

Städte und Quartierskonzepte – Modellstädte

Einführung

Als das „Jahrhundert der Stadt“ bezeichnete der ehemalige UNO-Generalsekretär Kofi Annan das aufziehende Jahrhundert auf der „Urban21“ im Jahr 2000 in Berlin. Inzwischen hat die Beschäftigung mit Städten und ihren energetischen Zusammenhängen und Interdependenzen auf politischer wie auf wissenschaftlicher Ebene Hochkonjunktur.

Städte sind als Ballungszentren die Schwerpunkte von Energieumsatz und den damit verbundenen CO₂-Emissionen. Im Zusammenhang mit den Zielsetzungen der Bundesregierung im Rahmen ihres Energiekonzepts bis 2050 [1] müssen gerade Städte einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung der ehrgeizigen Zielstellung leisten.

Eine der größten Aufgaben stellt sicherlich die umfassende energetische Sanierung des Gebäudebestands dar. Die größten Einzelposten der Energieverbraucher in Gebäuden sind nach wie vor der Wärme-, Kälte- und Strombedarf. Im Jahr 2008 belief sich der Anteil des Endenergiebedarfs für Raumwärme, Warmwasser, Raumkälte und Beleuchtung auf ca. 40 % des Gesamtbedarfs und stellte damit neben dem Verkehr den größten Einzelposten dar [2]. Trotz der absehbaren signifikanten Steigerung der Sanierungsrate sehen sich Planer und Entscheidungsträger weiterhin vor großen Herausforderungen. Hier sind innovative und auf den Nutzerbedarf zugeschnittene Technologien sowie umsetzungsfreundliche Systemlösungen gefragt, die zu einem schnellen Abbau der bestehenden Hemmnisse beitragen. Obwohl derzeitige Sanierungsmaßnahmen in der Regel nicht den langfristig wünschenswerten energetischen Standard erreichen, muss auch die momentane Sanierungsrate noch verdoppelt werden, um die bis 2050 angestrebten Erfolge möglich zu machen.

Ebenso ist die Integration erneuerbarer Energien in unsere bestehende Versorgungsinfrastruktur

eine heute anzugehende Aufgabe für die Zukunft. Fluktuierende Erzeugungsprofile aus Windkraft und Photovoltaik stellen neue Anforderungen an Regel- und Speichertechnologien. Die Verlagerung der bestehenden zentralen Versorgungsstrukturen auf dezentrale und bi-direktionale Konzepte, welche eine klare Unterscheidung in energieverwendende und energiebereitstellende Komponenten vornimmt, ist sowohl in der Planung wie im Betrieb komplex. Planungs- und Überwachungsinstrumente, die zum einen der Komplexität gewachsen sind, zum anderen die verschiedenen Bedarfssektoren Wärme/Kälte, Strom und Mobilität integrieren und aufeinander abstimmen können, sind noch zu entwickelnde und zu erprobende Werkzeuge.

Eine Vielzahl von kommunalen Entscheidungsträgern stellt sich bereits aktiv den Herausforderungen einer „Energiewende“ in ihren Kommunen. Ebenso unterstützen viele Forschungsschwerpunkte und Förderprogramme die Pioniere bei der Umsetzung. Von den Erfahrungen kann eine große Zahl von Kommunen profitieren, denn die strukturellen Gegebenheiten und Problemstellungen weisen in der Mehrheit der deutschen Städte und Kommunen große Ähnlichkeiten auf.

Lösungsansätze auf der Ebene von Gebäuden

Gebäude Beispiel 1:

Außenliegende Wandheizung

Es ist absehbar, dass nicht alle Gebäude unter wirtschaftlichen Aspekten bis 2050 in den „Effizienzhaus-Standard“ überführt werden können. Aus diesem Grund sind im Sanierungsbereich Konzepte erforderlich, die ein hohes Potenzial zur Verbrauchsreduzierung mit bautechnisch vorteilhaften Sanierungsmethoden kombinieren.

Deshalb wurden Sanierungsmethoden entwickelt, bei denen das Gebäude während der gesamten



Fraunhofer IBP

Dr. Dietrich Schmidt

dietrich.schmidt@
ibp.fraunhofer.de

Christina Sager

christina.sager@
ibp.fraunhofer.de

Hans Erhorn

hans.erhorn@
ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer ISE

Christof Wittwer

christof.wittwer@
ise.fraunhofer.de

Fraunhofer IWES

Dr. David Nestle

david.nestle@
iwes.fraunhofer.de

Wolfram Heckmann

wolfram.heckmann@
iwes.fraunhofer.de

ZAE Bayern

Dr. Hans-Peter Ebert

ebert@zae.uni-
wuerzburg.de

IZES

Prof. Dr. Horst Altgeld

altgeld@izes.de

Abbildung 1
Aufbau einer Wand mit einem außenliegenden Wandheizungssystem (aWH)

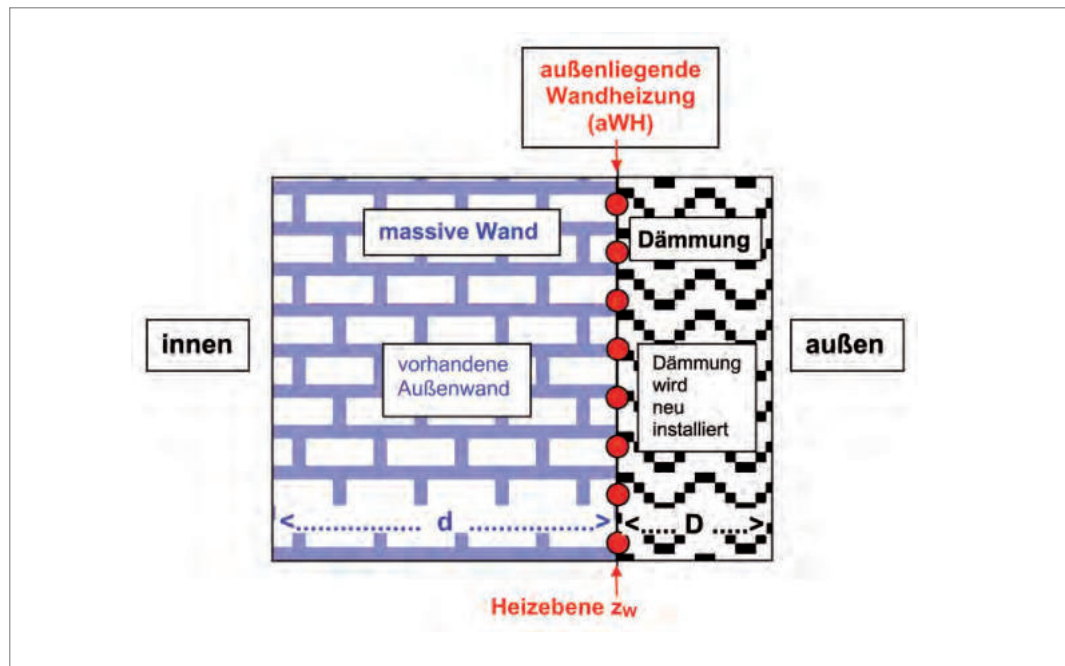
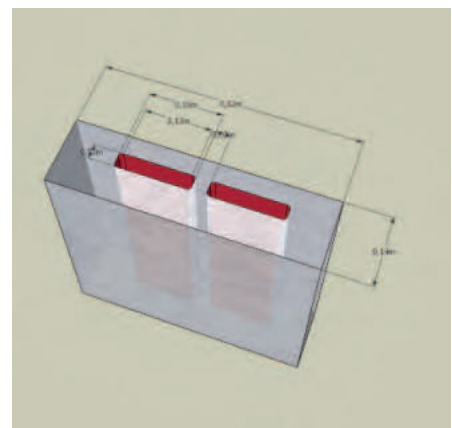
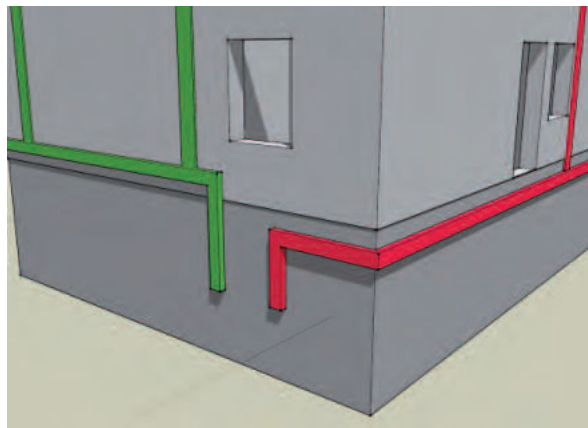


Abbildung 2
links: Zuluft- (grün) und Abluftkanäle (rot) des Lüftungssystems
rechts: Kanalführung im Dämmpaneel



Sanierungsmaßnahme bewohnbar bleibt, was für Vermietungsobjekte besonders wichtig ist. Dazu wird außen auf der Bestandswand zuerst ein Flächenheizsystem angebracht, das auch zur Kühlung nutzbar ist. Darüber wird dann eine neue Dämmung aufgebracht [3], [4].

**Gebäude Beispiel 2:
Innovative Gebäudesanierung mit fassaden-integrierter Luftführung**

Zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden werden zumeist Erneuerungen an der Anlagentechnik, wie der Austausch des Wärmeerzeugers, oder Verbesserungen an der Gebäudehülle vorgenommen [5]. Doch durch eine Fassadensanierung werden die Lüftungsverluste nicht reduziert, eine

weitere Verringerung der Wärmeverluste erfordert also eine stärkere Fokussierung auf die Verminderung von Lüftungswärmeverlusten.

Da eine nachträgliche Installation einer mechanischen Lüftungsanlage auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen kann, wird hier ein zentrales Lüftungssystem für ein zu sanierendes Gebäude dadurch realisiert, dass die Luftkanalführung direkt in der Fassade liegt. Durch diese Methode können Kosten deutlich eingespart werden, falls beispielsweise die Lüftungskanäle direkt in Hartschaumplatten integriert werden. Bei dem neuartigen System, welches in Kooperation mit einem Industriepartner weiterentwickelt wird, bilden Aussparungen im Polystyrol-Dämmstoff horizon-

tale und vertikale Lüftungskanäle (*Abbildung 2*), wodurch ausgehend von einem zentralen Lüftungsgerät mit einer effizienten Wärmerückgewinnung eine Verteilung in die einzelnen Stockwerke realisiert wird. Somit sind Außenwanddurchbrüche nur für die Durchlasselemente Zu- und Abluft notwendig, Innenwanddurchbrüche entfallen komplett.

Für das vorgestellte System konnte durch die Umsetzung an einem Bestandsgebäude das hohe Potenzial einer innovativen Fassadendämmung mit integrierten Luftkanälen demonstriert werden. Es zeigte sich, dass das System ein hohes Potenzial bietet, durchzuführende Sanierungsmaßnahmen umzusetzen und mit der Integration einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zu ergänzen (siehe auch [7], [8]).

Lösungsansätze auf Quartiersebene

Quartier Beispiel 1: Energiekonzept Konversionsgelände Sheridan-Kaserne in Augsburg

Für das 95 ha große Konversionsgelände der ehemaligen Sheridan-Kaserne in Augsburg wurde im Rahmen eines städtebaulichen Ideenwettbewerbs vom 1. Preisträger eine Mischbebauung mit 335 Gebäuden (von insgesamt 340.000 m² Brutto-Geschoss-Fläche) konzipiert, bei der flächensparende Nutzung, Baumbestand, Windrichtung und Umweltentlastungen Berücksichtigung fanden. Auf dieser Basis erfolgten Untersuchungen zu nachhaltigen Gesamtkonzepten mit Szenarien zur Energieeffizienz der Gebäude und zu regenerativen Wärmeversorgungszenarien. Dabei wurden auch innovative Lösungen zu zentralen und dezentralen Versorgungskonzepten betrachtet. Neben den Energiebilanzen wurden auch die CO₂-Äquivalent-Emission und die ökonomische Bewertung sowie deren Sensitivitäten evaluiert. In der Gesamtbetrachtung stellten für diesen Standort die gemeinsame Grundwassernutzung durch ein Kaltwassernetz mit dezentralen Kompressionswärmepumpen und ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz mit hydrothermaler Wärme oder Grundwassernutzung in Verbindung mit Absorptionwärmepumpen interessante Optionen dar. Hierbei werden nur geringe lokale Emissionen

frei. Eine ökologisch interessante Lösung ist Fernwärme aus einem Hackschnitzel-ORC-Heizkraftwerk, bei der durch die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom in einer sogenannten Wärmekraftkopplung (KWK)-Anlage eine sehr günstige CO₂-Bilanz entsteht. Diese Anlage sollte jedoch aus technischen und ökonomischen Gründen weitere Stadtteile mitversorgen.

Quartier Beispiel 2: CO₂-neutrale Quartiersentwicklung in Oberzwehren

Gegenstand des Projekts ist die Entwicklung eines Energiekonzepts zur Vorbereitung eines ökologischen Baugebiets mit hoher städtebaulicher und architektonischer Qualität, indem auch innovative energetische Lösungen umgesetzt werden. Inhalt des Forschungsvorhabens ist die Erstellung einer Potenzialanalyse für das Bebauungsgebiet Oberzwehren zur möglichst energieeffizienten und niedrigexergetischen¹ Wärmeversorgung der geplanten Gebäude. Die Wärmebereitstellung soll mit geringen Systemtemperaturen erfolgen. Die niedrigexergetische Wärmeversorgung von Siedlungsgebieten durch die Nutzung und Erweiterung vorhandener Infrastruktur wurde exemplarisch untersucht. Zudem wurde untersucht, wie sich die wünschenswerten Vorschriften rechtlich festschreiben und durch Anreize unterstützen lassen.

Bei Betrachtung des exergetischen Verhaltens der Fernwärmeversorgung ist zu erkennen, dass niedrige Vorlauftemperaturen und niedrige Rücklauftemperaturen die exergetische Effizienz der Fernwärmeversorgung erhöhen. Darüber hinaus kann sich eine weitere nutzungsbedingte Abkühlung des Fernwärmerücklaufs auf das Fernwärmegesamtsystem positiv auswirken. Für die Untersuchung zur Gewährleistung der Komfortbedingungen wurden die kältesten Temperaturen des Jahres mit dem schlechtesten, in dieser Studie betrachteten, Gebäudestandard (EnEV 2009-Dämmstandard) angenommen. Selbst mit einer Versorgungstemperatur von 50 °C werden komfortable Raumtemperaturen erzielt.

1 **Exergie** bezeichnet den Teil der Gesamtenergie eines Systems oder Stoffstroms, der Arbeit verrichten kann, wenn es in das thermodynamische (thermische, mechanische und chemische) Gleichgewicht mit seiner Umgebung gebracht wird. Exergie basiert auf einem Potenzial zwischen mindestens zwei Zuständen, wobei einer davon meist der Umgebungszustand ist.

Quartier Beispiel 3: München Ackermannbogen

Auf dem Konversionsgelände der Waldmann-Stetten-Kaserne in München liegt das neue Wohngebiet „Am Ackermannbogen“. Für den nordwestlichen Bereich, ein Gebiet mit großen Geschosswohnungsbauten und mehreren Stadthäusern wurde eine solare Nahwärmeversorgung errichtet.

In diesem Quartier werden über 30.000 m² Wohnfläche mit Solarwärme zum Heizen und für Brauchwasser versorgt. Knapp 3000 m² Kollektorfläche liefern etwa 1000 MWh Wärme in einen 6000 m³ großen und gut wärmegeprägten Heißwasserspeicher, der in einen Hügel in der Parkanlage neben dem Wohngebiet eingebaut ist. Über ein Nahwärmenetz werden die einzelnen Gebäude versorgt. Neben der Konstruktion des saisonalen Wärmespeichers wurde als weitere Innovation eine direkte hydraulische Kopplung von Nahwärmenetz und Heizsystem in den Gebäuden eingesetzt. Durch serielle Verschaltung von Radiatoren, Fußbodenheizung und Frischwasserstationen in jeder Wohnung konnte eine hohe Temperaturspreizung im Nahwärmenetz erreicht werden. Bei einem Vorlauf von 60 °C konnte die Rücklauftemperatur so auf nur 30 °C abgesenkt werden. Die zusätzliche Wärmeversorgung über den solaren Anteil hinaus erfolgt durch eine mit der städtischen Fernwärme angetriebene Absorptionswärmepumpe, die den Speicher als Niedertemperaturreservoir nutzt und bis auf etwa 15 °C auskühlen kann.

Grundsätzlich bietet das Konzept der solaren Nahwärme mit saisonalem Wärmespeicher die Chance, Solarenergie zu einem Deckungsanteil von über 50% zur Gebäudeheizung und Brauchwarmwasserbereitung zu niedrigen solaren Wärmekosten bereit zu stellen. Geht man von dem in den Leitstudien des Bundesumweltministeriums angesetzten Wachstum für solarthermische Anlagen aus, muss diese Technik zukünftig nicht nur im Neubau, sondern auch im Gebäudebestand eingesetzt werden. Hierfür besteht allerdings noch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Quartier Beispiel 4: Energiemanagement

Energiemanagement im Quartier wird zunehmend wichtiger: Neue Smart Metering Systeme liefern die Daten der Energieströme in Echtzeit und können sowohl zur Systemdiagnose, wie auch zur Betriebsoptimierung genutzt werden. Im Rahmen des vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Projekts DEMAX wurde ein offenes „OpenMuc“²-System entwickelt, das die Integration von Zählersystemen und BHKW-Systemen gestattet. Für die Betriebsführung kam ein lokaler Einsatzoptimierer zum Einsatz, der auf Basis flexibler Tarifierungen die Speicherbewirtschaftung managt. Dabei wurde auch der lokale Netzzustand berücksichtigt, indem eine lokale Preiskomponente genutzt wurde. Die Visualisierung der Prozesse und das Feedback System geschah mittels Standard-Internettechnik mit einem Webserver.

Lösungsansätze auf Stadtebene

Stadt Beispiel 1: Regionale Energieversorgung für die Stadt Felsberg

In Felsberg konnte über die Erschließung verschiedener Datenquellen eine Aussage über den Energieträgereinsatz in der Gemeinde getroffen werden. Es wurden Erdgas und Heizöl als die zwei Hauptenergieträger ermittelt. Aus den sich hieraus ergebenden Anlagentechniken in Verbindung mit der erstellten Gebäudekategorisierung konnte der Endenergiebedarf für Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung ermittelt werden. Die so ermittelten Daten decken sich mit dem auf Basis der Gebäudetypologie [6] berechneten Endenergiebedarf.

Aufbauend auf den Potenzialanalysen wurden detaillierte Maßnahmenzenarien für die Stadt Felsberg entwickelt. Diese Szenarien beziehen sich auf bautechnische Sanierungsmaßnahmen (z. B. Dämmung der Außenwand), den Austausch von anlagentechnischen Komponenten (z. B. Austausch von Heizkesseln) sowie den Einsatz von erneuerbaren Energien.

2 siehe Erläuterung auf S. 115, 1. Spalte, 4. Absatz

Auf Grundlage dieser Szenarien wurden mögliche Gesamtenergiebedarfsentwicklungen für die Gemeinde Felsberg ermittelt, um die Kommune für zukünftige Entscheidungen zu beraten.

Bei der Stromerzeugung wurde besonders der zeitliche Zusammenhang zwischen Erzeugung und Verbrauch beachtet und ein Ortsnetzbereich detailliert nachgebildet. Beim verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien kann Energiemanagement mit Bedarfssteuerung die Effizienz des Netzbetriebs erhöhen, indem vor Ort erzeugte Energie zeitgleich genutzt wird [7].

Die praktische Umsetzbarkeit der ermittelten Potenziale soll nun ebenfalls erprobt werden. Dabei werden mehrere Stromkunden sowie Erzeugungsanlagen mit geeigneter Technik zur messtechnischen Überwachung sowie zum Energiemanagement ausgerüstet.

Stadt Beispiel 2: Energieeffiziente Stadt Wolfhagen

Wolfhagen stellt sich derzeit der Aufgabe einer zukunftsfähigen Energieversorgung in den besonders relevanten Handlungsfeldern Altbausanierung, verstärkter Ausbau erneuerbarer Energienutzungen und langfristig kostengünstige Mobilität, um die stabile Entwicklung der vergangenen Jahre in Bezug auf die wirtschaftliche Entwicklung langfristig und nachhaltig in die Zukunft fortzusetzen.

Hauptziel ist die Entwicklung und Umsetzung eines städtischen Transformationsprozesses zur „Energieeffizienten Stadt“. Folgende Handlungsschwerpunkte sollen umgesetzt werden:

Reduktion des Energiebedarfs im Bilanzraum „Kommunales Gemarkungsgebiet“ über Effizienzmaßnahmen

- energetische Gebäudesanierung
- energieeffiziente Mobilität
- nutzerorientierte Dienstleistungen und Information

Optimierung der Energieversorgung im Bilanzraum über alternative Versorgungssysteme

- Ausbau von dezentralen Energietechnologien
- KWK
- Smart Grid
- Abgleich Bedarfs- und Versorgungsstrukturen

Abbau von Hemmnissen bei der Planung und Umsetzung von innovativen Maßnahmen

- Raumordnung
- Finanzierung
- Know-How-Transfer
- Qualifikation

Das Projektkonsortium, das gemeinsam an der Umsetzung dieser Ziele arbeitet, verbindet die Kompetenzen und Fachdisziplinen aus Forschung, kommunalen Vertretern und Kommunikationsfachleuten, so dass ein umfassender Dialog- und Transformationsprozess in Wolfhagen angestoßen wird.

Stadt Beispiel 3: Stadt mit Energieeffizienz Stuttgart

Ein Ziel für die Entwicklung einer zukunftsfähigen Gesellschaft ist neben ökonomischem Wohlstand und sozialer Wohlfahrt der Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung. Mit dem Projekt „Stadt mit Energieeffizienz“ (SEE Stuttgart) sollen diese Ansätze vorangetrieben werden und in einer Strategie für die ganze Stadt münden.

Das Projekt SEE verfolgt dazu folgende Ziele:

1. Entwicklung eines makroskopischen Bilanzmodells
2. Entwicklung eines mikroskopischen Strategiemodells
3. Identifizierung von Optimierungspotenzialen
4. Erstellung einer Road Map Energie bis zum Jahr 2050
5. Umsetzung identifizierter Maßnahmen
6. Evaluierung der Maßnahmen und Erfolgskontrolle

Das Projekt SEE unterstützt so eine systematische Herleitung kommunaler Strategien zur Ressourceneinsparung, die Auswahl geeigneter Maßnahmen und das Monitoring ihrer Wirksamkeit. SEE sieht im Sinne einer Langzeitentwicklung und einer Lebenszyklusbetrachtung eine Betrachtung der energetischen Prozessketten im gesamten Stadtgebiet vor.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Realisierung des Energiekonzeptes auf Stadt- und Quartiersebene erfordert ein starkes Engagement im Bereich der Sanierung von Bestandsgebäuden. Dazu ist eine aktive Einbindung der Bürgerinnen und Bürger vor Ort in Beteiligungsprozessen unabdingbar für den Erfolg von allen Maßnahmen. Es stellt sich heraus, dass sich die vereinbarten Ziele zur Energieeinsparung nur über den Weg der Sanierung erreichen lassen – die Energieeffizienz ist hier die größte „Energiequelle“. Allerdings stellt die Integration erneuerbarer Energien in unsere bestehende Versorgungsinfrastruktur noch große Herausforderungen dar.

Die in diesem Beitrag beispielhaft vorgestellten und umgesetzten Maßnahmen zur Energieeinsparung zeigen durch neue und innovative Lösungen, vor allem im Sanierungssektor, noch viel Steigerungspotenzial auf. Für eine maximale Effizienz ist es in Zukunft wesentlich, Synergien zu erzeugen und vorhandene Teilsysteme integral zu betrachten und zu verbinden. Nur auf diesem Wege wird es möglich sein, die bis 2050 vorgegebenen Ziele auch wirklich zu erreichen.

- [4] Luther, G, Altgeld, H: Integrierte außenliegende Wandheizung – ein Verfahren zur Nutzung der massiven Außenwand als ein in ein Gebäudeheiz- und Kühlsystem integrierter thermischer Speicher und als Murokauten-Wärmeübertrager, 2008, G. Luther: Patentanmeldung DE 10 2008 009 553.2
- [5] Gintars, D.: Gebäude sanieren – hochdämmende Großelemente, BINE Projektinfo 04, 2008, FIZ Karlsruhe, ISSN 0937-8367
- [6] Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze, Institut Wohnen und Umwelt, 2. Auflage, Dez. 2003/ ISBN-Nr.: 3-932074-64-5/IWU-Bestell-Nr. 05/03
- [7] Heckmann, W., Berg, A., Degner, T.: Intelligent Local Grids for High PV Penetration, ISES Solar World Congress, Kassel, 28.08.–02.09.2011
- [8] Paul, E.: Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung in Einfamilienhäusern, 4. OTTI Fachforum Innovative Wohnungslüftung
- [9] Maas, A., Oppermann, J., Kaiser, J.: SynergieHaus Energetische Analyse und Bewertung von SynergieHäusern, Gesamthochschule Kassel, Fachgebiet Technische Gebäudeausrüstung, Kassel, 2000

Literatur

- [1] Bundesregierung: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Sept. 2010, Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Berlin
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen I, 2011, Energiedaten Tabelle 7, BMWi, Berlin, <http://bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiegewinnung-und-energieverbrauch5-eev-nach-anwendungsbereichen,property=blog,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.xls>
- [3] Luther, G, Altgeld, H: Die außen liegende Wandheizung, Gesundheitsingenieur 123, 2002, S. 8–15