



Unter anderem erschienen in:

**Medium: gwf – Gas/Ergas**

Ausgabe: Januar/Februar 2010

Ressort: Heizsystem

Seite(n): 2-5

# Wärme zum Wohnen: 10 Heizsysteme im Vergleich

Heizsystem, Ökoeffizienz, Wohngebäude, Erdgas, Brennwert, Blockheizkraftwerk, Kraft-Wärme-Kopplung, CO<sub>2</sub>-Bilanz

Hausbesitzer stehen bei der Wahl des Heizsystems vor einer Entscheidung mit weitreichenden Folgen. Der Vergleich der marktgängigen Systeme gestaltet sich schwierig. In dieser Situation ist die aktuelle „Ökoeffizienz-Analyse 2009 – Moderne Heizsysteme im Vergleich“ eine wertvolle Entscheidungshilfe. Auftraggeber ist die WINGAS GmbH & Co. KG, durchgeführt wurde die Analyse von der BASF SE. Die DEKRA Umwelt GmbH erstellte ein Peer Review in Anlehnung an die DIN EN ISO 14040 ff für ökologische Bewertungen.

Verglichen werden am Beispiel eines neuen Einfamilienhauses zehn Heizsysteme moderner Bauart. Die Technologien wurden nach verschiedenen Kriterien untersucht. „Ökoeffizient“ sind Systeme dann, wenn sie ökologisch und ökonomisch gut abschneiden. Die Analyse ermöglicht aber auch die getrennte Betrachtung beider Gesichtspunkte. Auf den vordersten Plätzen liegen Systeme, die mit Erdgas betrieben werden.

Entscheidungen mit weitreichenden Folgen für viele Jahre wollen gut bedacht sein. Das gilt in besonderem Maß für die Wahl des Heizsystems. Ganz gleich, ob die Heizung für einen Neubau vorgesehen ist oder ob sie eine veraltete Anlage ersetzen soll: Wer sowohl den Geldbeutel als auch die Umwelt schonen will, sollte seine Bestellung erst nach einem sorgfältigen Vergleich der marktgängigen Technologien aufgeben.

Das freilich ist leichter gesagt als getan. Ein Vergleich der erhältlichen Heizsysteme muss viele unterschiedliche Kriterien erfassen. Die Unterscheidung zwischen fossilen und erneuerbaren Energieträgern allein sagt noch wenig über die tatsächliche Öko-Bilanz.

Hinzu kommen muss beispielsweise ein Vergleich von Technologien wie Brennwertkessel, Strom-Wärmepumpe oder Blockheizkraftwerk. Inzwischen werden auch die ersten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen für Privathäuser angeboten. Hier stellt sich wie beim Blockheizkraftwerk die Frage, wie der Vorteil der eigenen Stromgewinnung in die Gesamtbilanz einfließen soll. Zu berücksichtigen ist ferner die Kombination fossiler und regenerativer Energieformen, zumal das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bei Neubauten die Integration regenerativer Energien in die häusliche Versorgung vorschreibt.

## Wirtschaftliche und ökologische Kriterien sinnvoll austariert

Was alle in Frage kommenden Systeme gemeinsam haben, muss nicht verglichen werden: Alle liefern Wärme. So lässt sich, vom Standpunkt des Kunden aus betrachtet, die Vielfalt der Kriterien auf zwei Hauptgesichtspunkte zurückführen: Das Heizsystem der Wahl soll wenig kosten, und es soll die Umwelt schonen.

In wirtschaftlicher Hinsicht sind vor allem die Anschaffungs- und die Verbrauchskosten gegeneinander abzuwägen. In der Ökobilanz schlagen neben der CO<sub>2</sub>-Belastung weitere Emissionen, aber auch gesundheitliche Risiken und Flächenbedarf sowie Energie- und Rohstoffverbrauch zu Buche.

Wie lassen sich diese und andere wirtschaftliche und ökologische Eigenschaften ermitteln und in einen angemessenen Zusammenhang bringen, sodass am Ende ein aussagekräftiges Gesamtbild entsteht? Eine Antwort bietet die „Ökoeffizienzanalyse 2009 – Moderne Heizsysteme im Vergleich“, in Auftrag gegeben von der Kasseler WINGAS, durchgeführt von der BASF. Bis heute gibt es keine vergleichbare Analyse von Heizsystemen für Privathaushalte. Berücksichtigt sind alle gängigen Heizsysteme für Einfamilienhäuser, die aktuell auf dem Markt erhältlich sind. Gedacht ist die Studie als Entscheidungshilfe für Energieberater, Heizungsplaner, Architekten, Eigentümer und Mieter.

Mit der Ökoeffizienz-Analyse hat WINGAS sich für ein vielfach erprobtes Instrument entschieden. Die Methode der Ökoeffizienz-Analyse genießt in Fachkreisen einen untadeligen Ruf. Entwickelt wurde sie gemeinsam von BASF und Roland Berger Consulting. Sie wurde im Jahr 2002 vom TÜV Rheinland Berlin Brandenburg zertifiziert und hat 2009 das international anerkannte Gütesiegel der National Sanitation Foundation (NSF International) erhalten.

Zusätzlich wurde die durchgeführte Analyse moderner Heizsysteme von einem unabhängigen Dritten begutachtet. Die WINGAS hat zum vierten Mal in Folge die Studie über Heizsysteme in Auftrag gegeben und durch die DEKRA Umwelt GmbH ein Peer Review für ökologische Bewertungen in Anlehnung an die DIN EN ISO 14040 ff erstellen lassen.

Die Ökoeffizienz-Analyse betrachtet in der Regel den Weg von Produkten und Herstellungsverfahren über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Beispielsweise fließen in die ökologische Beurteilung eines Produkts auch die Ausgangsstoffe mit ein, die zunächst gefördert und verarbeitet werden. Das Gebrauchsverhalten der Endabnehmer wird ebenso berücksichtigt wie die verschiedenen Möglichkeiten der Wiederverwendung und Entsorgung. Ähnlich weit gefasst ist auch die Untersuchung der Kosten.

In diesem Sinn ist unter Ökoeffizienz ein Gesamtwert zu verstehen, der neben ökologischen auch ökonomische Gesichtspunkte erfasst. Dabei bleibt stets transparent, welchen Anteil die Kosten- und welchen die Umweltbilanz am Gesamtergebnis hat.

## Wärme für Heizung und Trinkwasser im Einfamilienhaus

Was genau wurde nun in der aktuellen Studie untersucht? Die Modellrechnungen gingen aus von einem frei stehenden Einfamilienhaus mit 150 m<sup>2</sup> beheizter Fläche, bewohnt von einer vierköpfigen Familie. Der bauliche Zustand des Hauses, so die Annahme, entspricht der Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV). Man ging also von einem relativ geringen Wärmebedarf aus.

Der angenommene spezifische Heizwärmebedarf beträgt 50 kWh/m<sup>2</sup>a bzw. 7.500 kWh/a. Der spezifische Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung liegt bei 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a bzw. 1.875 kWh/a. Folgende Heiztechnologien wurden in der Studie untersucht:

Erdgas-Brennwertkessel mit anteiliger solarer Trinkwassererwärmung als Dachheizzentrale, sowie ein Heizöl-Brennwertkessel mit anteiliger solarer Trinkwassererwärmung als Kellerzentrale.

- Holz-Kessel als Kellerzentrale in zwei Ausführungen: für Scheitholz und für Holzpellets mit automatischer Beschickung.
- Strom-Wärmepumpe in zwei Ausführungen: Sole/Wasser und Luft/Wasser.

- Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage (KWK), einmal mit Erdgas-Stirling-Motor WhisperGen (bereits erhältlich), zweimal mit Brennstoffzelle auf Erdgasbasis (Proton-Exchange Membrane bzw. Solid Oxid). Die Mikro-KWK Anlagen mit Brennstoffzellen sind bisher als Prototypen in verschiedenen Pilotprojekten im Einsatz und werden voraussichtlich ab 2013 am Markt erhältlich sein.
- Nahwärmeversorgung mit Erdgas-Blockheizkraftwerk.

Die ökologische und ökonomische Bilanz dieser Systeme setzt sich aus unterschiedlichen Faktoren zusammen. In die Lebensweg-Betrachtung der untersuchten Heizsysteme wurden alle Prozesse aufgenommen, die für Herstellung und Betrieb erforderlich sind. Da die Entsorgung bzw. das Recycling der Heizkessel innerhalb des gesamten Lebenswegs der Produkte nur eine sehr geringe ökologische Bedeutung hat, wird diese letzte Lebensphase in der aktuellen Studie nicht berücksichtigt. Die Kostenbilanz berücksichtigt neben Anschaffung und Verbrauch von Energieträgern auch den Aufwand für Hilfsenergien (Kosten für Entsorgung bzw. Recycling wurden nicht berücksichtigt). Zu den bewerteten Umweltaspekten zählt der Verbrauch von Rohstoffen, Energie und Fläche, wie er beispielsweise für die Förderung und den Transport von Öl anfällt, außerdem Emissionen, Giftigkeit von Stoffen (Toxizität) und andere Risiken. Damit sind insbesondere Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten gemeint, wie sie in den vorgelagerten Schritten der Energiegewinnung, beispielsweise im Kohlebergbau (Stromerzeugung gemäß dem deutschen Strommix) oder mit der Bereitstellung von Scheitholz zusammenhängen. Bei der Holzverbrennung entsteht unter allen Heizsystemen der höchste Flächenbedarf. Der Flächenbedarf bei Erdgas-Technologien setzt sich vor allem aus der Gasförderung und dem Pipeline-Transport zusammen und kann als verhältnismäßig niedrig gelten.

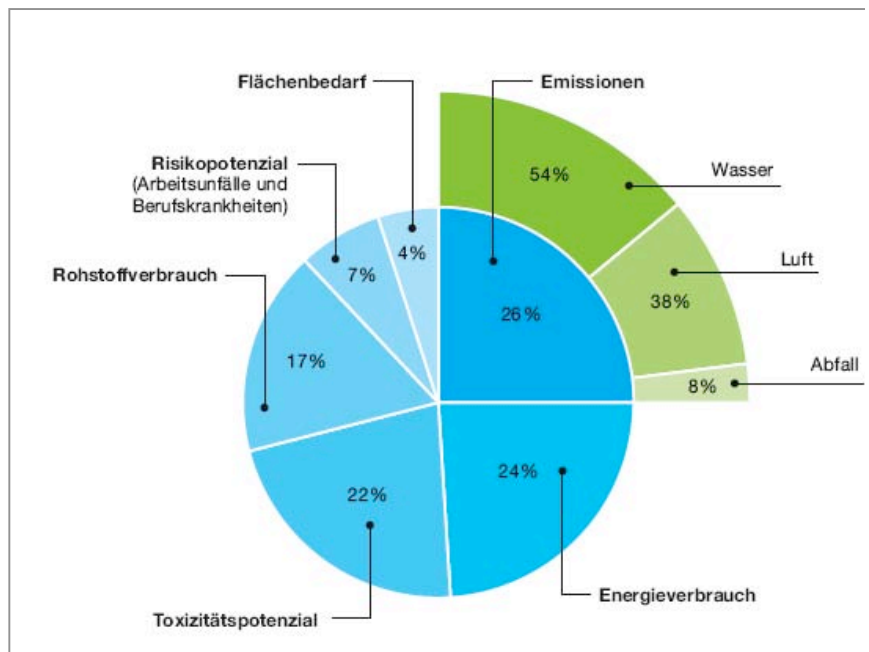


Bild 1: Gewichtung der Umweltfaktoren

Die Gewichtung dieser Umweltfaktoren ist auf **Bild 1** dargestellt: Etwa je ein Viertel der Gewichtung entfällt auf Emissionen und Energieverbrauch, gefolgt von Toxizitätspotenzial und Rohstoffverbrauch.

Die Gesamtbeurteilung der Kosten- und Umweltaspekte veranschaulicht **Bild 2**: Je weiter oben eine Heiztechnologie im Koordinatensystem des Ökoeffizienz-Portfolios angesiedelt ist, desto umweltschonender ist sie, je weiter rechts, desto wirtschaftlicher. Die ökologische und ökonomische Bewertung der einzelnen Heizsysteme wird im Portfolio erkennbar. Je näher sie an dem oberen rechten Eckpunkt der Abbildung liegt, desto höher ist ihre Ökoeffizienz.

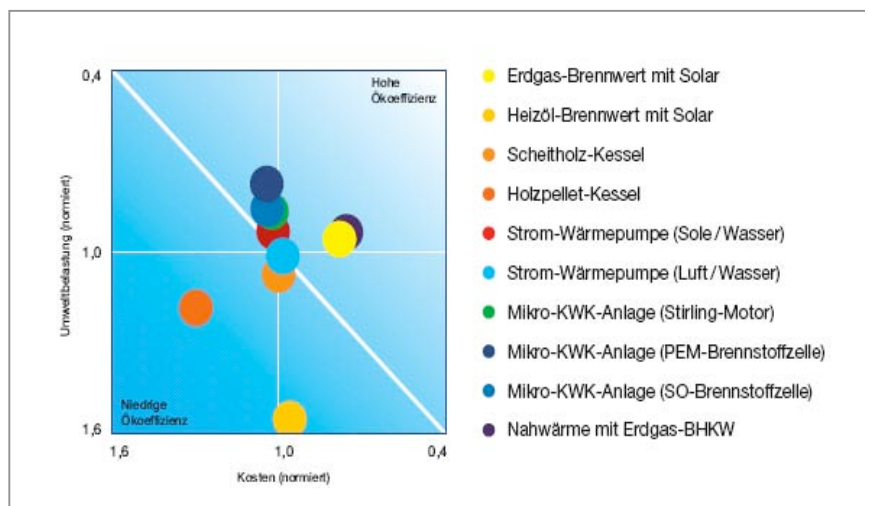


Bild 2: Ökoeffizienz-Portfolio: Die Ökoeffizienz der Heizsysteme im Vergleich

Wie **Bild 2** zeigt, liegen unter den bereits am Markt erhältlichen Technologien Erdgas-Brennwertkessel mit Solarkollektoren zur anteiligen Trinkwassererwärmung und Nahwärme mit Erdgas-Blockheizkraftwerk vorn. Strom-Wärmepumpen können ökologisch mithalten, schneiden jedoch in der Betrachtung der Gesamtkosten ungünstiger ab.

Die ebenfalls heute schon erhältliche Mikro-KWK-Anlage mit Stirling-Motor auf Erdgasbasis liegt zwar ökologisch knapp vor Erdgas-Brennwert und -BHKW, fallen aber in der wirtschaftlichen Betrachtung deutlich hinter diese zurück. Wesentliche Ursache dafür ist der niedrige Wärmebedarf in hoch gedämmten Neubauten. Beispielsweise in Bestandsgebäuden ab einem Wärmebedarf von etwa 25.000 kWh/a können Mikro-KWK-Anlagen wegen deutlich längerer Betriebszeiten, sogenannter „Vollbenutzungsstunden“, ihre spezifischen Vorteile besser ausspielen. Sie erreichen dann etwa einen wirtschaftlichen Gleichstand mit den besten Systemen dieser Studie und zeigen sich weiterhin ökologisch vorteilhaft.

---

## Die Ergebnisse im Einzelnen

---

Zu den Ergebnissen der einzelnen Heizsysteme lässt sich Folgendes anmerken:

### **Erdgas-Brennwert mit Solar:**

Dieses System verbindet günstige Werte bei den Luftemissionen mit niedrigen Anschaffungs- und Betriebskosten. Dem guten Wirkungsgrad der Brennwert-Technologie in Kombination mit solarer Trinkwassererwärmung ist es zu verdanken, dass auch die CO<sub>2</sub>-Bilanz vergleichsweise günstig ausfällt.

### **Nahwärme mit Erdgas-BHKW:**

Hier sind die spezifischen Anschaffungskosten niedriger, die Verbrauchskosten jedoch höher als beim Erdgas-Brennwertkessel mit Solar. Vorteilhaft schlägt die Kopplung von Strom- und Wärme-Erzeugung zu Buche. Die Wirtschaftlichkeit ist abhängig davon, wie der erzeugte Strom bei der Einspeisung ins vorgelagerte Stromnetz vergütet wird.

### **Mikro-KWK-Anlage mit Stirling-Motor:**

Auch KWK-Anlagen koppeln die erdgasbasierte Erzeugung von Strom und Wärme mit ökologischen und ökonomischen Vorteilen. Bisher hat es nur die Anlage mit Stirling-Motor im Leistungssegment für Einfamilienhäuser zur Marktreife gebracht. Ihre Wirtschaftlichkeit ist abhängig davon, wie der erzeugte Strom bei der Einspeisung ins vorgelagerte Stromnetz vergütet wird. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung orientiert sich an den aktuellen Verkaufspreisen. Bei allen Mikro-KWK-Anlagen wurde unterstellt, dass 70% des erzeugten Stroms unmittelbar selbst genutzt und 30% ins vorgelagerte Netz eingespeist werden.

### **Mikro-KWK-Anlagen mit Brennstoffzelle (PEM und SO):**

Mit der Marktreife dieser Technologien ist frühestens ab 2013 zu rechnen. Es ist anzunehmen, dass die Investitionskosten in den ersten Jahren vergleichsweise hoch ausfallen werden.

### **Für alle Mikro-KWK-Anlagen gilt:**

Je höher der Bedarf an Wärme und Strom, desto besser ist die Wirtschaftlichkeit zu bewerten. Deshalb schneiden KWK-Anlagen in Altbauten besser ab als in Gebäuden, die nach neuesten Standards errichtet wurden und nur einen geringen Wärmebedarf haben. Die Öko-Bilanz hängt entscheidend davon ab, mit welcher Energie die Anlage betrieben wird. Bei der Erzeugung von Strom aus Erdgas fallen die Emissionen deutlich geringer aus als bei der Stromerzeugung aus Kohle gemäß dem deutschen Strommix.

### **Strom-Wärmepumpensysteme (Sole/Wasser und Luft /Wasser):**

Hier sind bei der Stromerzeugung indirekte Luft- und Wasseremissionen zu berücksichtigen. Die Umweltbetrachtung ging entsprechend dem deutschen Strommix von einem mittleren Kohle- und Braunkohleverbrauch aus. Der Jahresnutzungsgrad ist insbesondere bei Sole/Wasser sehr gut. In der wirtschaftlichen Bilanz schlagen die hohen Anschaffungskosten negativ zu Buche.

### Biomasseverbrennung (Scheitholz und Holzpellets):

Bei nachhaltiger Forstwirtschaft wird unterstellt, dass bei der Verbrennung von Holz nur so viel CO<sub>2</sub> emittiert wird, wie bei dessen Wachstum aus der Umwelt aufgenommen wird. Daher sind die Netto-Emissionen an CO<sub>2</sub> sehr niedrig. Allerdings entstehen bei der Holzverbrennung weitere Gase (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>). Bei Holzpellets ist zudem die Staubbelastung zu berücksichtigen. Die Gesamtkosten bei Holzpellets setzen sich zusammen aus hohen Kosten für Anschaffung der Anlage, Brennstoff und Lagerung und Wartung.

Zweierlei wird deutlich: Zum einen muss ökologisch nicht gleich teuer sein – auch in den Anschaffungskosten nicht. Zum anderen greift jede ökologische Bewertung zu kurz, die einem Energieträger allein deshalb ökologische Unbedenklichkeit bescheinigt, weil er erneuerbar ist.

### Heizöl-Brennwert mit Solar:

Trotz des guten Wirkungsgrads moderner Brennwert-Technologien ist die Umweltbelastung bei dieser Lösung hoch: Die Erdölverbrennung verursacht hohe Emissionen an CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> und NO<sub>x</sub>. Bei der Erdölgewinnung sind hohe Wasseremissionen zu berücksichtigen. Heizöl ist deshalb unter ökologischen Gesichtspunkten nicht zu empfehlen.

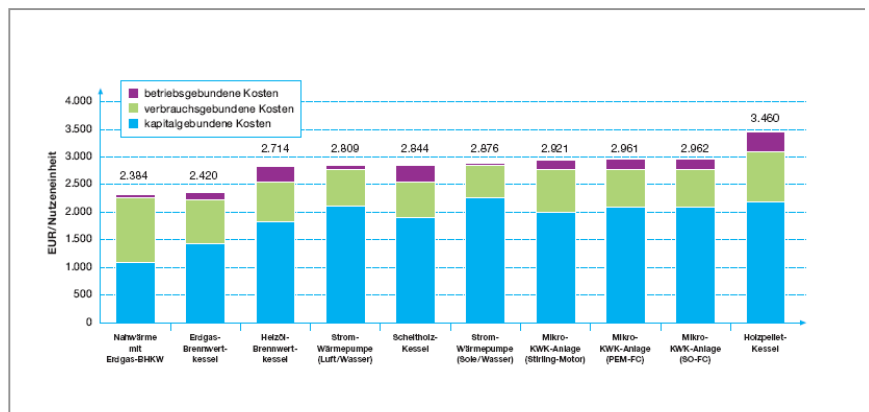


Bild 3: Die Heizsysteme im direkten Kostenvergleich  
 Quelle: Kostenermittlung (außer für Scheitholz-Kessel): ASUE-Heizkostenvergleich 2009  
 Kostenermittlung Scheitholz-Kessel: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

### Fazit

Insgesamt liefert die Ökoeffizienz-Analyse „Moderne Heizsysteme im Vergleich“ einen transparenten Vergleich der markt gängigen Heizsysteme, der in dieser Breite und Gründlichkeit einzigartig ist. Da die ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkte differenziert aufgeschlüsselt sind, kann jeder Hausbesitzer bei seiner Entscheidung seine eigenen Schwerpunkte setzen.

Mit moderner Technologie genutzt und intelligent mit erneuerbaren Energien kombiniert, liegt der Energieträger Erdgas wirtschaftlich wie ökologisch vorn. Insofern bestätigt die Studie die Wahl der meisten „Häuslebauer“: Die Mehrheit von ihnen statet Neubauten von Wohngebäuden mit Erdgasheizungen aus.

Weitere Informationen zur aktuellen Ökoeffizienz-Analyse finden Sie unter [www.wingas.de](http://www.wingas.de) und [www.oekoeffizienzanalyse.de](http://www.oekoeffizienzanalyse.de).

[Verwendete Formelzeichen:]

- CO<sub>2</sub> – Kohlendioxid
- SO<sub>x</sub> – Schwefeloxide
- NO<sub>x</sub> – Stickoxide
- kWh/m<sup>2</sup>a – Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
- kWh/a – Kilowattstunden pro Jahr