

# Gas-Plus-Technologien als Grundlage effizienter Energieverwendung

## Impulse aus der DVGW-Innovationsoffensive

Neue Technologien, Effizienzsteigerung, Erneuerbare Energien, Nachhaltigkeit, CO<sub>2</sub>-Reduktion, Wärmemarkt

Rolf Albus

*Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht u. a. vor, die energetische Gebäudesanierung zu forcieren, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen drastisch zu reduzieren. Dabei sollen neben Dämmmaßnahmen auch die regenerativen Energien eine tragende Säule in zukünftigen Energieversorgungsstrukturen einnehmen. Diese tiefgreifenden Veränderungen geben kaum Gestaltungsraum für fossile Energieträger, auch spielen Maßnahmen zur Effizienzsteigerung eine wichtige Rolle [1]. Die Klimaschutzziele der Bundesregierung sehen für den Wärmemarkt eine weitere Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 93 Mio. t/a bis 2020 vor, dies entspricht ca. 10 % der gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr [2].*

*Hocheffiziente Technologien in Kombination mit regenerativen Energien setzen sich im Wärmemarkt immer mehr durch. Die Gas-Plus-Technologien Gasbrennwert + Solar, Gaswärmepumpe sowie Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung ermöglichen eine umfassende Integration regenerativer Energien im gesamten Wärmemarkt (Solarthermie, Geothermie sowie Einsatz von Biogas und – perspektivisch – regenerativ erzeugter Wasserstoff), sodass nachhaltig die Ziele zum Ausbau der regenerativen Energien und zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichbar werden.*

### 1. Energetische Gebäudesanierung

Aufgrund der in den letzten Jahrzehnten immer weiter verschärften gesetzlichen Anforderungen konnte im Neubaubereich der durchschnittliche Heizwärmebedarf immer weiter abgesenkt werden (**Bild 1**).

Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht für den Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 einen klimaneutralen Umbau vor, da hier – vergleichbar zur EU – ca. 40 % des Endenergieverbrauchs anfallen. Der verbleibende Energiebedarf soll schließlich über regenerative Energien abgedeckt werden. Da aber die Neubauquote bei lediglich 0,5 % und die Sanierungs-

### Gas-plus technologies as base elements for efficient use of energy

*The energy policy of the German Federal Government envisions a dramatic reduction of CO<sub>2</sub>-emissions by the year 2020. These goals are to be reached by emphasizing the need to modernize insulation in buildings, expand the use of renewable energy sources in future energy infrastructures and increase energy efficiency. These profound changes leave very little room for the further use of fossil fuels in the coming years. Additionally the objectives stated in these policies seek to decrease CO<sub>2</sub>-emissions in the entire heating sector by nearly 93 million tons per year, which is equivalent to 10% of the total CO<sub>2</sub> emissions generated from heat and energy production.*

*The combination of highly efficient technologies and renewable energies are gradually gaining market shares in the heating sector. Gas-Plus technologies such as, condensing boilers combined with solar cells, gas powered heat pumps or small scale combined heat and power cycles offer new opportunities to integrate renewable energies (solar, geothermal, biogas as well as hydrogen in the near future) into the entire heating sector, so that the goals to develop renewable fuels and reduce CO<sub>2</sub>-emissions are met in a sustainable manner.*

quote bei ca. 1,1 % liegen, scheint eine Erreichung dieser ambitionierten CO<sub>2</sub>-Senkungsziele in Deutschland fraglich. Es ist daher seitens der Bundesregierung geplant, die energetische Sanierungsquote auf über 2 % zu verdoppeln. Dafür wären jedoch immense Investitionen nötig, vorsichtige Schätzungen gehen von über 2000 Mrd. EUR bis zum Jahr 2050 aus [4, 5, 6].

Da aber nicht alle Investitionen im Zuge einer energetischen Gebäudesanierung sofort rein wirtschaftlichen Aspekten genügen, sind weitere Fördermaßnahmen durch die Bundesregierung zur Erreichung der Ziele erforderlich, insbesondere den Anteil erneuerba-

rer Energien im Wärmemarkt auf 14 % bis zum Jahr 2020 auszubauen, damit die Energieversorgung im perspektivisch klimaneutralen Gebäudebestand gesichert werden kann. Für 2010 wird der Anteil erneuerbarer Energien mit mehr als 136 TWh bzw. 9,5% angegeben (davon über 60% aus fester Biomasse und Biogas). Bei dieser Ausbaquote scheint eine Erreichung des Ziels in 2020 möglich zu sein [7], **Bild 2**.

Am Beispiel des Ausbaus von Solarthermie-Anlagen zeigt sich neben der saisonalen Abhängigkeit auch eindrucksvoll die Abhängigkeit von Fördermaßnahmen. Der Förderstopp im Rahmen des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien MAP im Frühjahr 2010 führte zu einem Rückgang der neu installierten Kollektorfläche um 27% im Vergleich zu 2009 [7, 8], **Bild 3**.

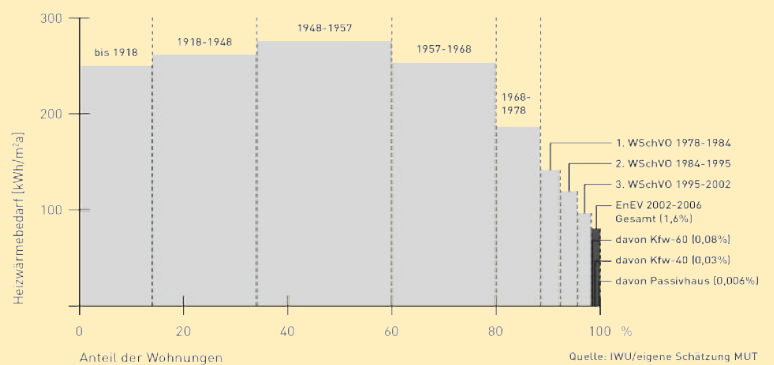
Nicht nur bei der Einführung neuer Technologien sind flankierende und einfach handhabbare Fördermöglichkeiten wünschenswert, auch über einen planbaren Zeitraum hinaus, da hierdurch deutliche Impulse für eine Intensivierung der Modernisierungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen gesetzt würden.

Üblicherweise wird unter der energetischen Sanierung von Gebäuden primär eine Dämmung der thermischen Gebäudehülle verstanden, d.h. einer (zusätzlichen) Wärmedämmung der Fassaden, des Dachbodens und der Kellerdecke sowie ein Austausch der Fenster. Dies ist aber mit hohen Investitionskosten und langen Amortisationszeiträumen verbunden. Weitreichende Maßnahmen zur energetischen Sanierung von Gebäuden übersteigen zudem gerade einkommensschwache Haushalte. Hier könnten mit dem Austausch der Heiztechnologie gegen ein hocheffizientes System schon aufgrund der Betriebskostenreduzierung deutlich finanzielle Entlastungen erzielt werden. Haushalte mit mittleren oder höheren Einkommen könnten folglich durchaus auch kombinierte Maßnahmen aus Technologieaustausch und sinnvoller Dämmung umsetzen [9].

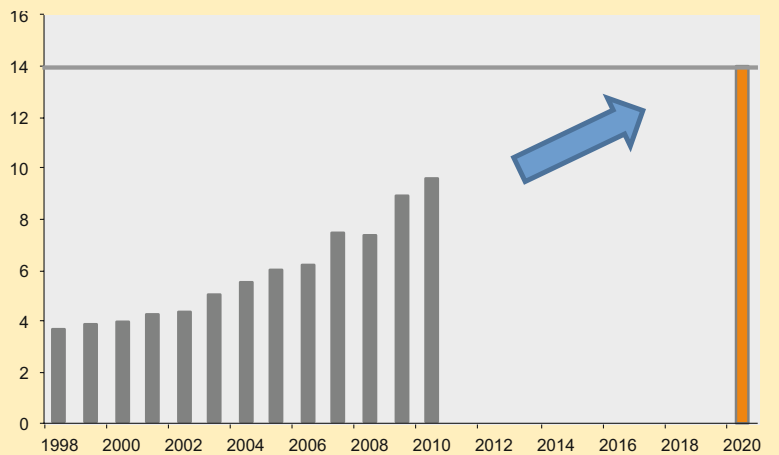
Leider steht aber die Erneuerung der Heizungsanlage als kostengünstige Sanierungsmöglichkeit nicht im Fokus der Überlegungen und Planungen. Dies wird durch die Tatsache untermauert, dass zurzeit nur etwa 13% der Heizungen in Deutschland dem Stand der Technik entsprechen – also Systeme, die Effizienz und erneuerbare Energien miteinander verbinden [10].

Viele Praxisbeispiele demonstrieren eindrucksvoll die auch unter wirtschaftlichen Aspekten darstellbaren Kombinationsmaßnahmen an der thermischen Gebäudehülle und der Erneuerung der Heizungsanlage. Auch muss perspektivisch davon ausgegangen werden, dass viele Produkte und Entwicklungen zu weiteren Kostenreduktionen führen werden [11, 12, 13].

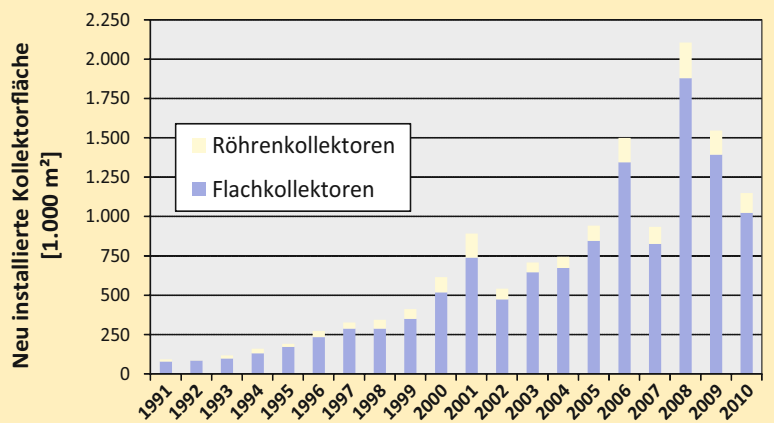
Durch den verstärkten Einsatz hocheffizienter Heiztechnologien in Kombination mit regenerativen Energien können bei der energetischen Gebäudesanierung



**Bild 1.** Durchschnittlicher Heizwärmebedarf des Wohngebäudebestandes in Deutschland [3].

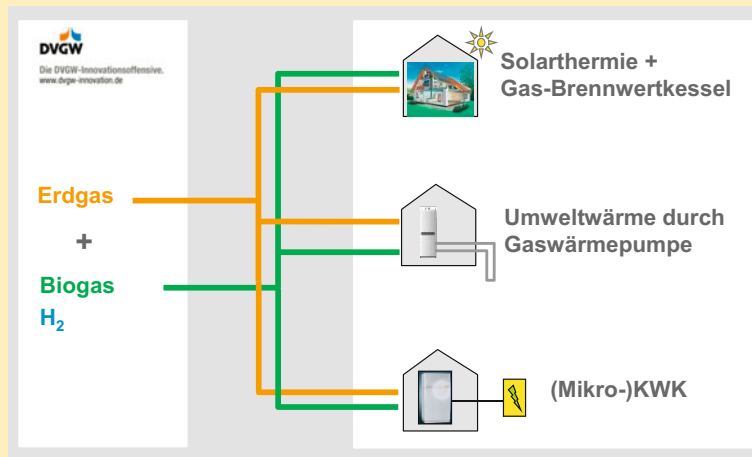
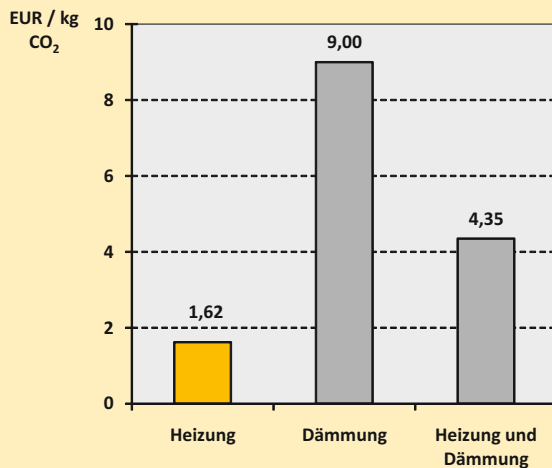


**Bild 2.** Anteil erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung im Wärmemarkt [7].

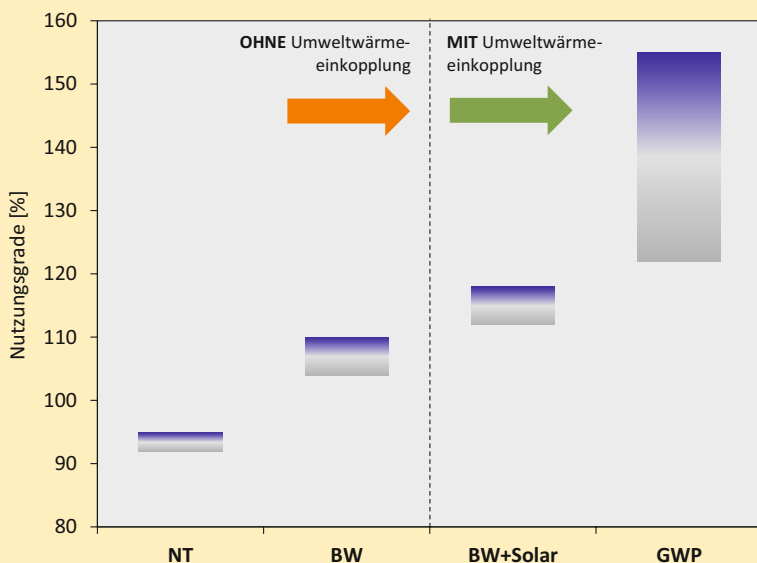


**Bild 3.** Jährliche neuinstallierte Kollektorfläche in Deutschland [7, 8].

**Bild 4.** Notwendige Investitionen zur Einsparung von 1 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr (Basis: Öl-Standardkessel, Gebäude 110 m<sup>2</sup>, Baujahr 1950) [14].



**Bild 5.** Gas-Plus-Technologien als ideale Plattform für die Einkopplung regenerativer Energien in die Gebäudeenergieversorgung. Quelle: GWI



**Bild 6.** Bandbreite der Nutzungsgrade von verschiedenen Gasheizgeräten. Quelle: GWI

**Tabelle 1.** Amortisationszeiten von Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung [15].

Maßnahme	Dauer in Jahren
Dachdämmung	12,5
Außenwanddämmung	13,1
Austausch Fenster	10,4
Kellerdeckendämmung	11,2
Installation Erdgas-Brennwertgerät	5,4

Basis: Einfamilienhaus 111 m<sup>2</sup> Wohnfläche, Baujahr 1949–1957, Standardkessel

neben einer schnellen Umsetzbarkeit (d.h. diese hocheffizienten Technologien sind technisch ausgereift und verfügbar, z.B. Gasbrennwertgerät in Kombination mit einer solarthermischen Anlage) auch eine hohe Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitig niedrigen Amortisationszeiten erreicht werden (Bild 4 und Tabelle 1).

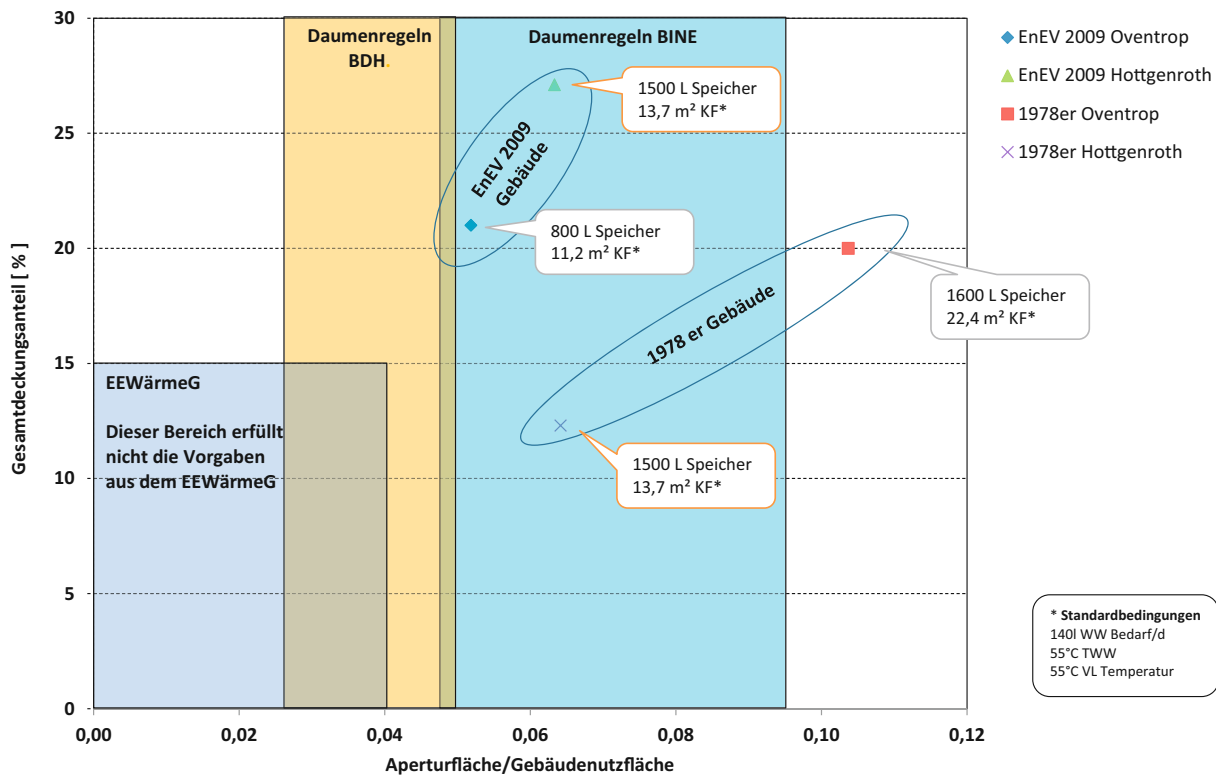
Die Analysen belegen, dass die Erneuerung der Heizungsanlage als die sich am schnellsten amortisierende Maßnahme darstellt. Gleichwohl muss berücksichtigt werden, dass es immer einen sinnvollen ökologischen und ökonomischen Kompromiss zwischen Dämmung und Heiztechnologie geben muss. Hierzu werden im Rahmen laufender Projekte der DVGW-Innovationsoffensive Gastechologie noch umfangreiche Untersuchungen und Analysen durchgeführt [16].

## 2. Gas-Plus-Technologien

Die Studie des Wuppertal-Instituts, die von Greenpeace in Auftrag gegeben wurde, empfiehlt Erdgas als die einzig notwendige Brückentechnologie für den Übergang zu den Erneuerbaren Energien [17]. Neben umfassenden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz wird auch empfohlen, Gastechnik z.B. mit Solarthermie zu koppeln und im hocheffizienten Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung einzusetzen – die sogenannten Gas-Plus-Technologien (Bild 5).

Auch hier ist die Innovationsoffensive Gastechologie des DVGW ein optimaler Impulsgeber, um die Markteinführung dieser Zukunftstechnologien zu beschleunigen und nachhaltig zu festigen. Im Rahmen der Projekte des Clusters 4 Anwendungstechnologien der DVGW-Innovationsoffensive werden die Gas-Plus-Technologien eingehend einer Leistungsbeurteilung im Labor und auch unter reproduzierbaren, aber praxisnahen Randbedingungen im Langzeitversuch im GWI-Versuchshaus unterzogen.

Die bisherigen Analysen bestätigen, dass die Gas-Plus-Technologien für den häuslichen Wärmemarkt problemlos und sofort die hohen Erwartungen an eine Steigerung der Energieeffizienz und einer Einbindung regenerativer Energien erfüllen können und das zusätzlich in einem wirtschaftlich kostengünstigen Rahmen (Bild 6).



**Bild 7.**  
 Varianzen bei der Auslegung von solarthermischen Anlagen.

Quelle: GWI

Die Gerätehersteller haben sich vielfältig auf diese Situation eingestellt und liefern aufeinander abgestimmte Gesamtsysteme, mit denen viele Standardfälle im Neubaubereich und im Gebäudebestand erfasst werden können. Gleichwohl müssen Planung, ausführendes Handwerk und auch regelmäßige Wartung von hoher Qualität sein, zusätzlich ist die Einbindung des Nutzers unerlässlich, da nur optimal abgestimmte Systeme eine hohe Effizienz und auch Wirtschaftlichkeit garantieren.

### 2.1 Gasbrennwert + Solar

Diese Kombination kann als Standardtechnologie angesehen werden und nimmt einen immer höheren Anteil im Wärmemarkt ein, obwohl die komplette Marktdurchdringung noch nicht erreicht ist (Marktanteil Brennwertgeräte liegt bei ca. 50%).

Die vollständige Technologiereife scheint bei Brennwertgeräten hinsichtlich der Effizienz und Kosten erreicht, beim Zusammenwirken mit den regenerativen Systemen (Flach- oder Röhrenkollektoren) besteht noch Handlungs- bzw. Abstimmungsbedarf, auch ist der Einfluss von immer größer dimensionierten Speichern auf die Effizienz der Gesamtanlage nicht zu vernachlässigen. Des Weiteren muss bei der Planung sorgfältig vorgegangen werden [18].

Bei den im Rahmen der DVGW-Innovationsoffensive durchgeführten Analysen von verschiedenen Planungswerkzeugen (Simulationen, Hersteller-Tools, Richtwerte, Normenwerte, Vorgaben aus Richtlinien und Gesetzen) haben sich große Unterschiede bei der Dimensionierung und Auslegung solcher Systeme ergeben (Bild 7).

Hier besteht folglich noch erheblicher Entwicklungsbedarf, um dieses hocheffiziente, regenerative System unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens optimal auch im Gebäudebestand zu integrieren und effizient zu betreiben.

### 2.2 Gaswärmepumpen

In den letzten Jahren wurden bei Gaswärmepumpen im kleinen Leistungsbereich deutliche Weiterentwicklungen erzielt, zur Marktreife sind aber nur wenige Systeme geführt worden. Weitere Systeme sollen in den nächsten Jahren folgen.

Für einen optimalen und hocheffizienten Einsatz von Gaswärmepumpen sind neben der Qualität der Einzelkomponenten und der Systemintegration das Nutzerverhalten und vor allem die Wärmequelle wesentlich (Luft, Solarthermie oder Erdwärme). Hierzu werden im Rahmen der DVGW-Innovationsoffensive in Kooperation mit der Initiative Gaswärmepumpe (IGWP) umfangreiche Analysen durchgeführt. Die verschiedenen Gaswärmepumpen werden am GWI auf einem Prüfstand nach der VDI-Richtlinie 4650-2 untersucht, zusätzlich werden auch Daten von Feldtestuntersuchungen ausgewertet, um Handlungsempfehlungen für eine optimale Betriebsweise ableiten zu können.

### 2.3 Mikro-KWK

KWK wird wegen ihrer vielfältigen Vorteile in den sich deutlich verändernden Energieversorgungsstrukturen eine Schlüsselrolle zukommen. In den letzten Jahren wurden im Bereich der Mikro-KWK-Technologien deutli-



**Bild 8.** Überblick der in der DVGW-Innovationsoffensive untersuchten Mikro-KWK-Technologien. Quelle: Hersteller

che Entwicklungsfortschritte erzielt. Mittlerweile kann auf eine wachsende Zahl gerade im Markt eingeführter bzw. seriennaher Geräte namhafter Hersteller zurückgegriffen werden. Eine gerade erfolgte Markteinführung ist jedoch kein Garant für eine dauerhafte Marktetablierung, daher sind seitens der Energiewirtschaft noch flankierende und unterstützende Maßnahmen erforderlich, um die Mikro-KWK erfolgreich als innovative und hocheffiziente Technologie im Wärmemarkt zu positionieren. Als Bedingung für eine erfolgreiche Etablierung im Markt muss eine möglichst einfache Installation durch das SHK-Handwerk – im Bestand durch Austausch von alten Kesseln oder im Neubau – ähnlich dem Plug and Play-Prinzip möglich sein.

Mikro-KWK in der Hausenergieversorgung können wie folgt charakterisiert werden:

- Anlagen für den Einsatz in Ein- und kleinen Mehrfamilienhäusern als Stromerzeugende Heizung (bis ca. 3–4 kW<sub>el</sub>).
- Bis zu 90–95 % Brennstoffausnutzung.
- 30 % Brennstoffeinsparung gegenüber getrennter Strom- und Wärmeerzeugung und Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- Breites Anwendungsspektrum als Schlüsseltechnologie zur Verlinkung von Strom- und Gasnetz.
- Einsatzmöglichkeiten:
  - Wärmegeführter Betrieb = Stromerzeugende Heizung
  - Stromgeführter Betrieb = Vernetzung zu „virtuellen Kraftwerken“

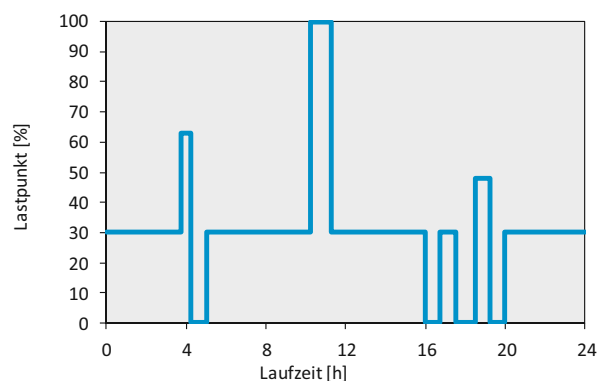
Im Rahmen der DVGW-Innovationsoffensive werden verschiedene KWK-Technologien unter Berücksichtigung einer intelligenten Abwärmenutzung, möglicher Substitution von Stromanwendungen und Kombinationen der Technologien zur Wärme- und Stromerzeugung sowie Speichereinbindung untersucht. Im **Bild 8** sind beispielhaft die verschiedenen KWK-Technologien zusammengestellt, die in der DVGW-Innovationsoffensive untersucht werden.

Über statische Wirkungsgradmessungen nach EN 50465 bzw. basierend auf bestehender Normung werden fünf Wirkungsgradpunkte ermittelt, sodass als Ergebnis eine Wirkungsgradkennlinie über den gesamten Lastbereich des Gerätes vorliegt. Hierbei werden aber keine Systemkomponenten wie z.B. ein Puffer- bzw. Kombispeicher berücksichtigt. Eine Gesamtsystembetrachtung unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens erfolgt schließlich nach dem dynamischen Verfahren der DIN 4709 ‚Normnutzungsgrad für Mikro-KWK-Geräte bis 70 kW Nennwärmebelastung‘. Diese Messungen erfolgen über einen Zeitraum von über 24 h, wobei ein auf der VDI 4655 basiertes Lastprofil zugrunde gelegt wird (**Bild 9**).

Diese dynamischen Normnutzungsgradmessungen ermöglichen es nun, das Nutzerverhalten über eine reproduzierbare Verfahrensweise in die Systembetrachtung einzubeziehen. Zusätzlich werden für das Gesamtsystem unerlässliche Komponenten wie z. B. Pufferspeicher und Zusatzkessel in die Bilanzierung integriert.

Ausgewählte Systeme werden einem Langzeittest im Demonstrationshaus des GWI unter reproduzierbaren, aber praxisnahen Randbedingungen unterzogen, so z.B. das SOFC-Brennstoffzellensystem von CFCL (**Bild 10**).

Über einen Zeitraum von fast 12 Monaten wurde die Brennstoffzelle bei Volllast ( $P_{el} = 1,5 \text{ kW}$ ) ohne Unterbrechungen oder Störungen betrieben. Innerhalb dieses Zeitraums nahm der elektrische Wirkungsgrad um ca. 4 % ab. Dies entspricht einer Degradation von 0,5 % auf 1000 Betriebsstunden.



**Bild 9.** Lastprofil einer dynamischen Nutzungsgradmessung nach DIN 4709.

Aus den Ergebnissen werden nach eingehenden Analysen Handlungsempfehlungen zum optimalen Einsatz in allen erdenklichen Gebäudekategorien herausgearbeitet – beispielsweise eignet sich ein Stirling-Mikro-KWK-Gerät besonders gut im Austausch zu einem veralteten NT-Kessel.

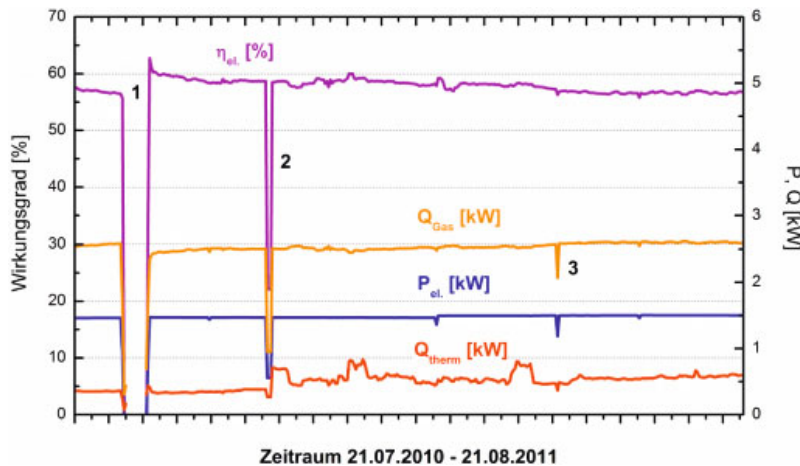
Folgende Analysen liegen bisher vor:

- Die Größe des thermischen Warmwasserspeichers als Puffer hat bei einem rein wärmegeführten Betrieb keinen signifikanten Einfluss auf den elektrischen Deckungsgrad. Hinsichtlich der Taktraten von KWK-Anlagen war ein Einfluss der Größe des Pufferspeichers erkennbar. Eine sinnvolle Taktrate (hinsichtlich der Haltbarkeit des Motors, Wartung) kann als Orientierung zur Speicherauslegung verwendet werden, da die Laufzeit des Zusatzheizgerätes nur sehr geringfügig von der Größe des Puffers abhängig ist.
- Eine stromoptimierte Betriebsweise kann den elektrischen Deckungsgrad erhöhen ohne den Heizkomfort zu verschlechtern. Abschließende Simulationsrechnungen werden hierzu noch durchgeführt. Mit neuen Speicherkonzepten wie beispielsweise einer Verschaltung von PCM-Speichern (PCM – phase change material) mit einem thermischen Warmwasserspeicher könnten die Deckungsgrade weiter erhöht werden.
- Über die stromoptimierte Betriebsweise kann eine Verschaltung von Mikro-KWK-Anlagen zu virtuellen Kraftwerken zur Ausregelung fluktuierender Energie im Stromnetz gewährleistet werden. Vorab muss jedoch die generelle Machbarkeit ohne Komforteinbußen und zunächst mit verfügbaren Speichern nachgewiesen werden.

### 3. Fazit und Ausblick

Beim Umbau der Energieversorgung müssen sowohl ökonomische als auch ökologische Aspekte beachtet werden. Bei der energetischen Gebäudesanierung muss zwischen Dämmung und Technologieaustausch eine wirtschaftlich sinnvolle Kombination gefunden werden. Technologieoffenheit ist dabei unerlässlich, denn Standardlösungen werden die Effizienzansprüche nicht mehr erfüllen. Individuelle und maßgeschneiderte Konzepte werden alle Marktpartner vor große Herausforderungen stellen.

Die Auswirkungen sind auch bei den Anwendungstechnologien spürbar. Der Einsatz von regenerativen Energien und hocheffizienten Technologien bestimmt dabei maßgeblich die Diskussionen. Das Energiekonzept der Bundesregierung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung gibt klare Vorgaben zum Ausbau der Erneuerbaren Energien als tragende Säule der zukünftigen Energieversorgung, zur Erhöhung der Energieeffizienz sowie für die energetische Gebäudesanierung.



**Bild 10.** Ergebnisse Langzeitversuch der SOFC-Brennstoffzelle von CFCL im GWI-Versuchshaus (1 – Stackaustausch 18.–31.08.10; 2 – Umbau Messtechnik zur Einbindung eines Pufferspeichers; 3 – Wartungsarbeiten).

Die DVGW-Innovationsoffensive liefert dazu wichtige Impulse, da die zukünftige Energieversorgung technologisch deutlich anspruchsvoller wird. Gastechnologien sind DER Motor für Innovation und Zukunftsfähigkeit auf dem Weg zu den regenerativen Energien, wobei insbesondere die KWK die Brückentechnologie bei der Konvergenz der Strom- und Gasnetze darstellt.

Die Haupt-Herausforderungen für Gastechnologien sind dabei:

- Höhere Effizienz in den Umwandlungsstufen mit dem Ziel stärkerer dezentraler Stromerzeugung
- Entwicklung von bezahlbaren Systemlösungen für die Gebäudeenergieversorgung, Gewerbe und die Industrie
- Entwicklung von gasbasierten Systemlösungen für die Integration der regenerativen Energien in eine stabile und bezahlbare Energieversorgung
- Entwicklung und Begleitung von Konzepten zur Markteinführung neuer Technologien
- Entwicklung von hochflexiblen Energiespeichern

### Literatur

- [1] Energiekonzept der Bundesregierung, 2010.
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Leitszenario 2009.
- [3] Maas, A.: Bestandsersatz als ökonomische und ökologische Alternative zur energetischen Sanierung, Studie im Auftrag des Bundesverbands Baustoffe – Steine und Erden e.V., 2010.
- [4] Nelson, A.; Rakau, O. und Dörrenberg, P.: Nachhaltige Gebäude, Deutsche Bank Research, 2010.
- [5] Rakau, O.: Eine höhere Sanierungsquote kostet viel Geld, Deutsche Bank Research, 2010.
- [6] Corradini, R. und Musso, C.: Motor und Bremse für den Kollektorbau. BWK Bd. 63 (2011) Nr. 6.

- [7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien in Zahlen, Nationale und internationale Entwicklung, Juli 2011.
- [8] Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche, Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW), Juni 2010.
- [9] Neitzel, M. und Lindert, R.: IEU-Modernisierungskompass 2011-Fokus: Bezahbarkeit energetischer Modernisierungen, InWIS 2011.
- [10] BDH Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. und BEE Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.: Gemeinsame Resolution zum Wärmemarkt – Sanierungsstau im Heizungskeller auflösen, Januar 2010.
- [11] Haas-Arndt, D. und Ranft, F.: Altbauten sanieren – Energie sparen. BINE-Fachbuch, 3. Auflage 2009.
- [12] Schulze Darup, B.: Energieeffiziente Wohngebäude. BINE-Informationspaket FIZ-Karlsruhe, 2009.
- [13] dena-Sanierungsstudie: Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“, 2010.
- [14] IEU-Modernisierungskompass 2011, initiative erdgas pro umwelt, 2011.
- [15] Effizienz von Maßnahmen zur energetischen Gebäudemodernisierung, Darmstädter Institut für Wohnen und Umwelt und ASUE, 2008.
- [16] Mit Gas-Innovationen in die Zukunft! Broschüre des DVGW zur Innovationsoffensive, unter www.dvgw-innovation.de, 2011.
- [17] Schüwer, D. et al.: Erdgas: Die Brücke ins regenerative Zeitalter, Bewertung des Energieträgers Erdgas und seiner Importabhängigkeit, greenpeace und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, 2010.
- [18] Albus, R. und Müller, T.: Gasbrennwerttechnik und Solarthermie – eine hocheffiziente Kombination mit Zukunft. gwf-Gas|Erdgas (2010) Nr. 12.

Vortrag anlässlich der Gasfachlichen Aussprachetagung 2011, Hamburg.

#### Autor



Dr.-Ing. **Rolf Albus**  
Geschäftsführender Vorstand |  
Gaswärme-Institut e.V. Essen |  
Essen |  
Tel. +49 0201 3618-100 |  
E-Mail: [albus@gwi-essen.de](mailto:albus@gwi-essen.de)

#### Parallelheft gwf-Wasser | Abwasser

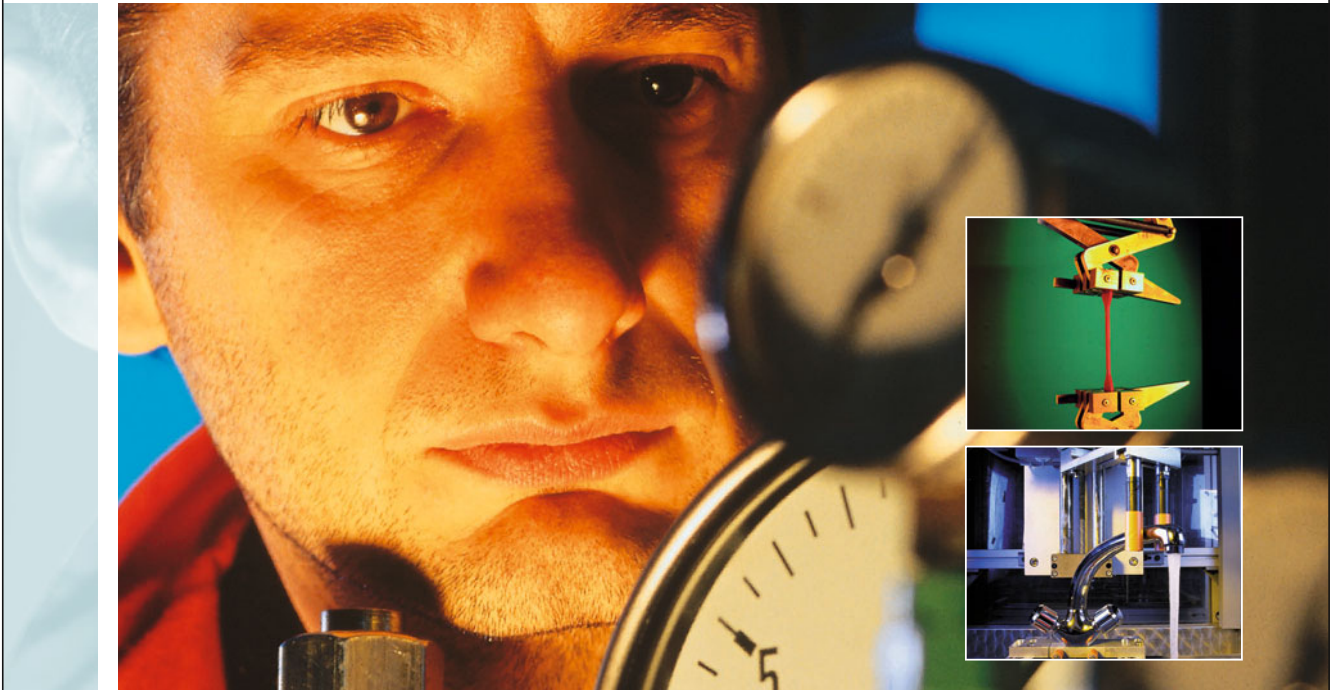
In der Ausgabe 10/2011 lesen Sie u. a. folgende Beiträge:

Schwarz u. a.	<b>CULTAN-Düngung und Grundwasserschutz – Kann die Nitratauswaschung durch CULTAN-Düngung reduziert werden?</b>
Plath	<b>Energieeffizienz: Was können Wasserversorger tun?</b>
Hofmann / Stefanski	<b>Trinkwasservolumenströme in Wohngebäuden</b>
Gawel / Fälsch	<b>Wasserentnahmeentgelte und Wassersparen (Antwort auf Kommentar Merkel in Heft 9/2011)</b>
Voß / Delker / Schulz	<b>Projektbericht Ahem (Automatisches Hydrologisches Echtzeitmodell)</b>

Besuchen Sie uns auf der GAT 2011 | Saal 3 | Stand 3/5  
Am 26.09.2011, 12:30 Uhr, Biogas Spezialevent zum Thema dena-Biogas-Register



# WIR KÖNNEN MEHR ALS GAS UND WASSER.



## Unsere Zertifizierungsverfahren:

- Zertifizierung von Produkten
- Zertifizierung von Fachunternehmen
- Zertifizierung von Managementsystemen
- Zertifizierung von Sachverständigen
- Präqualifizierung VOB von Bauunternehmen, z.B. SHK-Fachbetriebe, Rohrleitungsbauunternehmen etc.

**DVGW CERT GmbH – Der Branchenzertifizierer  
mit über 70 Jahren Erfahrung**



CE 0085



DVGW CERT GmbH · Josef-Wirmer-Str. 1-3 · 53123 Bonn · Tel. +49 228 9188-888 · Fax +49 228 9188-993  
Büro Berlin · Robert-Koch-Platz 4 · 10115 Berlin · Telefon: +49 30 27 58 07 10 · Telefax: +49 228 9188-92 781  
info@dvgw-cert.com · Internet www.dvgw-cert.com