Mit wissenschaftlich-neutralem Handlungskonzept zur CO_2-Reduktion in kommunalen Liegenschaften

Bislang sind Einzelmaßnahmen wie Wärmedämmung oder Heizkesseltausch die gängigen Instrumente zum Klimaschutz in öffentlichen Liegenschaften. Das bedeutet, einzelne technische Ansätze werden oft isoliert auf ihre Wirtschaftlichkeit hin überprüft und gegebenenfalls umgesetzt. Die Experten des Instituts für Energietechnik an der Hochschule Amberg-Weiden können helfen, das zusätzliche CO_2-Reduktionspotenzial zu erschließen, das sich durch die Kombination von Energieeffizienzmaßnahmen und integrierten Wärmenutzungskonzepten im Zusammenschluss von Liegenschaften ergibt.

Im Gegensatz zur isolierten Bewertung von Einzelmaßnahmen werden bei der wissenschaftlich-neutralen und sachlogisch gestuften Vorgehensweise in der Erstellung von Klimaschutzkonzepten technische Ansätze zur Nutzung erneuerbarer Energien und Verbesserung der Energieeffizienz umfassend geprüft und in Form verschiedener Energieversorgungsvarianten in Bezug auf den Ist-Zustand bewertet. Dies schafft die Basis, begrenzt vorhandene Investitionsmittel zeitlich gestaffelt und ökonomisch sinnvoll zur CO_2-Reduktion einzusetzen. Diese Vorgehensweise schließt in einem konkreten Maßnahmenkatalog mit Systemempfehlung und bindet die Nutzer über gezielte Öffentlichkeitsarbeit mit ein. Die lokalen Potenziale zur Emissionsminderung in den Liegenschaften werden dadurch wirtschaftlich optimiert und umfassend erschlossen.

Das Institut für Energietechnik befindet sich an der Hochschule Amberg-Weiden.

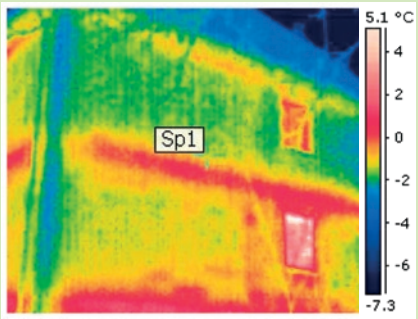
Das Institut für Energietechnik IfE an der Hochschule Amberg-Weiden beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit Klimaschutz- und Energieeffizienzkonzepten für Kommunen und Industriebetriebe. Die Arbeiten des IfE wurden mit dem E.ON Umweltpreis 2009 und dem Bayerischen Energiepreis 2008 ausgezeichnet. Bisher realisierte Vorhaben in Kommunen, die als Resultat eines Handlungskonzeptes umgesetzt wurden, werden durch das Institut für Energietechnik an der Hochschule Amberg-Weiden wissenschaftlich-messtechnisch begleitet und optimiert. Die erfassten Messdaten fließen in künftige Konzepte mit ein.

Erstellung eines Handlungskonzeptes in 7 Phasen

- **Phase 1**: Bestandsaufnahme der Infrastruktur und der Gebäude
- **Phase 2**: Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz
- **Phase 3**: Dimensionierung unterschiedlicher dezentraler Energieversorgungslösungen
- **Phase 4**: Entwicklung und Dimensionierung von Wärmeverbundkonzepten
- **Phase 5**: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Vollkostenrechnung
- **Phase 6**: CO_2-Bilanzierung der vorgeschlagenen Maßnahmen
- **Phase 7**: Maßnahmenkatalog und Systemempfehlung mit Ausarbeitung eines zeitlich gestaffelten Handlungsleitfadens

Autor: Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch • Institut für Energietechnik GbR an der Hochschule Amberg-Weiden • Kaiser-Wilhelm-Ring 23 • 92224 Amberg • Telefon (0 96 21) 4 82-284 • E-Mail: info@ifeam.de • www.ifeam.de

Infrarotaufnahme einer Gebäudehülle im Zuge der Schwachstellenanalyse.



Phase 1: Umfassende Bestandsaufnahme der Infrastruktur und der Gebäude

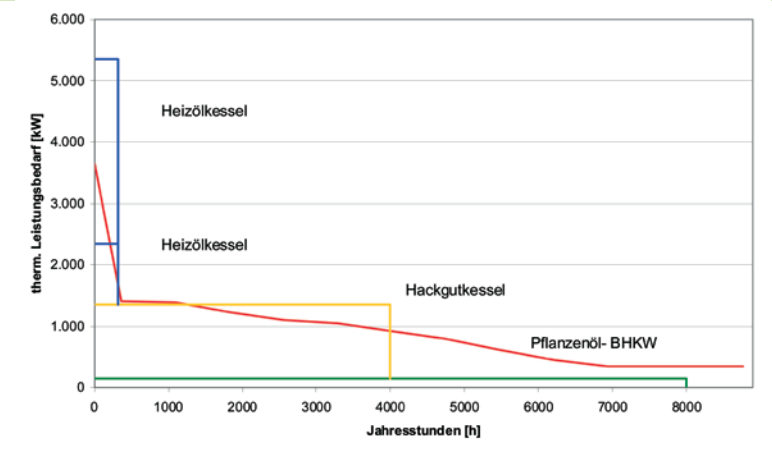
Im Zuge einer umfassenden Bestandsaufnahme werden die vorhandenen Wärmeerzeuger, deren Feuerungsleistungen und Laufzeiten, die Anlagennutzungsgrade sowie die Wärmeverteilung und Heizungsregelung im Ist-Zustand erfasst. Des weiteren werden der elektrische Energiebedarf sowie detaillierte Tages- und Jahreslastgänge aufgenommen. Aufbauend auf den bisherigen Energieverbrauchsdaten können Primärenergieumsatz und CO_2-Ausstoß im Ist-Zustand bilanziert und mit dem vergleichbarer kommunaler Liegenschaften abgeglichen werden. Die Sichtung aktueller Energielieferverträge ermöglicht zudem die Kalkulation der Energiekosten im Ist-Zustand. Ein weiterer wichtiger Aspekt, vor allem im Hinblick auf mögliche Wärmedämmmaßnahmen, ist die Aufnahme und Begutachtung der Gebäudehülle sowie die Kalkulation der Gebäudeenergiebilanz nach der Energieeinsparverordnung (EnEV).

Phase 2: Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

Aufbauend auf der vorhandenen Datenbasis im Ist-Zustand können gezielt Maßnahmen zur Energieeinsparung und Energieeffizienzsteigerung entwickelt werden, um zunächst den Energiebedarf zu senken, bevor es in die Dimensionierung erneuerbarer Energiesysteme geht. Einzelne Maßnahmen wie die Installation drehzahlvariabler Heizungspumpen oder die Erneuerung beziehungsweise effektive Regelung der Gebäudebeleuchtung können den elektrischen Energiebedarf eines Gebäudes um rund 10 Prozent reduzieren. Der thermische Energiebedarf kann durch den hydraulischen Abgleich des Heizungsnetzes, den Einbau moderner Thermostatventile, der Installation einer gebäudeangepassten Regelung oder Gebäudeleittechnik um bis zu 25 Prozent gesenkt werden. Unter Einbindung der Gebäudenutzer und Hausmeister kann zudem das Nutzerverhalten überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. An dieser Stelle werden auch unterschiedliche Wärmedämmmaßnahmen dimensioniert und im Hinblick auf den Wärmeenergiebedarf, den Primärenergiebedarf und CO_2-Ausstoß des Gebäudes bewertet.

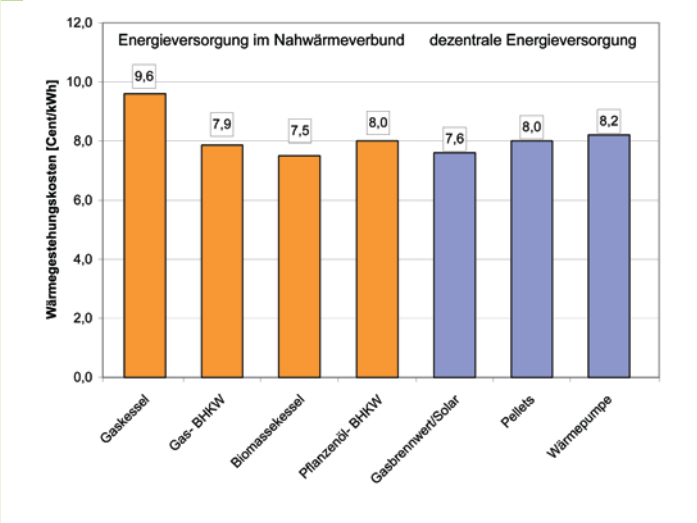
Phase 3: Dimensionierung unterschiedlicher dezentraler Energieversorgungslösungen

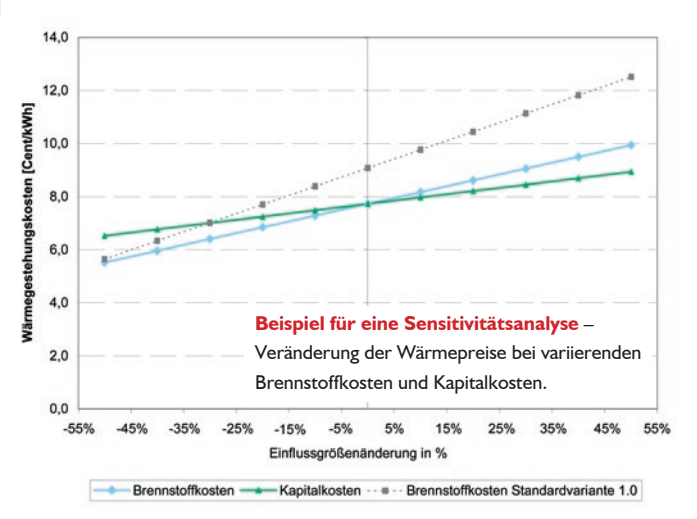
Abgestimmt auf die witterungsbereinigte Jahresdauerlinie eines Gebäudes, die zudem die Energieeinsparmöglichkeiten aus Phase 2 berücksichtigt, können nun dezentrale, das heißt für jede Liegenschaft einzeln entwickelte, Energieversorgungslösungen dimensioniert werden. Die Jahresdauerlinie spiegelt den thermischen Leistungsbedarf eines Gebäudes über das Jahr hinweg wider und ist das zentrale Planungsinstrument für die Auslegung von Energieversorgungsvarianten. Als Referenzvariante hinsichtlich des CO_2-Ausstoßes und der Kosten wird in der Regel ein Gas- oder Heizölbrennwertgerät ausgelegt. Je nach Gebäudegröße und Gebäudetyp können Biomasseanlagen (Pellet, Hackschnitzel), Blockheizkraftwerke (Erdgas, Heizöl, Pflanzenöl, Bio-Erdgas), Wärmepumpentechnologien oder Solarthermieanlagen alternativ dimensioniert werden. Die Auslegung anhand der gebäudespezifischen Jahresdauerlinie, welche die Energieeinsparung aus Phase 2 berücksichtigt, vermeidet eine Überdimensionierung und ermöglicht die exakte Ermittlung der Jahresvolllaststunden und der Brennstoffverbräuche. >>



Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs in einem Nahwärmenetz und Deckung durch die Kombination verschiedener Wärmeerzeuger.

Beispiel für Wärmepreise
bei dezentraler Energieversorgung im Vergleich mit einem Nahwärmeverbund.





Beispiel für eine Sensitivitätsanalyse – Veränderung der Wärmepreise bei variierenden Brennstoffkosten und Kapitalkosten.

Phase 4: Entwicklung und Dimensionierung von Nahwärmeverbundkonzepten

Alternativ zu der dezentralen, isolierten Gebäudeenergieversorgung, kann die Bildung von Nahwärmeverbundnetzen mit Nutzung möglicher Abwärmequellen wirtschaftlich deutliche Vorteile bringen – insbesondere, wenn neben Schulen und Turnhallen auch Frei- und Hallenbäder beziehungsweise Industriebetriebe in den Wärmeverbund integriert werden können. Die Dimensionierung der Wärmeerzeuger gliedert sich hierbei in Grund-, Mittel- und Spitzenlastanteile und orientiert sich an der geordneten thermischen Jahresdauerlinie des Gesamtnetzes. In der Heizzentrale eignen sich Biomasseanlagen (Heiz- oder Heizkraftwerke) sowie Blockheizkraftwerke (Erdgas, Biogas, Heizöl, Pflanzenöl, Bio-Erdgas) als Grundlastwärmeerzeuger. Für die Spitzenlast beziehungsweise als Reservekessel werden dagegen aufgrund der geringen Investitionskosten und der geringen Laufzeit konventionelle Gas- oder Ölkessel eingesetzt.

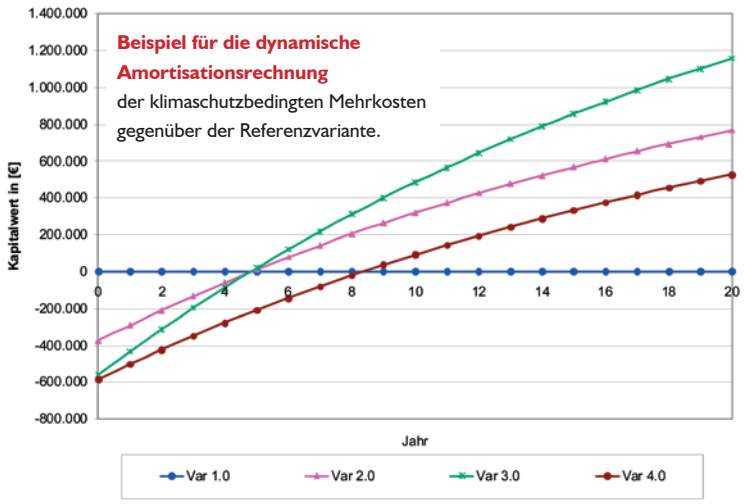
Phase 5: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Vollkostenrechnung

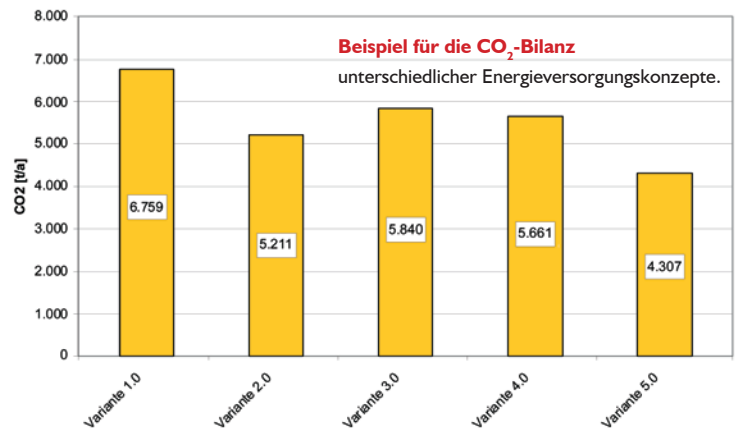
In der fünften Phase werden nun die Investitionskosten für sämtliche Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung aus Phase 2 beziehungsweise für die dezentralen (mit Wärmeerzeuger, Brennstofflager, Einbringung, Demontage Altanlagen, Planung) und zentralen Energieversorgungskonzepte der Liegenschaften (mit Wärmeerzeuger, Nahwärmenetz, Übergabestationen, Brennstofflager, Heizzentralen, Planung) erarbeitet. Grundsätzlich erfolgt die Prognose aller Investitionskosten produktneu-tral anhand von Marktdurchschnittspreisen. Mit Berücksichtigung der Brennstoffkosten (Hackschnitzel, Pflanzenöl, Biogas, Bio-Erdgas, Pellets), der Wartungs- und Betriebskosten sowie der Verwaltungskosten können nun die jährlichen Durchschnittskosten für alle möglichen Lösungen kalkuliert werden. Bei KWK-Lösungen werden die Stromeinnahmen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz oder Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz gegengerechnet. Die Nettojahresgesamtkosten (Vollkosten) können nun spezifisch auf eine Kilowattstunde Nutzwärme bezogen werden und bilden somit den spezifischen Wärmepreis einer Energieversorgungslösung. Diese spezifischen Wärmegestehungskosten beinhalten alle Kostenarten einer Versorgungslösung und ermöglichen den Vergleich der verschiedenen Versorgungslösungen untereinander sowie den Vergleich mit möglichen Contracting-Modellen. Darüber hinaus bilden die Vollkostenwärmepreise die Grundlage für den interkommunalen Wärmeverkauf.

Im Zuge einer gesonderten Betrachtung erfolgt anschließend die Kalkulation der Vollkostenwärmepreise unter Berücksichtigung aktueller Investitionsfördermittel. Da die Kalkulation der Vollkostenwärmepreise aus-

Autor: Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch • Institut für Energietechnik GbR an der Hochschule Amberg-Weiden • Kaiser-Wilhelm-Ring 23 • 92224 Amberg • Telefon (0 96 21) 4 82-284 • E-Mail: info@ifeam.de • www.ifeam.de

Verlegung von Nahwärmeleitungen.





schließlich mit heutigen Kapitalmarktzinsen und Brennstoffpreisen erfolgt, wird im Zuge einer nachgeschalteten Sensitivitätsanalyse der Einfluss variierender Zinsen und Brennstoffpreise auf den Wärmepreis einer Lösung untersucht. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die dynamische Amortisationsrechnung der klimaschutzbedingten Mehrinvestitionen gegenüber der Standard-Referenzvariante.

Phase 6: CO_2-Bilanzierung der vorgeschlagenen Maßnahmen

Ausgehend vom CO_2-Ausstoß im Ist-Zustand erfolgt in Phase 6 die Bilanzierung des neuen CO_2-Ausstoßes in den untersuchten Liegenschaften bei Umsetzung unterschiedlicher Energieeffizienzmaßnahmen aus Phase 2, bei der dezentralen Energieversorgung der Liegenschaften, wie in Phase 3 erarbeitet, oder der Versorgung über einen Nahwärmeverbund, wie in Phase 4 entwickelt.

Phase 7: Maßnahmen, Systemempfehlung, Handlungsleitfaden

Ausgehend vom CO_2-Ausstoß und den Energiekosten im Ist-Zustand wurden in den Phasen 1 bis 6 unterschiedliche Möglichkeiten der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung sowie unterschiedliche dezentrale und zentrale Wärmeversorgungskonzepte auf Basis erneuerbarer Energien einer umfassenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und CO_2-Bilanz unterzogen. Diese Zusammenstellung bildet die wissenschaftlich neutrale und projektspezifisch ausgearbeitete Basis für die abschließende Entscheidungsfindung beziehungsweise die Ausarbeitung eines Maßnahmenkataloges und zeitlich gestaffelten Handlungsleitfadens. ■

Variante	Investitionskosten (Euro)	Jahresgesamtkosten (Euro/a)	Wärmegestehungskosten (Cent/kWh)	CO_2-Emissionen (t/a)
Variante 1.0	1.284.000	498.000	9,5	1.556
Variante 1.1	1.798.000	379.000	7,2	554
Variante 1.2	1.945.000	410.000	7,8	-758
Variante 1.3	1.833.000	596.000	11,3	878
Variante 1.4	3.092.000	398.000	7,6	55

Beispiel für die zusammenfassende Darstellung von Investitionen, Wärmekosten und CO_2-Emissionen.

HTI WILHELM GIENGER KG
Fachgroßhandel für Bau- und Industriebedarf

INITIATIVE CO2
Energieverbrauch runter
Energieeffizienz rauf