

KWK-Anlagen in Wohngebäuden

Technologiebewertung von KWK-Anlagen in Wohngebäuden



1 Allgemeiner Kontext und Zielsetzung

Den Markt der Heizungssysteme dominieren seit langem die konventionellen Heizaggregate mit Einsatz von Erdgas und Heizöl. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Heizkessel unter Einsatz der Brennwert- und Niedertemperatur-Technik konnten Energieverbrauch und Emissionen deutlich reduziert werden. Die Wärmepumpe wurde ebenfalls deutlich weiterentwickelt und wurde daher in dieser Studie auf ihre Konkurrenzfähigkeit im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen untersucht. Eine Alternative zu o. g. Systemen stellen KWK-Systeme dar, die sowohl Strom als auch Wärme erzeugen. Durch die Reduzierung der Einheitenleistungen kommt ein Einsatz von KWK-Systemen nun auch in kleineren Mehrfamilienhäusern in Frage. Im Rahmen dieser Arbeit wurden markt reife Ottomotor-BHKWs mit neuartigen Stirling-BHKWs und einer Brennstoffzellen-KWK-Anlage verglichen.

Neben dem reinen Systemvergleich wurde untersucht, welche energiewirtschaftlichen Auswirkungen ein verstärkter Einsatz von KWK-Systemen in Wohngebäuden hat. Dazu wurde ein Szenario untersucht, in dem 20 % des erdgasversorgten Gebäudebestands mit Brennstoffzellen-BHKWs ausgestattet sind.

2 Ergebnisse des Systemvergleichs

Aus dem Vergleich des Primärenergieverbrauchs der einzelnen Systeme in **Abbildung 1** ist ersichtlich, dass im Mehrfamilienhaus die KWK-Systeme nach ökologischen Gesichtspunkten vorteilhaft sind.

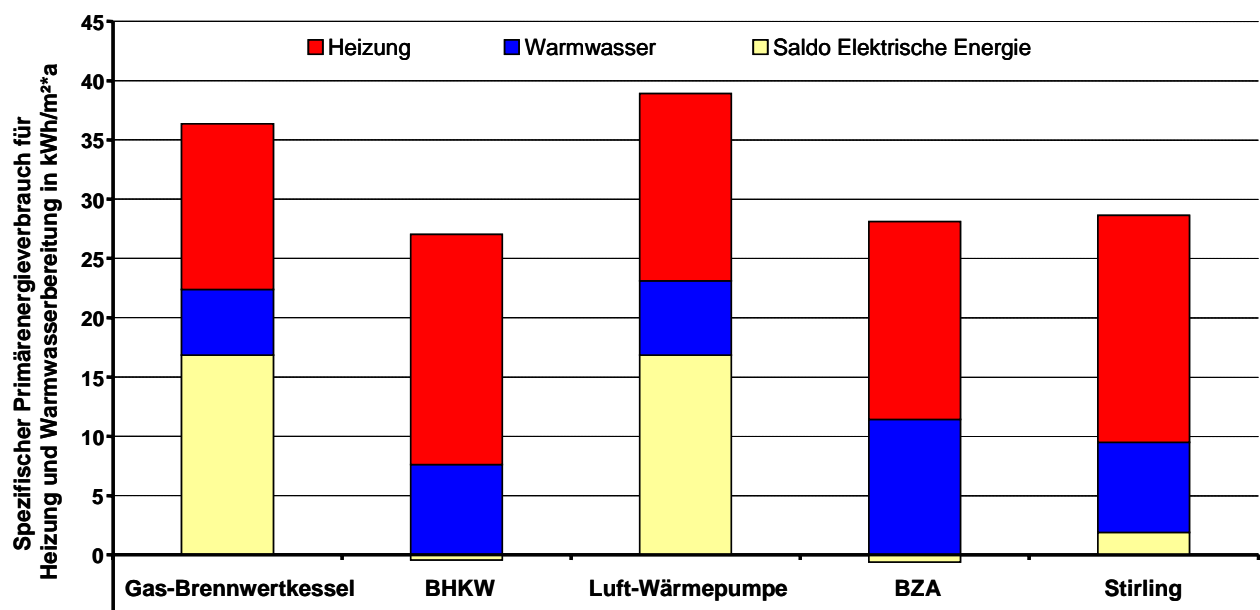


Abbildung 1: Spezifischer Primärenergieverbrauch der Systeme im Mehrfamilienhaus

In **Abbildung 2** sind die spezifischen Kosten der einzelnen Systeme vergleichend gegenübergestellt.

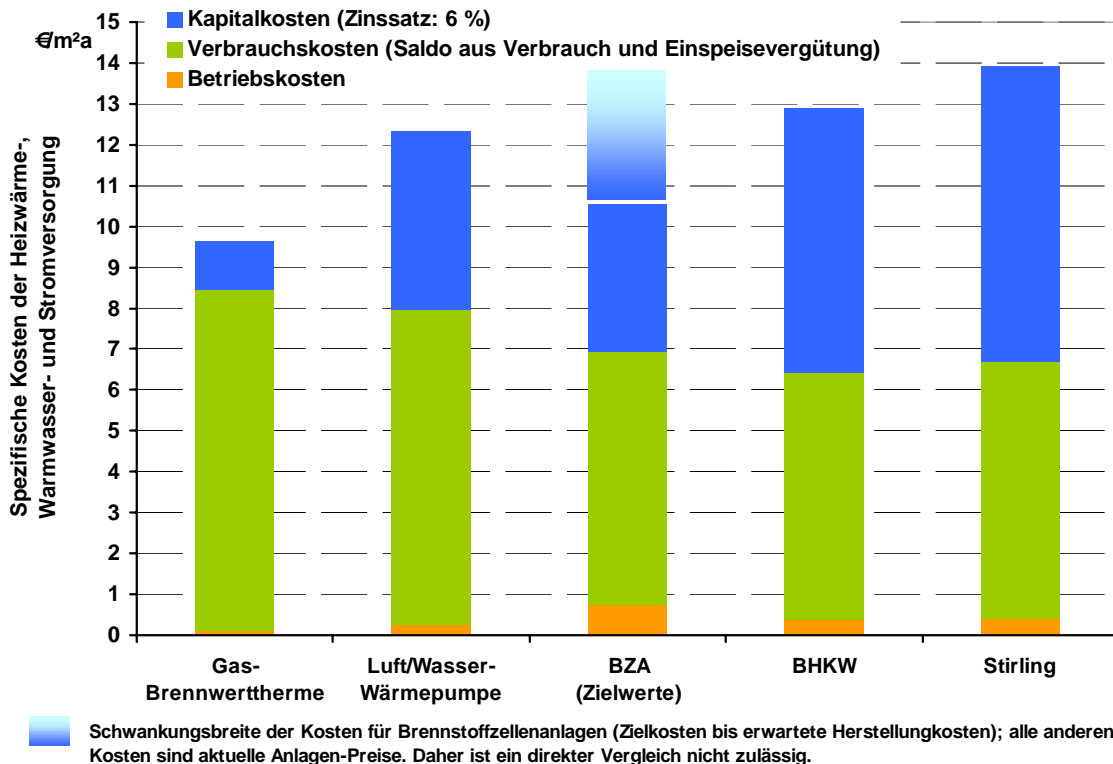


Abbildung 2: Spezifische Jahreskosten der einzelnen Systeme im Mehrfamilienhaus

Das Referenzsystem (Gas-Brennwert-Kessel) weist von allen betrachteten Systemen die niedrigsten Kapital- und Betriebskosten auf. Die spezifischen Kapitalkosten des Wärmepumpensystems liegen deutlich höher, gefolgt von Ottomotor-BHKW, Brennstoffzellenanlage und Stirling-BHKW. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist hier die Lebensdauer der Hauptkomponenten. Die Lebensdauer des Stirling-BHKWs liegt mit den vom Hersteller angegebenen 42.000 Betriebsstunden und den Ergebnissen der Simulation (rund 4.300 Betriebsstunden pro Jahr) bei lediglich zehn Jahren.

Bei den Betriebskosten ergibt sich ebenfalls für das Referenzsystem der niedrigste Wert. Die anderen Systeme sind technisch deutlich aufwändiger, was deutlich höhere Betriebskosten nach sich zieht. Von den innovativen Systemen liegt die Wärmepumpe, entsprechend dem Stand der technischen Entwicklung, hier am günstigsten.

Die höchsten verbrauchsgebundenen Kosten bei den konkurrierenden Systemen ergeben sich für die Wärmepumpe, da elektrische Energie im Vergleich zu Erdgas deutlich teurer ist und die Wärmepumpe nicht, wie die KWK-Systeme, von Einspeiseerlösen profitiert. Die Verbrauchskosten der anderen drei innovativen Systeme sind in etwa gleich hoch und wegen der Stromgutschriften deutlich niedriger als beim Referenzsystem.

Die Deckung des Stromeigenbedarfs aus KWK-Strom liegt zwischen rund 56 und 73 %; dabei werden zwischen 59 und 71 % des insgesamt selbsterzeugten Stroms direkt verwendet, der Rest wird ins Stromnetz eingespeist.

3 Zusammenfassung

Der Systemvergleich innovativer und konventioneller Technologien zur Hausenergieversorgung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Die KWK-Komponenten führen zu deutlichen Einsparungen bei Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen.
- Die jährlichen Kosten aller innovativen Systeme liegen derzeit noch deutlich über den Kosten des Referenzsystems.

Für das Jahr 2025 ergeben sich bei Ansatz des 20 %-Szenarios folgende Ergebnisse:

- Beim Erdgasverbrauch ergibt sich für den Sektor Haushalte gegenüber dem Referenzszenario (Stagnation auf dem Niveau des Jahres 2001) eine Erhöhung um rund 36 TWh/a (rund 12 % des Verbrauchs im Sektor Haushalte).
- Die Stromerzeugung durch Brennstoffzellenanlagen im Sektor Haushalte liegt bei rund 26 TWh. Der Strombezug aus dem öffentlichen Stromnetz verringert sich damit im Haushaltssektor um 20 % auf 104 TWh/a. Zusätzlich werden jährlich rund 7,5 TWh KWK-Strom in das öffentliche Stromnetz zurückgespeist.
- Der jährliche Primärenergieverbrauch der Haushalte liegt, abhängig von den Annahmen zur substituierten Kraftwerksart, bei etwa 704 bis 713 TWh und damit um bis zu 3 % unter den Werten des Referenzszenarios.
- Die jährlichen energiebedingten CO₂-Emissionen liegen im Jahr 2025 deutschlandweit bei etwa 782 bis 791 Mio. t und damit bis zu 1,4 % unter den Werten des Referenzszenarios.
- Vor allem in den Wintermonaten kann ein nennenswerter Teil der zentral installierten Kraftwerksleistung substituiert werden.

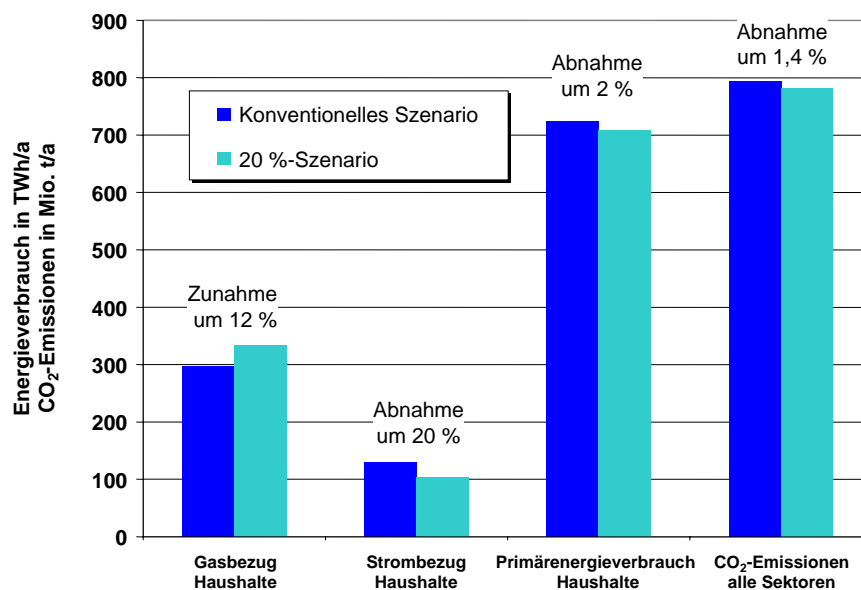


Abbildung 3: Auswirkungen des 20 %-Szenarios im Jahr 2025

Die Aussagen zu innovativen Heizungssystemen basieren zum größten Teil auf Herstellerangaben bzw. auf Zielwerten der Entwickler und damit auf den besten derzeit zur Verfügung stehenden Informationen. In der Praxis ergeben sich häufig deutliche Abweichungen der Nutzungsgrade und der Emissionswerte. Ob im konkreten Einsatzfall die angenommenen Leistungsdaten erreicht werden, kann nur im praxisnahen Betrieb ermittelt werden. Insofern stellen die in dieser Studie verwendeten Daten Vorgaben dar, die erreicht werden müssen, um mit konventionellen Systemen konkurrieren zu können.

Auftraggeber:	EnBW, Karlsruhe
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Dieter Köhler, enwikon GmbH Dr.-Ing. Wolfgang. Mauch, FfE
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Ernst Hellriegel, FfE Dipl.-Ing. Dieter Köhler, enwikon GmbH