

## Primärenergetische Bewertung

Um die Wirksamkeit einer Klimaschutzmaßnahme richtig beurteilen zu können, ist es hilfreich, nicht nur die „Vor – Ort“ erzielte Verbrauchsminderung - die **Endenergieeinsparung** - bei den jeweiligen Endenergieträgern (Heizöl, Erdgas, Strom, Fernwärme und Holzpellets) zu betrachten. Die primärenergiebezogene Bilanzierung berücksichtigt, dass jeder Endenergieträger bereits vor seiner Anwendung in unterschiedlichem, jeweils spezifischem Maß Energieaufwendungen und CO<sub>2</sub>-Emissionen für seine Gewinnung und Weiterleitung zum Verbraucher verursacht (kumulierter nichtregenerativer Energieaufwand). Im Folgenden werden die Begriffe „kumulierte(r) nichtregenerative(r) Energieaufwand/-einsparung“ und „Primärenergieaufwand/-einsparung“ synonym verwendet.

In der Summe aller in den Jahren 2011 und 2012 aus dem FES geförderten Maßnahmen ist die Primärenergieeinsparung rd. 2 mal so hoch wie die vor Ort erzielte Endenergieeinsparung.

Das Verhältnis zwischen den end- und primärenergiebezogenen Effekten der einzelnen Maßnahmen ist jedoch sehr verschieden. Im folgenden werden die Gründe dafür für jede Maßnahme im Einzelnen dargestellt. Dabei ist zwischen Maßnahmen zu unterscheiden, bei denen sowohl End- als auch Primärenergie eingespart wird und solchen, bei denen wegen des Wechsels von Energieträgern ohne oder mit nur geringer Änderung des Endenergiebedarfes des Gebäudes Primärenergie eingespart wird.

### Maßnahmen mit Verringerung des Endenergiebedarfes der Gebäude

Bei den Maßnahmen **Wärmeschutz Außenwand/Fenster**, **Münchener Standard "Niedriger Wärmeenergiebedarf"**, **Passivhäuser** und **Hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen** bildet das Verhältnis Primärenergie zu Endenergieeinsparung mit Werten von durchschnittlich 1,17 die vorgelagerten Aufwendungen für die Gewinnung und den Transport des Mixes der zur Beheizung der Gebäude eingesetzten Energieträger ab. Der Aufwand, der bei Herstellung, Transport, Verarbeitung und Entsorgung der verwendeten Materialien für die Wärmeschutzmaßnahmen entsteht, verringert dieses Verhältnis für die Wärmeschutzmaßnahmen um durchschnittlich rd. 3% auf durchschnittlich 1,15.

Bei den **Thermischen Solaranlagen** lag das Verhältnis zwischen der Primärenergieeinsparung und der Endenergieeinsparung im Durchschnitt der betrachteten Fälle bei 1,07. Der Aufwand, der bei Herstellung, Transport, Verarbeitung, Betrieb und Entsorgung der verwendeten Materialien für Thermische Solaranlagen entsteht, verringert dieses Verhältnis um durchschnittlich rd. 7% auf Werte um 1,0.

### Maßnahmen mit Wechsel des Energieträgers

Die Jahresnutzungsgrade von Gas- oder Öl-Niedertemperaturkesseln, Holzpelletheizkesseln und Fernwärmeübergabestationen sind annähernd gleich groß. Bei einigen Maßnahmen, wie dem Wechsel von fossilen Energieträgern auf Holzpellets oder Fernwärme wird die Primärenergieeinsparung und die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen daher nicht oder nur in sehr geringem Umfang durch die Verminderung des Endenergiebedarfes erzielt. Die Primärenergieeinsparung entsteht hier aus dem Wechsel von Energieträgern mit hohem Primärenergiefaktor, wie fossile Energieträger auf solche mit niedrigem Primärenergiefaktor, wie z.B. Holzpellets oder (Fern)wärme aus KWK-Anlagen. In diesen Fällen mit (annähernd) gleichbleibenden Endenergieumsatz ist die Relation zwischen Primärenergie- und Endenergieeinsparung daher keine geeignete Vergleichsbasis. Hier bietet sich das Verhältnis zwischen Primärenergieeinsparung und Endenergieumsatz zum Vergleich der Maßnahmen an.

Biogene Brennstoffe setzen bei ihrer Verbrennung nur die CO<sub>2</sub>-Menge frei, die beim Wachstum der Pflanzen in der Biomasse gebunden wurde. Insofern sind bei **Holzpelletfeuerungen**, anders als bei den Referenz-Energieträgern Heizöl und Erdgas, nur die (vorgelagerten) Energieaufwendungen und CO<sub>2</sub>-Emissionen anzusetzen, die bei der Herstellung und beim Transport dieser Energieträger anfallen. Der Nutzungsgrad von Holzpelletheizkesseln unterscheidet sich hingegen im Durchschnitt nicht von dem von Niedertemperatur- (NT-) Kesseln für Heizöl oder Erdgas. Im Durchschnitt wird daher durch den Umstieg auf Holzpellets als Brennstoff keine Endenergieeinsparung erzielt. Wegen des höheren Hilfsstrombedarfes von Holzpelletfeuerungen für Pellettransport und Zündung kann der Endenergiebedarf gegenüber dem Referenzsystem NT-Kessel sogar etwas höher ausfallen. Je Kilowatt-

stunde (kWh) Endenergiegehalt werden bei Holzpellets nur 0,04 kWh Primärenergie (nichtregenerativer kumulierter Energieaufwand) eingesetzt. Das Verhältnis zwischen Endenergieeinsparung (Null oder geringer Mehrverbrauch wegen Hilfsstrom) und Primärenergieeinsparung (sehr hoch wegen des Unterschiedes in den Primärenergiefaktoren 1,12 für den fossilen Energieträger Erdgas als Vergleichsbasis und 0,04 für Holzpellets) ist für die Umstellung auf Holzpelletfeuerung also, wie eingangs bereits erläutert, kein geeigneter Vergleichsmaßstab. Geeigneter ist hier die Relation zwischen Endenergieumsatz und Primärenergieeinsparung.

Die **Primärenergieeinsparung betrug für die** Anträge der Jahre 2011-2012 auf Förderung der **Umstellung** von fossilen Energieträgern **auf Holzpelletfeuerung** durchschnittlich **das 1,08 fache des Endenergieumsatzes** der betreffenden Gebäude.

Auch bei der Umstellung der Wärmeversorgung auf **Fernwärme** wird gegenüber der Verwendung eines Niedertemperaturkessels für Heizöl oder Erdgas nur geringfügig Endenergie eingespart, weil der Jahresnutzungsgrad einer Fernwärmeübergabestation nur ca. 2% besser ist, als der eines Niedertemperaturkessels (Referenzsystem). Der Primärenergiebedarf eines mit Heizöl oder Erdgas betriebenen Heizsystems liegt wegen der vorgelagerten Aufwendungen zwischen 12% (Erdgas, Primärenergiefaktor 1,12) bis 15% (Heizöl, Primärenergiefaktor 1,15) höher als der Endenergieumsatz. Ein Teil der Münchner Fernwärme wird in einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozess (KWK) als „Abfallprodukt“ der Stromerzeugung erzeugt. Wegen des hohen KWK- Anteils der Münchner Fernwärmeversorgung ergibt sich (mit den für das CO<sub>2</sub>-Monitoring verwendeten Daten aus der GEMIS-Datenbank) für die Fernwärme ein Primärenergieaufwand, der durchschnittlich 19% unter der bereitgestellten Endenergiemenge (Primärenergiefaktor 0,81) liegt.

Die **Primärenergieeinsparung betrug für die** Anträge der Jahre 2011-2012 auf Förderung der **Umstellung** von fossilen Energieträgern **auf Fernwärme** durchschnittlich **das 0,42 fache des Endenergieumsatzes** der betreffenden Gebäude.

In Gebäuden mit Heizzentrale mit einer Anlage zur **Kraft-Wärme-Kopplung** (BHKW) und Deckung der Wärmelastspitzen durch einen Niedertemperatur (NT)- Kessel kann der Endenergieverbrauch in Form der zum Betrieb der BHKW- Heizzentrale eingesetzten Energieträger (z.B. Erdgas, Heizöl, Flüssiggas) sowohl höher als auch niedriger sein, als das bei Bereitstellung der gleichen Menge Heizwärme nur mit dem NT-Kessel und dem Bezug der vom BHKW erzeugten Strommenge aus dem öffentlichen Stromnetz der Fall wäre.

Ob der Endenergieverbrauch höher oder niedriger liegt als der Primärenergieverbrauch hängt vom Verhältnis zwischen elektrischer und thermischer Leistung des BHKW und den elektrischen und thermischen Wirkungsgraden des jeweiligen BHKW ab. Ein Mehrverbrauch, wie er bei BHKW mit stromseitig optimierten Leistungs- und Wirkungsgradverhältnissen auftreten kann, erklärt sich folgendermaßen: Im Fall der Heizzentrale mit BHKW wird der Erzeugungsort des Endenergieträgers Strom in die betrachteten Gebäude (Bilanzrahmen für Endenergieumsatz) verlagert. Aber auch die Verluste dieser lokalen Stromerzeugung (Abwärme) fallen nun am Endverbrauchsstandort an und können, anders als bei der Stromerzeugung in konventionellen, weiter entfernten Kraftwerken als Heizenergie für die Gebäude genutzt werden. Der auf Primärenergie rückgerechnete Gesamt- Energieaufwand ist daher bei dezentraler, gekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung auch bei stromseitig optimierten Anlagen geringer als bei konventioneller, getrennter Strom- und Wärmeerzeugung. Durch die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung wird so für die Bereitstellung der gleichen Menge Nutzenergie (Wärme und Strom) für die 22 Gebäude, für die in den Jahren 2011 und 2012 Unterstützung aus Mitteln des FES für BHKW- Heizzentralen beantragt wurde, trotz eines jährlich um rd. 920 Megawattstunden (MWh) erhöhten Endenergieverbrauchs eine Primärenergieeinsparung von jährlich rd. 660 MWh gegenüber konventioneller Heizung und anderweitiger Erzeugung des vom BHKW gelieferten Stroms erzielt.

Die **Primärenergieeinsparung betrug für die** Anträge der Jahre 2011-2012 auf Förderung des Einbaus von **Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung** in die Heizzentrale durchschnittlich **das 0,22 fache des Endenergieumsatzes** der betreffenden Gebäude.