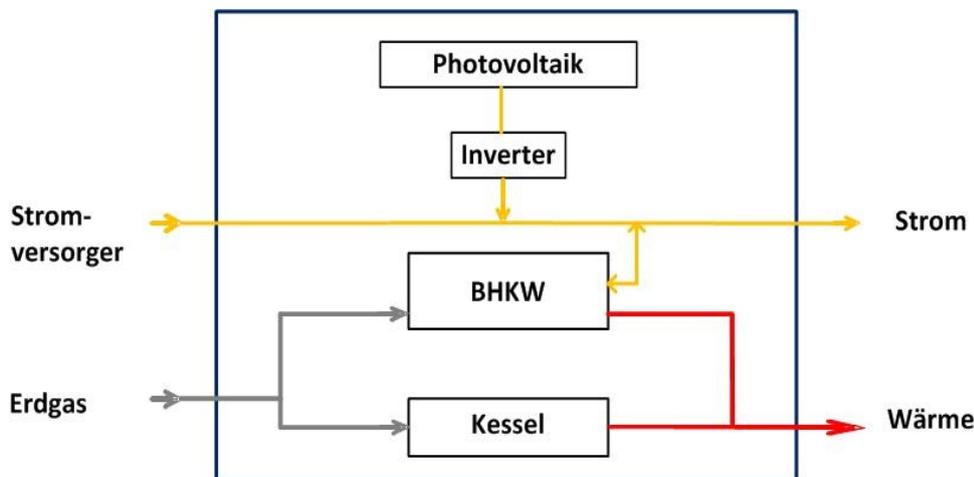


Abbildung 0-3: Energieversorgungskonzept für das Schulzentrum Nordwest in Offenburg

Das Konzept selbst erwies sich als vielversprechend und ermöglichte erstmals eine detaillierte Übersicht und Dokumentation der Energieströme auf dem Areal. In der Vergangenheit wurde in Unkenntnis der tatsächlichen Verbräuche der Gesamtverbrauch der bezogenen Energie im Verhältnis der Flächen auf die einzelnen Gebäude verteilt. Damit war aber natürlich keine realistische Betrachtung der Gebäudeenergieeffizienz und der Effizienz der eingesetzten Haustechnik möglich. Es ergaben sich vielmehr sogar Fehleinschätzungen, da die wirklichen Energiefresser nicht identifiziert werden konnten.

So konnte im Projektverlauf festgestellt werden, dass die gebäudebezogenen Wärmenetze, die aufgrund der wärmegeführten Betriebsweise der installierten BHKW

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

die Laufzeiten der BHKW bedingen, dazu führen, dass stromseitig erhebliche Liefer-Bezugs-Beziehungen zwischen den Gebäuden entstehen, über die die bisherige Betrachtungsweise keinerlei Informationen bereitgestellt hat.

Diese Erkenntnis, die durchaus auch zu Neubewertungen im Maßnahmenportfolio des Gebäude- und Energiemanagements führte, hat zur Beantragung eines weiteren Fördervorhabens im badenova Innovationsfonds geführt. Das Ziel im Vorhaben ist es, die Anwendung des Energienetzkonzepts auf weitere Liegenschaften der Stadt Offenburg auszuweiten und alternativ die Erfassung auf der Objektebene detaillierter zu gestalten.

Die nachfolgenden Auswertungen dokumentieren am Beispiel des Oken-Gymnasiums die Durchführung des Energienetzmanagements aus kommunaler Sicht und rechtfertigen die wiederkehrende Erstellung eines Energieberichts. Der Bericht dient dem Nachweis und der Kontrolle von Energieeffizienz- und Einsparmaßnahmen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung der städtischen Liegenschaften und des Klimaschutzes.

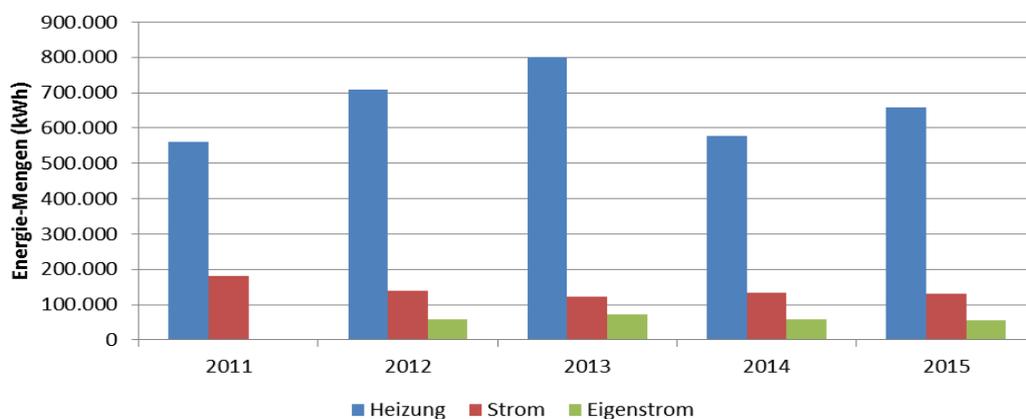


Abbildung 0-4: Energiemengen im Schulzentrum Nordwest(Süd). Quelle: Stadt Offenburg

Der Energiemengen-Vergleich der Abbildung 0-4 zeigt die Verbrauchsentwicklung im Laufe des Projekts. Während der Heizwärmebedarf im Wesentlichen witterungsbeeinflusst scheint, ist der Strombezug deutlich zurückgegangen und wird von der Eigenstromproduktion kompensiert. Größere Anteile werden als Eigenstrom im Gebäude selbst oder auf dem Gelände des Verteilnetzes Schulzentrum Nordwest verbraucht. Der vorwiegende Gasbedarf wird für den BHKW-Betrieb benötigt und lässt die Laufzeit der vorhandenen Spitzlastkessel zurückgehen.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:  
Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0

Bearbeitet von:  
Schneble, Hans-Jürgen

Tel. Nr.:  
82-2528

Datum:  
31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

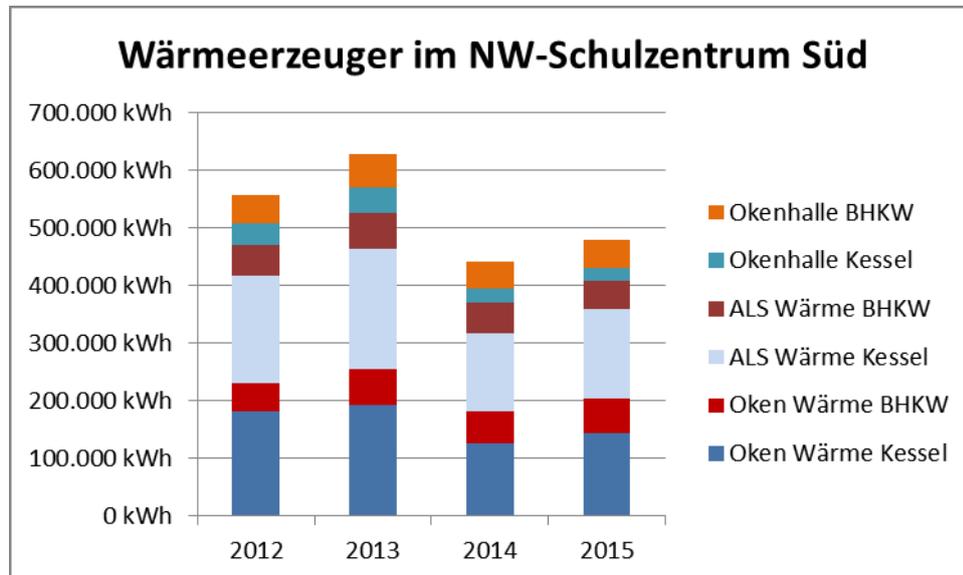


Abbildung 0-5: Wärmeproduktion der Wärmeerzeuger nach der Installation der BHKW.

## Weiterführende, resultierende Maßnahmen

Basierend auf den Erfahrungen, die im Projekt gewonnen werden konnten, hat die Stadt Offenburg inzwischen 9 weitere BHKWs (meistens im Rahmen von Heizungsanierungen zur Erfüllung des EEWärmeG) in Betrieb genommen. Dabei wird inzwischen das im Projekt entwickelte Messkonzept jeweils als Grundlage für die Betriebskontrolle und wirtschaftliche Betriebsoptimierung verwendet. Bereits bei der Installation werden die notwendigen Zähler und Übertragungstechniken vorgesehen.

Es zeigte sich auch, dass es mit der Nutzung regenerativer Energien nicht mehr ausreicht, pro Übergabepunkt des Energieversorgers die 3 Datenpunkte für Strom, Wasser und Gas zu übertragen. Vielmehr sind inzwischen auch Zwischenzählerdaten von BHKW, Lüftungsanlagen sowie Wärmemengenzähler der komplexen Versorgungsstrukturen zu erfassen, die zur Auswertung und Dokumentation der effizienten Nutzung von regenerativen Energien notwendig sind.

Um das Problem einer zuverlässigen Datenübertragung auch komplexer Erfassungsstrukturen zu lösen, bietet sich das entwickelte Messkonzept an.

Ergänzt wird die Datenübertragung mit den erstmals verwendeten MeterHomeServer (MHS). Hier wurde von der Stadt Offenburg ein Konzept zur automatisierten Verbrauchsdatenübertragung entwickelt, das unter der Förderkennzahl 2015-06 mit Förderung durch den badenova Innovationsfonds bereits umgesetzt wird.

Außerhalb des städtischen Reallabors wurden im Projekt drei weitere Reallabore untersucht und Erkenntnisse über das Energienetzmanagement dezentraler KWK-Anlagen gewonnen.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

Dezernat/Fachbereich:                      Bearbeitet von:                      Tel. Nr.:                      Datum:  
 Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0      Schneble, Hans-Jürgen      82-2528      31.07.2017

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

Die Ergebnisse sind unter

[https://www.badenova.de/repository/Detailseiten/Innovationsfonds/428613\\_DE/ein-intelligentes-netz-fuer-bhkw?back=true](https://www.badenova.de/repository/Detailseiten/Innovationsfonds/428613_DE/ein-intelligentes-netz-fuer-bhkw?back=true)

veröffentlicht.

## Abrechnung und Finanzierung

Es werden hier nur die Finanzierungsbestandteile, die die Stadt betreffen, dargestellt. Das Gesamtprojekt der Hochschule Offenburg hatte ein Finanzvolumen von 561.600 EUR.

| „Energienetzmanagement dezentraler, wärmegeführter Blockheizkraftwerke im speichergestützten KWKK-Betrieb diverser Verbraucherstrukturen“ |            |             |             |                              |                        |
|---|------------|-------------|-------------|------------------------------|------------------------|
| Abrechnung des Forschungsprojekts "Anteil Stadt Offenburg"  |            |             |             |                              |                        |
|   | Ist<br>EUR | Soll<br>EUR | Abw.<br>EUR | Förderung<br>badenova<br>EUR | Anteil<br>Stadt<br>EUR |
| Investitionen/Kosten Stadt Offenburg  |            |             |             |                              |                        |
| 1- Sachkosten/Investitionen zur Einrichtung von Mess- und Steuereinrichtungen   |            |             |             |                              |                        |
| Zusätzliche Mess- u. Steuereinrichtungen  | 7.938,48   | 12.000,00   | 4.061,52    | 3.969,24                     | 3.969,24               |
| Energiezähler und Datenkommunikation  | 7.453,68   | 3.600,00    | - 3.853,68  | 3.726,84                     | 3.726,84               |
| 2- Forschungs- und Entwicklungsauftrag (inkl. 19 % MwSt.) an HSO: Anlagenspezifischer Entwicklungsteil Energienetzmanagement              |            |             |             |                              |                        |
|   | 22.000,00  | 22.000,00   | 0,00        | 11.000,00                    | 11.000,00              |
| 3 – Personalmittel  |            |             |             |                              |                        |
|   | 24.300,00  | 25.000,00   | 700,00      | 12.150,00                    | 12.150,00              |
| 4 - Sach-/Verwaltungsausgaben   |            |             |             |                              |                        |
|   | 3.500,00   | 3.500,00    | 0,00        | 1.750,00                     | 1.750,00               |
| Summe   | 65.192,16  | 66.100,00   | 907,84      | 32.596,08                    | 32.596,08              |

Bei den ausgewiesenen Personalkosten handelt es sich um den im Projekt abgerechneten Personalaufwand der Stadt. Die Leistung wurde im Rahmen der regulären Beschäftigung erbracht und zwischen dem Projekt und dem Personalkostenbudget des Fachbereichs 5 verrechnet. Es sind hier insofern nahezu keine Zusatzkosten für die Stadt durch das Projekt entstanden.

Die angefallenen Kosten des Projekts wurden aus dem Klimaschutzbudget beglichen.

# Beschlussvorlage

Drucksache - Nr.

109/17

|                                |                       |           |            |
|--------------------------------|-----------------------|-----------|------------|
| Dezernat/Fachbereich:          | Bearbeitet von:       | Tel. Nr.: | Datum:     |
| Fachbereich 5, Stabsstelle 5.0 | Schneble, Hans-Jürgen | 82-2528   | 31.07.2017 |

---

Betreff: Schlussbericht geförderte Forschungsprojekte im Energiemanagement

---

Ebenfalls zu beachten ist, dass die Investition der Stadt in drei BHKW (sh. DS 009/11) im Nordwest-Schulzentrum in Höhe von ca. 82.000 EUR (nach Abzug der Förderung durch das Land) Grundlage für die Projektbeteiligung war.

## 4. Fazit

Die Beteiligung der Stadt an den Forschungsvorhaben der Hochschule Offenburg hat bei überschaubarem finanziellen Aufwand zu wesentlichen Erkenntnissen sowohl bei Investitionsentscheidungen im Hochbaubereich als auch zu substanziellen Verbesserungen im Gebäudebetrieb geführt. Der Fachbereich 5 ist daher weiter an neuen Projekten mit der Hochschule sehr interessiert und wird bei den kommenden Aufgaben im kommunalen Energiemanagement im ständigen Dialog bleiben.