Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH
Prof. Oschatz - Prof. Hartmann - Prof. Werdin

Anschluss von Gebäuden an bestehende Fernwärmenetze aus Sicht des aktuellen und des zukünftigen Energiesparrechts

Kurzstudie

Auftraggeber: AGFW
Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
Stresemannallee 30
60596 Frankfurt/Main

Auftragnehmer: ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH
Tiergartenstraße 54
01219 Dresden

Dresden, 15. Februar 2018

Inhalt

1 Einleitung 2

2 Aktuelle Regelungen zur Bewertung von Gebäuden mit Objekt- und Fernwärmeversorgung hinsichtlich Neubau- und Bestandsgebäude 3

2.1 Energieeinsparverordnung 3

2.2 EEWärmeG 7

2.3 KfW-Förderung 8

3 Problemaufriss 10

3.1 Situationsbeschreibung 10

3.2 Lösungsmöglichkeiten im aktuellen Energiesparrecht 16

4 Lösungsoptionen für das zukünftige Energiesparrecht 17

5 Zusammenfassung 18

1 Einleitung

Bei der Errichtung neuer Gebäude sind energiesparrechtliche Vorgaben von EnEV und EEWärmeG einzuhalten. Hauptanforderungsgröße der EnEV ist der normativ zu bestimmende nicht erneuerbare Anteil des Primärenergiebedarfs. Das EEWärmeG soll primär den Einsatz erneuerbarer Energien fördern. Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf spielt jedoch ebenfalls eine Rolle, da eine Unterschreitung als Ersatzmaßnahme zur Erfüllung der EEWärmeG-Anforderungen herangezogen werden kann.

Sowohl EnEV als auch EEWärmeG beziehen sich mit ihren Anforderungen an den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf im Wesentlichen auf neue Gebäude. An Bestandsgebäude werden keine allgemein verpflichtenden primärenergetischen Anforderungen gestellt. Nur dann, wenn aus anderen Gründen ohnehin Maßnahmen an Bauhülle oder Anlagentechnik ergriffen werden, kann der Primärenergiebedarf berechnet und somit die Anforderungen an U-Werte der Außenbauteile umgangen werden, was jedoch in der Baurealität eine seltene Ausnahme darstellt.

Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf wird beim Anschluss an ein Wärmenetz maßgeblich durch den Primärenergiefaktor (PEF) des Wärmenetzes bestimmt, kein anderer Parameter erreicht einen derart großen Einfluss in der gesamten normativen Berechnungskette. Der Primärenergiefaktor wird im Regelfall für ein gesamtes Wärmenetz ermittelt. Er umfasst daher neben einer meist vergleichsweise geringen Anzahl neuer Gebäude auch eine deutlich größere Anzahl von Bestandsgebäuden.

Bei einer Objektversorgung gibt es keinen vergleichbaren Zusammenhang. Da hier mögliche Effizienzsteigerungen bzw. erneuerbare Energien immer nur ein einzelnes Gebäude betreffen, wird die Situation im Neubau durch mögliche Bestandsgebäude nicht beeinflusst.

Im Neubau fordern Bauherrn und Investoren vom Wärmenetzbetreiber i.d.R. einen vergleichsweise kleinen Primärenergiefaktor, z.B. in einer Höhe von ca. 0,5, damit ambitionierte primärenergetische Anforderungen mit einem aus ihrer Sicht vertretbaren Investitionsaufwand an anderer Stelle, z.B. beim baulichen Wärmeschutz oder bei der Lüftungstechnik, erfüllt werden können. Eine analoge Situation ergibt sich bei der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden, wenn KfW-Effizienzhausstandards erreicht werden sollen.

Günstige Primärenergiefaktoren lassen sich bei der Errichtung neuer Wärmenetze durch die vorhandenen Freiheitsgrade, z.B. bezüglich der Wärmeerzeugung, der Energieträger oder Verringerung von Wärmeverlusten, üblicherweise erfüllen. Bei bestehenden Wärmenetzen ergibt sich eine grundsätzlich andere Situation, wenn der Primärenergiefaktor nicht schon ohnehin in der gewünschten Höhe oder darunter liegt. Der erforderliche Aufwand zur primärenergetischen Ertüchtigung eines großen Bestandsnetzes wird aus wirtschaftlicher Sicht durch eine vergleichsweise geringe Anzahl neu angeschlossener Gebäude nicht gerechtfertigt. Dies führt zu einer hohen und zum Teil kaum überwindbaren Hürde für den Anschluss neuer Gebäude in bestehenden Wärmenetzen. Die angesprochene Problematik

wird sich mit der geplanten Umstellung der KWK-Bewertung von der Stromgutschriftmethode auf die Carnotmethode verschärfen, da sich die Primärenergiefaktoren bestehender Wärmenetze durch die neue Brennstoffallokation verschlechtern werden. Die aktuell diskutierte (ggf. teilweise) Einbeziehung der Treibhausgaswirksamkeit der Energieträger würde ebenfalls in dieser Richtung wirken.

Die vorliegende Kurzstudie hat das Ziel, die bestehenden Schwierigkeiten aufzuzeigen, eine Diskussion zu starten und Lösungsmöglichkeiten anzudiskutieren. Der Anspruch, eine fertige Lösung zu präsentieren, wird jedoch nicht erhoben.

2 Aktuelle Regelungen zur Bewertung von Gebäuden mit Objekt- und Fernwärmeversorgung hinsichtlich Neubau- und Bestandsgebäude

2.1 Energieeinsparverordnung

Allgemeines

Bei der energetischen Bewertung von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen spielt die Energieeinsparverordnung (EnEV) als nationale Umsetzung der europäischen Gebäudeeffizienzrichtlinie EPBD eine zentrale Rolle. Mit Einführung der ersten Energieeinsparverordnung 2001 (Inkrafttreten 2002) wurden die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und die Effizienz von Anlagentechnik zusammengefasst, Hauptanforderungsgröße ist seit dieser Zeit der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf eines Gebäudes.

Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung der Berechnung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs entsprechend Energieeinsparverordnung.

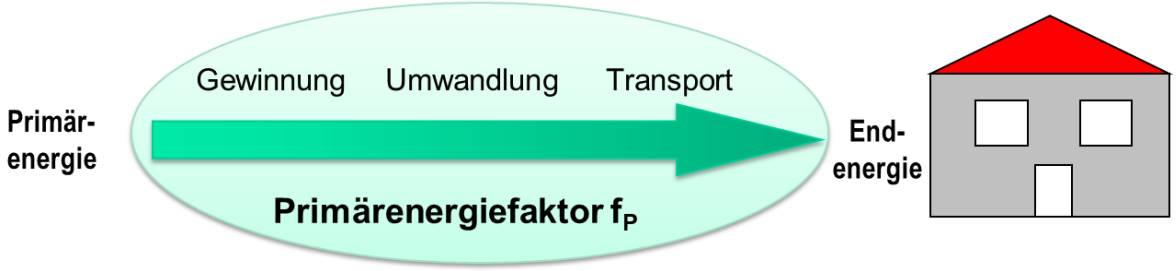


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Berechnung des Primärenergiebedarfs nach EnEV

Die Energieeinsparverordnung gilt bundesweit für Gebäude, die im zeitlichen und sonstigen Gültigkeitsbereich der EnEV errichtet, erweitert oder modernisiert werden.

Die beiden Hauptanforderungen betreffen den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf und den baulichen Wärmeschutz. Üblicherweise wird jedoch der nicht erneuerbare

Primärenergiebedarf als Hauptanforderungsgröße bezeichnet, beim baulichen Wärmeschutz spricht man von der Nebenanforderung. Darüber hinaus werden weitere Nebenanforderungen gestellt – diese berühren beispielsweise Details der technischen Ausführung und den sommerlichen Wärmeschutz.

Für Neubauten und im Falle von Gebäudeumbauten/-modernisierungen[1] ist die Einhaltung der energetischen Anforderungen der EnEV nachzuweisen.

Für zu errichtete Gebäude gelten die Anforderungen der EnEV als erfüllt, wenn der nicht erneuerbare Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes und der Höchstwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts nicht überschritten werden.

Primärenergiefaktoren

Die Energieeinsparverordnung verweist für die Berechnung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs im Wesentlichen auf DIN-Normen. Grundlegende Berechnungsnorm ist die DIN V 18599:2011[2]. Die DIN V 18599 enthält eine Vielzahl von Berechnungsdetails für die Bewertung unterschiedlichster bauphysikalischer und anlagentechnischer Einflussgrößen, die in der schematischen Darstellung in Abbildung 1 alle innerhalb des rechts symbolisierten Gebäudes angesiedelt sind.
Die Ausführungen zu den Primärenergiefaktoren sind demgegenüber knapp gehalten, da die Normen wie auch die EnEV auf den Gebäudeenergiebedarf abzielen. Die Ermittlung von Primärenergiefaktoren für außerhalb der Gebäude liegende Prozessketten zur Bereitstellung der Endenergie ist dementsprechend nicht Bestandteil der Normen, vielmehr wird auf GEMIS verwiesen:
„*Die Primärenergiefaktoren für die Endenergiebereitstellung enthalten sämtliche Faktoren der Primärenergieerzeugung mit den Vorketten (einschließlich Hilfsenergien) für die Förderung, Aufbereitung, Umwandlung, den Transport und die Verteilung der betrachteten Energieträger. Die Ermittlung der Faktoren erfolgt durch Modellierung der entsprechenden Prozessketten. Ein entsprechendes Rechenmodell stellt das Computerprogramm GEMIS dar*." (DIN V 18599-1:2016)

Die gesamte Prozesskette der Endenergieträgerbereitstellung wird in einem Primärenergiefaktor zusammengefasst.
Die Festlegung der anzuwendenden Primärenergiefaktoren erfolgt in der Norm. Teilweise werden die dort angegebenen Faktoren für den öffentlich-rechtlichen Nachweis jedoch durch die EnEV „überschrieben". Dies betrifft beispielsweise die Bewertung von Strom oder die Anrechenbarkeit von flüssigen und gasförmigen biogenen Energieträgern.

[1] Bei Modernisierungen sind primärenergetische Anforderungen nur dann relevant, wenn die zulässigen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der betroffenen Bauteile nicht eingehalten werden.
[2] Für ungekühlte Wohngebäude dürfen alternativ auch die DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 angewendet werden. Die folgenden Aussagen gelten sinngemäß auch für diese Normkombination.

Tabelle 1: Primärenergiefaktoren nach DIN V 18599-1:2016 Tabelle A1

Energieträger [a]		**Primärenergiefaktoren f_p**	
		insgesamt	**nicht erneuerbarer Anteil**
		A	**B**
dem Bilanzraum zugeführte Endenergien (Index "f,in")			
Fossile Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
Biogene Brennstoffe	Biogas	1,5	0,5
	Bioöl	1,5	0,5
	Holz	1,2	0,2
Nah-/Fernwärme	aus KWK[b], fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	aus KWK[b], erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
	aus Heizwerken, fossiler Brennstoff	1,3	1,3
	aus Heizwerken, erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,1
	allgemeiner Fall	[c]	[c]
Fernkälte	allgemeiner Fall	[c]	[c]
Strom	allgemeiner Strommix	2,8	1,8
innerhalb der Bilanzgrenzen nutzbar gemachte Endenergien (Index "f,prod")			
Umweltenergie	Wärme (Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme)	1,0	0,0
	Kälte (Erdkälte, Umgebungskälte)	1,0	0,0
	Strom (aus Photovoltaik, Windkraft)	1,0	0,0
Abwärme	aus Prozessen, siehe 3.1.32	1,0	0,0
aus dem Bilanzraum abgeführte Endenergien (Index "f,out")			
Strom	Verdrängungsstrommix für KWK	2,8	2,8
	Verdrängungsstrommix für PV, WEA	2,8	1,8
thermische Energien	Wärme für andere Verbraucher	[d]	[d]
	Kälte für andere Verbraucher	[d]	[d]
Abwärme	aus Prozessen, siehe 3.1.32	1,0	0,0

[a] Bezugsgröße Endenergie: Heizwert H_i.

[b] Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %.

[c] Individuelle Berechnung für das Netz, aus dem der Bezug erfolgt, siehe A.4.

[d] Individuelle Berechnung für das Netz, in welches die Einspeisung erfolgt, siehe A.4.

Eine Übersicht über die nach aktueller Normfassung (Ausgabe 2016)[3] anzuwendenden Primärenergiefaktoren gibt Tabelle 1.

Für Wärmenetze enthält die Tabelle Standardwerte, die ohne individuelle Berechnung der energetischen Effizienz des konkreten Netzes Anwendung finden dürfen.

[3] Unabhängig vom statischen Bezug der EnEV auf die DIN V 18599:2011 wird hier die Tabelle der DIN V 18599:2016 verwendet, da diese aktueller ist und weniger Differenzen zur EnEV aufweist.

Darüber hinaus eröffnet die DIN V 18599 die Möglichkeit zur individuellen Bestimmung von Primärenergiefaktoren für ein konkretes Nah- bzw. Fernwärmenetz:
„Bei Anschluss eines Gebäudes an eine externe Wärme/Kältelieferung, i. d. R. an ein System der Nah- oder Fernwärme, aber auch bei Fernkälte können von den Festlegungen (in Tabelle A.1) abweichende Werte durch Berechnung nach unten stehendem Verfahren ermittelt werden.
Der Primärenergiefaktor muss innerhalb der thermodynamischen Bilanzgrenzen des betrachteten Versorgungssystems bestimmt werden.“ (DIN V 18599-1:2016)

Die entsprechenden Grundgleichungen der Berechnung sind in DIN V 18599 und mit marginalen Abweichungen ebenso in DIN V 4701-10 angegeben.

$$PEF_{Wärmenetz} = max\left[\frac{\sum_i (Q_{Endenergie} \cdot PEF_{Endenergie})_i - \sum_i (Q_{el,prod} \cdot PEF_{\text{Gutschrift}})_i}{\sum Q_{\text{Wärme}}}; 0\right]$$

Formel 1: Berechnungsgleichung für den PEF eines Wärme- bzw. Kältenetzes

Von der Summe aller im System verbrauchten Primärenergie wird eine primärenergetische Gutschrift für den im Bilanzkreis des Wärmenetzes erzeugten Strom abgezogen. Der Bilanzierungsansatz wird daher als Stromgutschriftmethode bezeichnet. Als Stromerzeuger kommen vor allem KWK-Systeme in Frage, aber auch PV- oder Windkraftanlagen. Das Gedankenmodell der Stromgutschriftmethode geht davon aus, dass der im Bilanzkreis des Wärmenetzes erzeugten Strom nicht in anderen, konventionellen Kraftwerken erzeugt werden muss. Der dort vermiedene Primärenergieverbrauch wird mit einem Verdrängungsstrommixfaktor errechnet.
Der errechnete Primärenergiefaktor des Wärmenetzes darf nicht kleiner als null sein, negative PEF sind definitionsgemäß ausgeschlossen.

Das Bilanzschema für den Primärenergiefaktor eines Wärmenetzes bzw. Kältenetzes zeigt Abbildung 2.

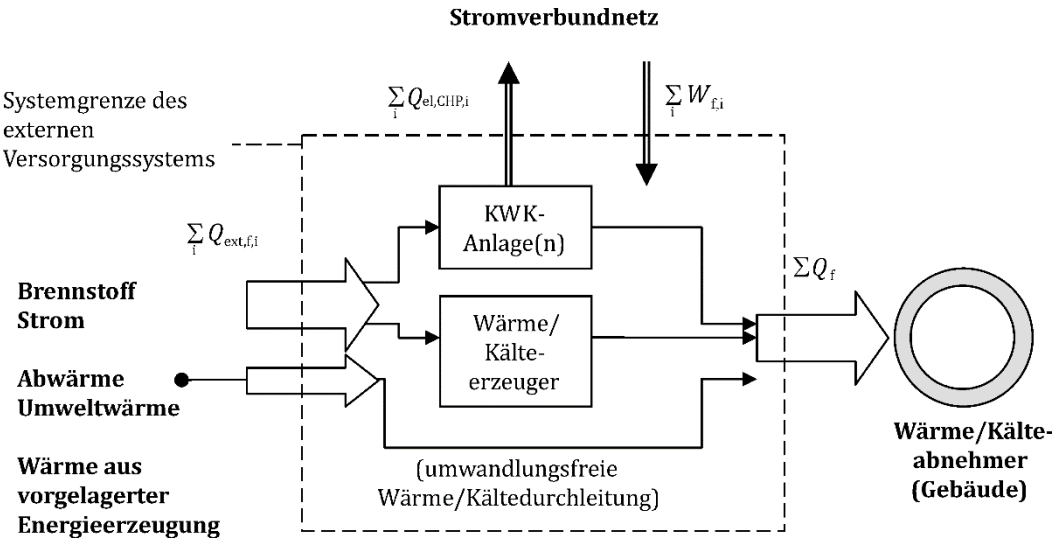


Abbildung 2: Bilanzschema für den Primärenergiefaktor eines Wärme- bzw. Kältenetzes nach DIN V 18599-1:2016

Detailliertere Ausführungen zur Berechnung der Primärenergiefaktoren von Wärmenetzen enthält das AGFW-Arbeitsblatt FW 309-1, die grundsätzlichen Bewertungsansätze stimmen jedoch mit den eingangs genannten DIN-Normen überein.

Bewertung von Gebäuden mit Objekt- und Fernwärmeversorgung

Die primärenergetischen Anforderungen der EnEV gelten gleichermaßen

- bei Gebäuden mit einer individuellen Wärmeerzeugung, z.B. mit Heizkesseln oder Wärmepumpen, dies wird im Folgenden als Objektversorgung bezeichnet, und
- bei Gebäuden mit einem Anschluss an ein Fern- bzw. Nahwärmenetz[4].

Bei Gebäuden mit einer Objektwärmeversorgung ergibt sich der gesamte Primärenergiebedarf aus den baulichen und anlagentechnischen Eigenschaften des Gebäudes – diese bedingen den Endenergiebedarf – und den festen PEF des jeweiligen Energieträgers aus Tabelle 1.

Bei Gebäuden mit einem Wärmenetzanschluss bedingen ebenfalls die baulichen und anlagentechnischen Eigenschaften des Gebäudes den Endenergiebedarf. Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf wird jedoch unter Berücksichtigung des Primärenergiefaktors des Wärmenetzes errechnet. Dieser PEF ist (anders als bei der Objektversorgung) auch beim selben Endenergieträger (Nah-/Fernwärme) eine variable Größe.

2.2 EEWärmeG

Seit dem 1. Januar 2009 gelten bundesweit die Anforderungen des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG). Das EEWärmeG ist im Mai 2011 in einer neuen Fassung erschienen. Damit gilt die Nutzungspflicht für Erneuerbaren Energien nicht nur für Neubauten, sondern auch für bestehende öffentliche Gebäude, die grundlegend renoviert werden. Diese Vorbildfunktion der öffentlichen Hand betrifft Gebäude, die sich im Eigentum der öffentlichen Hand befinden oder von ihr angemietet worden sind.

Die im EEWärmeG formulierte Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien ist bei neuen Gebäuden erfüllt, wenn der Wärmeenergiebedarf[5] zu mindestens

- 15% durch solare Strahlungsenergie oder
- 50% durch feste Biomasse oder
- 50% durch flüssige Biomasse oder
- 30% durch gasförmige Biomasse oder

[4] Eine eindeutige begriffliche Unterscheidung zwischen Nah- und Fernwärme existiert im deutschen Sprachraum nicht. Die in der Kurzstudie behandelte Fragestellung betrifft tendenziell eher größere Wärmenetze, da mit zunehmender Netzgröße der Aufwand zur Verbesserung des Primärenergiefaktors immer größer und damit für den Anschluss einzelner neuer Gebäude unwirtschaftlicher wird.

[5] Nach EEWärmeG ist der Wärmeenergiebedarf die zur Deckung des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasserbereitung sowie des Kältebedarfs für Kühlung jährlich benötigte Wärmemenge, jeweils einschließlich der Aufwände für Übergabe, Verteilung und Speicherung. In DIN V 18599 wird diese Kenngröße als Erzeugernutzwärme- bzw. -kältabgabe bezeichnet.

- 50% aus Anlagen zur Nutzung von Geothermie oder Umweltwärme

gedeckt wird.

Die im EEWärmeG formulierte Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien ist bei grundlegend renovierten öffentlichen Gebäuden erfüllt, wenn der Wärmeenergiebedarf zu mindestens

- 25% durch gasförmige Biomasse oder
- 15% durch sonstige Erneuerbare Energien (Solarthermie, feste und flüssige Biomasse, Anlagen zur Nutzung von Geothermie oder Umweltwärme)

gedeckt wird. Alternativ sind alle im Neubau zulässigen Ersatzmaßnahmen anwendbar.

Zusätzlich zu den angeführten direkten Erfüllungsmöglichkeiten beinhaltet das EEWärmeG eine Reihe von zulässigen **Ersatzmaßnahmen**, die gleichermaßen zur Erfüllung des Gesetzes herangezogen werden können. Dazu zählt die Deckung des Wärmeenergiebedarfes

- zu mindestens 50% aus Abwärme
- zu mindestens 50% aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
- aus Nah- oder Fernwärme (wesentlicher Anteil EE oder 50% als KWK-Wärme oder 50% als Abwärme)
- eine Unterschreitung der EnEV-Anforderungen an den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf und an den baulichen Wärmeschutz um jeweils mindestens 15% (Einsparung von Energie)

Nach EEWärmeG können die genannten Erfüllungsmöglichkeiten und Ersatzmaßnahmen beliebig miteinander kombiniert werden, solange die Anforderungen des Gesetzes in der Summe der Einzelerfüllungen zu 100% erreicht werden.

Gegenwärtig werden im EEWärmeG nur Anforderungen an öffentliche Gebäude, die grundlegend renoviert werden, gestellt. An andere Bestandsgebäude (z.B. privater Eigentümer oder bei kleineren Renovierungen) werden aktuell keine Anforderungen gestellt. Eine Erweiterung des Geltungsbereichs des EEWärmeG auf weitere Bestandsgebäude ist jedoch in der Diskussion, wobei der Ausgang offen ist.

Insbesondere im Bereich der Nichtwohngebäude wird die letztgenannte Ersatzmaßnahme zur Erfüllung des EEWärmeG oft gewählt, da infolge der speziellen Randbedingungen (z.B. kein relevanter Warmwasserbedarf, erforderliche hohe Systemtemperaturen, geringe Anzahl von Vollbenutzungsstunden) häufig Schwierigkeiten beim direkten Einsatz erneuerbarer Energien bestehen. Auch aus wirtschaftlicher Sicht hat die Einsparung von Energie oft Vorteile gegenüber der Nutzung erneuerbarer Energien. Damit erhält die Primärenergie als zentrale Anforderungsgröße der EnEV durch das EEWärmeG eine nochmals größere Bedeutung.

2.3 KfW-Förderung

Anders als die bisher angeführten verordnungsrechtlichen und gesetzlichen Vorgaben/Anforderungen ist die Erfüllung von KfW-Effizienzhaus-Standards freiwillig und nur

bei Inanspruchnahme der KfW-Förderung verbindlich. Die Basis für ein KfW-Effizienzhaus sind die Vorgaben der Energieeinsparverordnung (aktuell in der Fassung von 2014). Die dort angegebenen Berechnungsgrundlagen werden von der KfW im Wesentlichen übernommen. Kleinere Anpassungen und Ergänzungen für in der EnEV nicht geregelte Sachverhalte nimmt die KfW mit der von ihr veröffentlichten Liste der Technischen FAQ vor.

Die KfW-Effizienzhaus-Standards sind grundsätzlich anspruchsvoller als die Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung. Die energetische Qualität des Gebäudes wird wie in der EnEV anhand des nicht erneuerbaren Jahres-Primärenergiebedarfes und des Transmissionswärmeverlusts bewertet. Den Ausgangspunkt für die Zuordnung in einen der Förderstandards der KfW bilden die Kennwerte des Referenzgebäudes nach EnEV (ohne die Verschärfung um 25% in 2016). Für ein KfW-Effizienzhaus 55 darf der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf höchstens bei 55% des Referenzgebäudes liegen. Der zulässige bauliche Wärmeschutz darf jeweils um 15%-Punkte höher als der Zahlenwert im Namen des Standards liegen, für ein KfW-Effizienzhaus 55 wären dies 70% des Referenzgebäudes.

Bei Bestandsgebäuden gelten etwas andere Vorgaben als für Neubauten, da hier ein vergleichbares energetisches Niveau i.d.R. schwieriger zu erreichen ist. Bestandgebäude dürfen bei umfassender bauseitiger Modernisierung die Anforderungen der EnEV 2014 an einen vergleichbaren Neubau (Kennwerte des Referenzgebäudes) um 40 % überschreiten. Mit der Kategorie KfW-Effizienzhaus 100 fördert die KfW daher energetisch sanierte Bestandsgebäude, die die Anforderungen der EnEV an einen Neubau erfüllen, bei KfW-115 darf der Primärenergiebedarf um 15 Prozent höher sein. Im Rahmen einer Sanierung mit der KfW-Förderung gibt es aktuell folgende KfW-Effizienzhaus-Standards: Energieeffizient Sanieren 55, 70, 85, 100, 115, Denkmal.

Die errechneten Werte für den Jahres-Primärenergiebedarf und den Transmissionswärmeverlust für einen Neubau bzw. ein Sanierungsobjekt dürfen im Verhältnis zu den jeweiligen Werten des entsprechenden Referenzgebäudes die in der folgenden Tabelle angegebenen prozentualen Maximalwerte nicht überschreiten.

Tabelle 2: Vorgaben für KfW-Effizienzhäuser

KfW-Effizienzhaus	**40**	**55**	**70**	**85**	**100**	**115**
Primärenergiebedarf in % des EnEV- Referenzgebäudes	40%	55%	70%	85%	100%	115%
Transmissionswärmeverlust in % bezogen auf das EnEV-Referenzgebäude	55%	70%	85%	100%	115%	130%

Im Bereich neuer Wohngebäude fördert die KfW mehr als die Hälfte des Neubauvolumens. Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf ist damit neben EnEV und EEWärmeG auch die zentrale Größe für die Effizienzhausförderung der KfW.

3 Problemaufriss

3.1 Situationsbeschreibung

Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf ist bedingt durch die Vorgaben der Energieeinsparverordnung, des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes und der KfW-Effizienzhausförderung die entscheidende energetische Kenngröße beim Neubau und bei der energetischen Komplettsanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Der Primärenergiebedarf eines Gebäudes wird beim Anschluss an ein Wärmenetz maßgeblich durch den Primärenergiefaktor (PEF) des Wärmenetzes bestimmt. Kein anderer Parameter erreicht einen derart großen Einfluss in der gesamten normativen Berechnungskette. Exemplarisch zeigt dies Abbildung 3. Mit einem Primärenergiefaktor des Wärmenetzes von 1,0 können die Mindestanforderungen der EnEV 2016 nur mit einem sehr guten baulichen Wärmeschutz (entsprechend KfW-Effizienzhaus 55) erreicht werden, wenn keine zusätzlichen anlagentechnischen Maßnahmen (z.B. Lüftung mit WRG, Solarthermie) ergriffen werden.

Mit einem unterstellten Primärenergiefaktor von 0,4 hingegen verringern sich die ausgewiesenen Primärenergiebedarfe dramatisch. Selbst bei einem Baukörper entsprechend EnEV-Mindestanforderungen (Transmissionswärmeverlust gleich 100% des Referenzgebäudes) liegt der Primärenergiebedarf deutlich unter dem Anforderungsniveau eines KfW-Effizienzhauses 55.

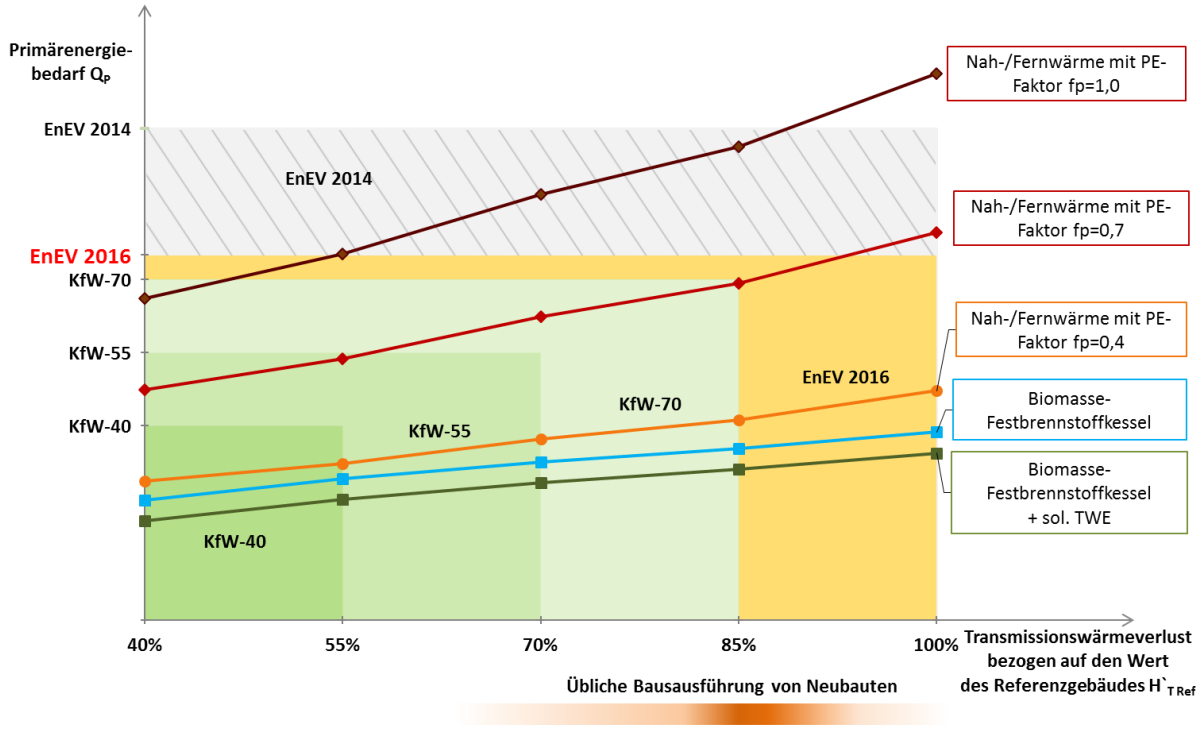


Abbildung 3: Erfüllung von EnEV- und KfW-Effizienzhausanforderungen bei Nah-/Fernwärmeanschluss mit PEF von 1,0 / 0,7 / 0,4 (Vergleichsfall Biomassekessel)

Die Abbildung lässt verständlich werden, warum Bauherrn und insbesondere Investoren neuer Gebäude vom Wärmenetzbetreiber i.d.R. einen vergleichsweise kleinen Primärenergiefaktor, häufig in einer Höhe von ca. 0,5, als Voraussetzung für den Anschluss der Gebäude an ein Wärmenetz fordern. Mit einem PEF in dieser Höhe lassen sich übliche primärenergetische Anforderungen mit einem aus ihrer Sicht vertretbaren Investitionsaufwand an anderer Stelle, z.B. beim baulichen Wärmeschutz oder bei der Lüftungstechnik, erfüllen. Wenn die neuen Gebäude energetisch ambitioniert, beispielsweise als KfW-Effizienzhaus 40 errichtet werden, dann werden teilweise noch deutlich kleinere Primärenergiefaktoren bis in einen Bereich von 0,3 von den Wärmenetzbetreibern gefordert.

Für ein ausgewähltes Beispiel (6-Familienhaus, typischer baulicher Wärmeschutz[6]) werden die Auswirkungen unterschiedlicher PE-Faktoren einer Wärmenetzversorgung auf den Primärenergiebedarf in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

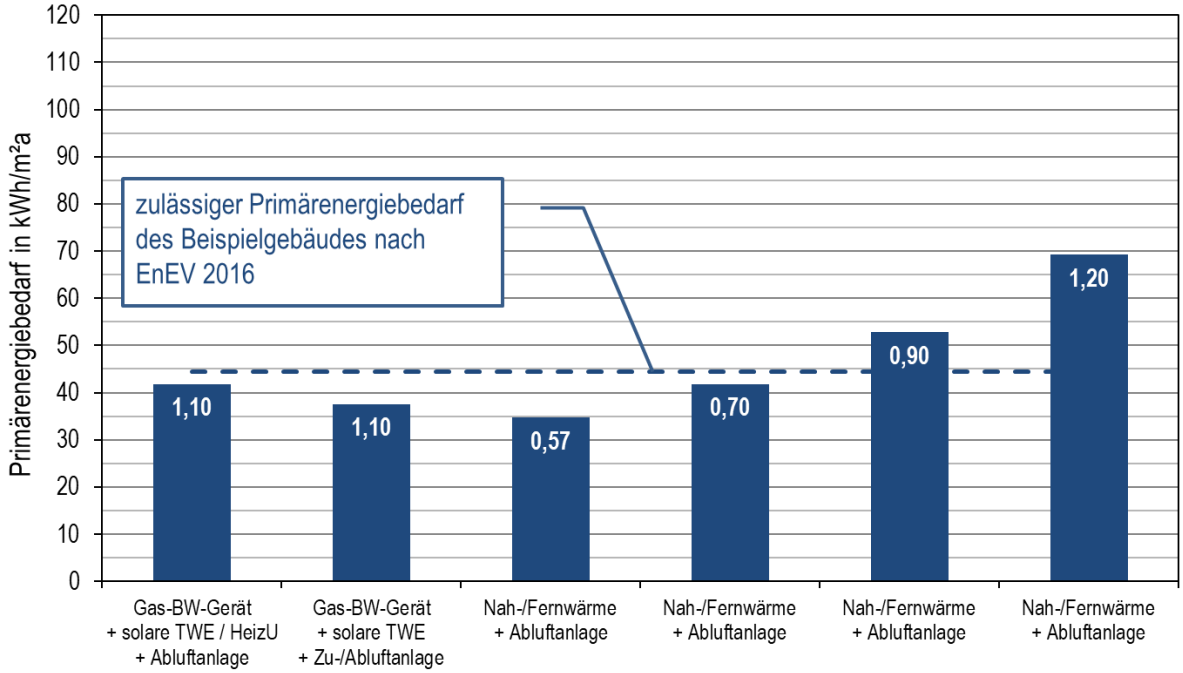


Abbildung 4: Auswirkungen unterschiedlicher PE-Faktoren auf den Primärenergiebedarf eines Mehrfamilienhauses im Vergleich mit einer Wärmeversorgung durch Gas-Brennwert + Solarthermie

Mit einem PEF von 0,7 lassen sich die Neubauanforderungen erfüllen, wenn der bauliche Wärmeschutz, wie im Beispiel angenommen, etwas besser als die Mindestanforderung der EnEV ausgeführt wird. Bei einem PEF von 0,9 wird das EnEV-Anforderungsniveau deutlich verfehlt.

Eine analoge Situation ergibt sich bei der energetischen Komplettsanierung von Bestandsgebäuden, wenn KfW-Effizienzhausstandards erreicht werden sollen.

[6] Als typischer baulicher Wärmeschutz wird hier ein Niveau entsprechend des bisherigen KfW-Effizienzhauses 70 bezeichnet. Dies bedeutet eine Verbesserung um ca. 15% gegenüber den Mindestanforderungen der EnEV 2016.

Neubau von Wärmenetzen

Günstige Primärenergiefaktoren lassen sich bei der Errichtung neuer Wärmenetze durch die vorhandenen Freiheitsgrade, z.B. bezüglich der

- Wärmeerzeugung mit hocheffizienter KWK oder Wärmepumpen
- Möglichkeit zur bilanziellen Anrechnung gasförmiger Biomasse
- Wahl fester erneuerbarer Brennstoffe wie z.B. Holz oder biogener Reststoffe
- Wahl niedriger Systemtemperaturen, welche Wärmeverluste minimieren und Effizienzsteigerungen sowie Chancen zur Einbindung von Solarwärme bieten

üblicherweise erfüllen. Der für bessere Primärenergiefaktoren höhere investive Aufwand bzw. die gegenwärtig i.d.R. höheren Brennstoffkosten für biogene Energieträger liegen bei einer günstigen Abnehmerdichte meist in einer Größenordnung, die vom Endkunden akzeptiert wird.

Bestehende Wärmenetze

Bei bestehenden Wärmenetzen ergibt sich eine grundsätzlich andere Situation, wenn der Primärenergiefaktor nicht bereits ohnehin in der gewünschten Höhe oder darunter liegt. Der erforderliche Aufwand zur primärenergetischen Ertüchtigung eines großen Bestandsnetzes wird aus wirtschaftlicher Sicht durch eine vergleichsweise geringe Anzahl neu angeschlossener Gebäude nicht gerechtfertigt. Eine Erhöhung der Wärmepreise für alle Bestandskunden für den Anschluss weniger Neukunden ist meist keine gangbare Option. Die Bereitschaft der Wärmekunden für eine primärenergetisch bessere Wärmeversorgung mehr Geld zu bezahlen ist i.d.R. nicht sehr ausgeprägt.

Die geschilderte Situation führt zu einer hohen und zum Teil kaum überwindbaren Hürde für den Anschluss neuer Gebäude in bestehenden Wärmenetzen.

Die Bandbreite der Primärenergiefaktoren der vorhandenen Wärmenetze in der Bundesrepublik reicht dabei von 0,0 (KWK mit hoher Stromkennzahl oder KWK mit erneuerbaren Energien) als unterem Grenzwert bis zu 1,3 (Heizwerk mit fossilem Brennstoff)[7].

Abbildung 5 zeigt die Verteilung der bei der AGFW gelisteten Primärenergiefaktoren. Der ungewichtete Mittelwert liegt bei 0,35. Dieser niedrige Wert wird durch einen wesentlichen Anteil der Wärmenetze (ca. 25%) erreicht, die einen bilanzierten PEF von 0,0 aufweisen. Analysiert man jedoch nicht die Anzahl der Netze mit PEF von null, sondern die abgesetzte Wärmemenge, dann zeigt sich ein anderes Bild: Von den ca. 800 TWh Wärmemarkt werden nur 1% mit einem PEF =0 versorgt.

[7] Höhere PEF als 1,3 können sich nach den normativen Bilanzgleichungen ergeben, werden jedoch in der Praxis nicht ausgewiesen, da eine Berechnung mit dem ungünstigsten normative Standardwert 1,3 durch die EnEV immer legitimiert ist.

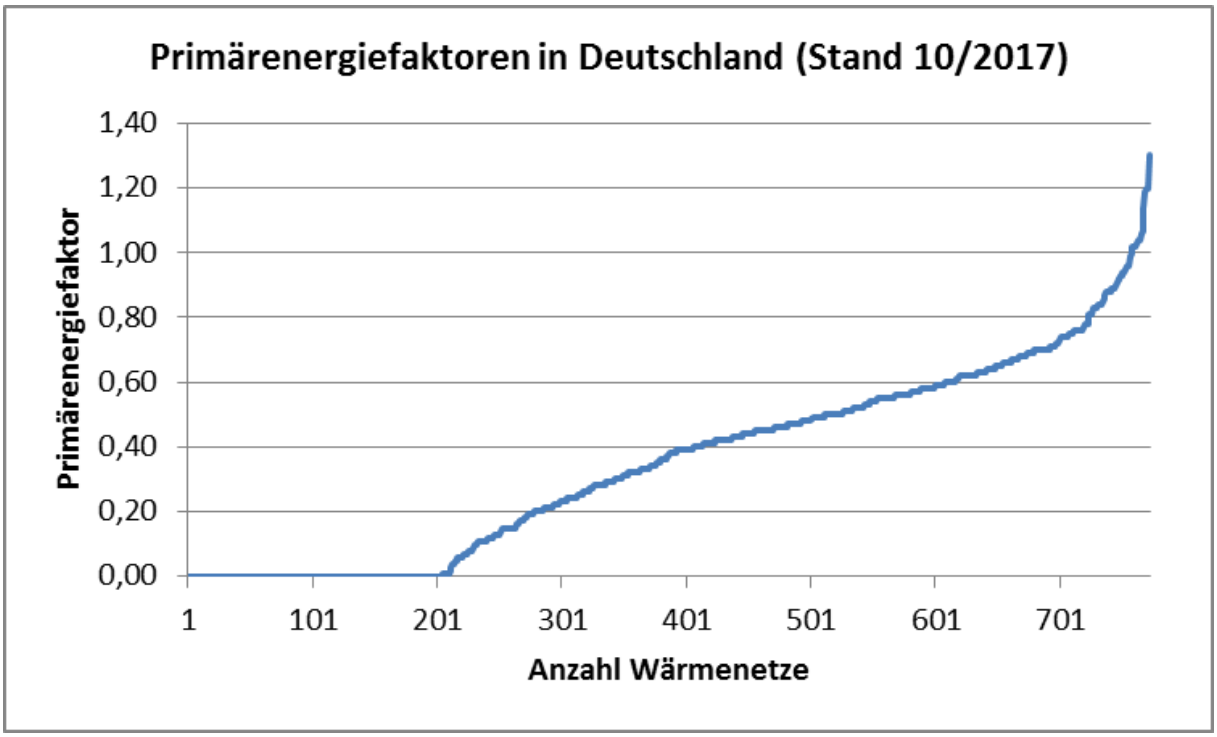


Abbildung 5: Primärenergiefaktoren von Wärmenetzen nach AGFW-Liste der PEF-Bescheinigungen (Stand 11/2015)

Der Primärenergiefaktor wird im Regelfall für ein gesamtes Wärmenetz ermittelt. So führt die geltende Fassung des AGFW-Arbeitsblattes FW 309-1 aus:

3.2.1 Regelverfahren
Thermodynamisch verbundene Anlagen werden gemeinsam bilanziert. Der Bilanzkreis endet an der Übergabestelle zum Gebäude, wo die Wärmemenge i. d. R. gezählt wird. Thermodynamisch, unverbundene Anlagen können nicht gemeinsam bilanziert werden. (Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 1 Mai 2014)

Im Fall des Anschlusses eines neuen Gebäudes oder mehrerer neuer Gebäude an ein bestehendes Fernwärmenetz gilt daher der Primärenergiefaktor des Wärmenetzes nicht nur für die neu anzuschließenden Gebäude. Der PEF umfasst neben einer meist vergleichsweise geringen Anzahl neuer Gebäude auch eine deutlich größere Anzahl von Bestandsgebäuden. Das Verhältnis Bestand zu Neubau kann dabei in großen Wärmenetzen nahezu beliebig groß werden, einem Neubau können tausende Bestandsgebäude gegenüberstehen.

Hier äußert sich ein Grundproblem bestehender großer Fernwärmenetze: wenigen Neubauten mit hohen primärenergetischen Anforderungen steht ein großer Gebäudebestand gegenüber, für den es keine praktisch relevanten Anforderungen an den Primärenergiebedarf oder die Treibhausgasemissionen gibt. Die Berücksichtigung des nicht erneuerbaren Primärenergiefaktors für das gesamte Fernwärmenetz beinhaltet eine implizite Verpflichtung der Fernwärme hinsichtlich einer Verbesserung der Versorgung von Bestandsgebäuden, wenn

neue Gebäude den Erwartungen typischer Bauherren entsprechend mit Fernwärme mit einem günstigen Primärenergiefaktor versorgt werden sollen.

Bei einer Objektversorgung gibt es keinen vergleichbaren Zusammenhang. Da hier mögliche Effizienzsteigerungen bzw. erneuerbare Energien immer nur ein einzelnes Gebäude betreffen, wird die Situation im Neubau durch mögliche Bestandsgebäude nicht beeinflusst.

Auswirkungen einer möglichen zukünftigen Umstellung der KWK-Bewertung auf die Carnotmethode

Gegenwärtig erfolgt die Brennstoffallokation bei KWK-Systemen wie eingangs erläutert mit der Stromgutschriftmethode. Die Stromgutschriftmethode ist national und auch international umstritten. Für die nähere Zukunft wird daher eine Umstellung der Brennstoffallokation auf die sogenannte Carnotmethode vorbereitet. Das AGFW Arbeitsblatt FW 309 Teil 6 „Energetische Bewertung von Fernwärme – Bestimmung spezifischer CO_2-Emissionsfaktoren“ verwendet die Carnotmethode bereits jetzt zur Aufteilung des CO_2-Gehalts der Brennstoffe in KWK-Prozessen. Eine Umstellung der Brennstoffallokation von KWK-Prozessen in der DIN V 18599 wird vorbereitet.

Die Carnotmethode verwendet den Exergieinhalt der Koppelprodukte Wärme und Strom zur Aufteilung der Eingangsgrößen Primärenergie und CO_2 eines KWK-Prozesses.

Die Carnotmethode wird in Wikipedia wie folgt beschrieben:

Die Carnot-Methode ist ein Verfahren, um bei energetischen Kuppelprodukten den Brennstoffeinsatz (Primärenergie), aber auch andere Inputfaktoren wie CO2-Emissionen oder variable Kosten, auf die Kuppelprodukte aufzuteilen. Sie bedient sich dabei der Arbeitsfähigkeit der energetischen Kuppelprodukte gemäß dem Carnot'schen Wirkungsgrad als Aufteilungsschlüssel. Damit entspricht sie einer exergetischen Äquivalenzziffermethode, da gleicher Exergiegehalt gleich bewertet wird. Primäres Anwendungsgebiet ist die Kraft-Wärme-Kopplung, es sind aber auch andere energetische Kuppelprodukte denkbar, wie z. B. die Erzeugung von Kälte unter Nutzung der Abwärme zu Heizzwecken. Sie hat den Vorteil, dass keine externen Referenzwerte für die Aufteilung des Inputstromes auf die Outputströme notwendig ist, sondern dass hierfür nur endogene Prozessparameter benötigt werden.

(https://de.wikipedia.org/wiki/Carnot-Methode; download am 28.01.2018)

Elektrischer Strom ist definitionsgemäß reine Exergie. Zur Bestimmung des Exergieinhalts der Wärme wird der Carnotfaktor verwendet. In AGFW FW 309-6 wird hierzu ausgeführt:

Der Carnot-Wirkungsgrad und damit die Arbeitsfähigkeit der ausgekoppelten Wärme hängt von der Mitteltemperatur zwischen Vor- und Rücklauf der Wärmenetzeinspeisung und von der Umgebungstemperatur ab. Für den an das Wärmenetz übertragenen Exergiestrom gilt:

Spezifische Exergie = 1- ($T_{Umgebung\ in\ Kelvin}$ / $T_{mittel\ KWK\text{-}Einspeisung\ in\ Kelvin}$)

Die Umstellung der KWK-Brennstoffallokation auf die Carnotmethode wird für typische Fernwärmenetze zu Folge haben, dass ungünstigere Primärenergiefaktoren errechnet werden. Die Auswirkungen auf ein bestimmtes Fernwärmenetz können nur unter Berücksichtigung der konkreten Randbedingungen genau quantifiziert werden. Einen Eindruck über die zu erwartenden Veränderungen vermittelt jedoch Abbildung 6

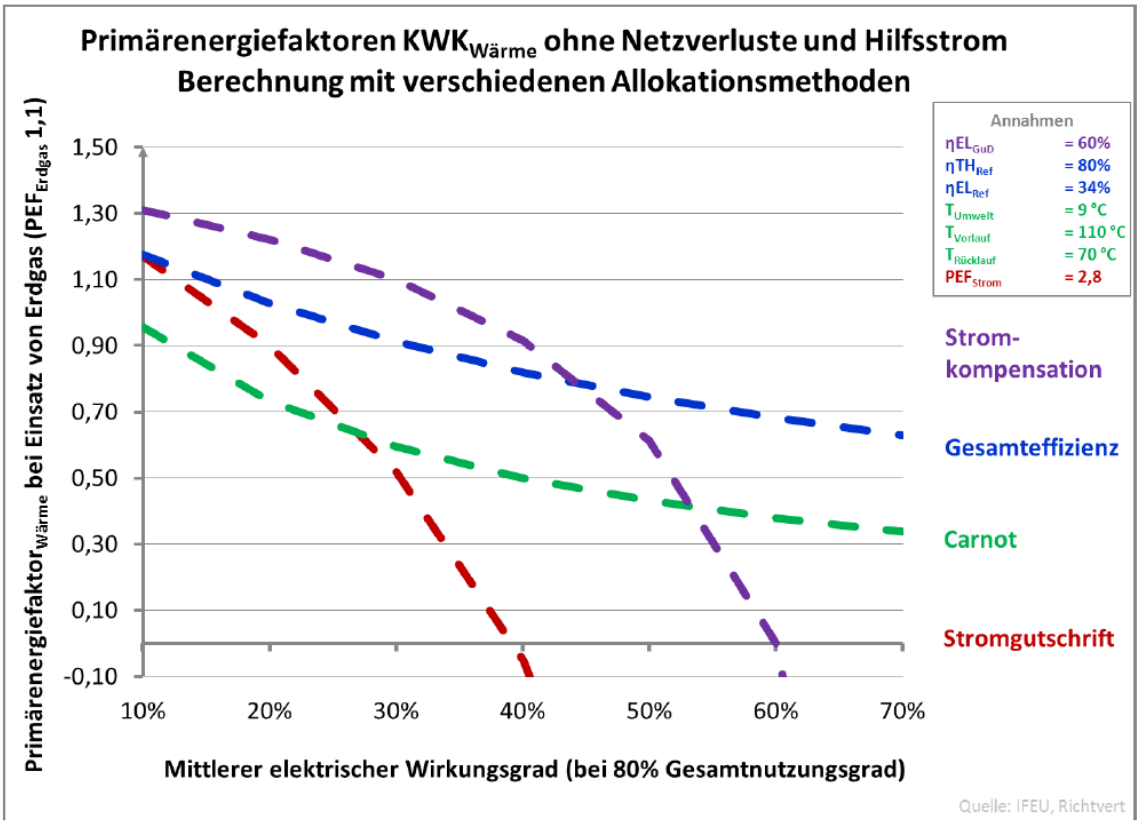


Abbildung 6: Primärenergiefaktoren von KWK-Wärme bei verschiedenen Allokationsmethoden (Quelle: Richtvert Energiesystemberatung, Abschlussdokument zur Arbeit der DIN NA 041-05-01 Ad-hoc-Gruppe KWK-Bewertung, September 2015)

Insbesondere in dem für die primärenergetische Bewertung der EnEV relevanten Bereich von PEF 0,3 bis 0,7 sind erhebliche Änderungen möglich. Das bisher skizzierte Problem der Fernwärme wird daher durch die anstehende Änderung der Brennstoffallokation verschärft.

Abbildung 6 enthält eine beispielhafte Energiebilanz eines großen Fernwärmenetzes. Mit der gegenwärtigen Brennstoffallokation nach Stromgutschriftmethode wird ein PEF von 0,57 errechnet. Nach einer Umstellung auf die Carnotmethode steigt der errechnete PEF auf 0,91. Die Auswirkungen auf die Erfüllung von Neubauanforderungen wurden bereits in Abbildung 4 dargestellt.

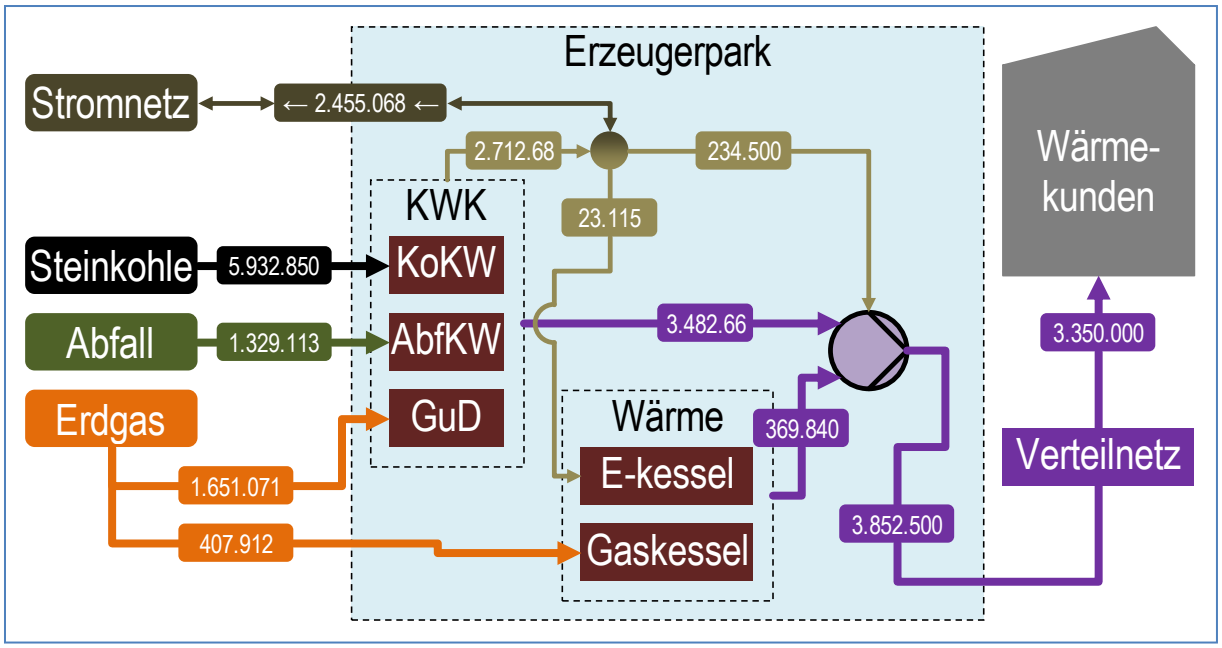


Abbildung 7:Beispielhafte Energiebilanz eines großen Fernwärmenetzes, Zahlenangaben in MWh/a

Auswirkung einer möglichen Einführung eines brennstoffbezogenen Klimaschutzfaktors

Das aktuelle deutsche Energiesparrecht bezieht sich in seinen Grundanforderungen auf den nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf. Dies ist eine aus Sicht der Ressourcenschonung geeignete Anforderungsgröße, sie entspricht der energiepolitischen Ausrichtung der Vergangenheit. Aus Sicht des Klimaschutzes ist die Begrenzung des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs jedoch nur eine bedingt geeignete Hilfsgröße. Daher ist spätestens mittelfristig eine vollständige Umstellung auf die Treibhausgasemissionen erforderlich, oder zumindest eine teilweise Einbeziehung der Treibhausgasemissionen in die Anforderungsgröße.

Auch diese Umstellung würde eine Verschärfung des geschilderten Problems zur Folge haben.

Für das in Abbildung 6 beispielhaft skizzierte großen Fernwärmenetz würde der Primärenergiefaktor auf etwa 1,2 steigen, wenn die Treibhausgasemissionen und nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf zu gleichen Anteilen in die Anforderungsgröße einfließen.

3.2 Lösungsmöglichkeiten im aktuellen Energiesparrecht

Aus Sicht der Fernwärmenetzbetreiber gibt es im aktuellen Energiesparrecht folgende Optionen, wenn neue Gebäude an ein bestehendes Fernwärmenetz angeschlossen werden sollen, und der gewünschte Primärenergiefaktor für die Neubauten durch das Bestandsnetz nicht erreicht wird:

a. Ertüchtigung des gesamten Netzes aus primärenergetischer Sicht

Diese Option steht theoretisch zur Verfügung, kann jedoch aus Kostengründen i.d.R. nicht realisiert werden.

b. Trennung in Teilnetze

Eine Aufsplittung des vorhandenen Netzes in thermodynamisch getrennte Teilnetze ist mit einem gewissen technischen und finanziellen Aufwand möglich. So können kleinere Wärmenetze geschaffen werden, die – getrennt vom großen Gesamtnetz – andere Wärmeerzeuger erhalten, so dass günstigere Primärenergiefaktoren im kleinen Teilnetz erreicht werden. Aus Gesamtsicht ist eine derartige Vorgehensweise jedoch wenig zielführend, da

- durch die Auftrennung der Netze zusätzlicher finanzieller und organisatorischer Aufwand entsteht, der keinen Klima- oder Umweltnutzen erzeugt
- ein effizienter Wärmeerzeuger (z.B. BHKW) im Teilnetz weniger Betriebsstunden und damit Umweltvorteile erreicht als bei Installation im Gesamtnetz erreichbar wären
- ein großes Netz nicht in beliebig viele kleine Teilnetze zersplittert werden kann
- Teilnetze für neue Einzelgebäude technisch und wirtschaftlich unsinnig wären

c. kein Anschluss neuer Gebäude (Neubau und Bestand) an bestehende Wärmenetze

Diese Option widerspricht den versorgungspolitischen Zielen.

4 Lösungsoptionen für das zukünftige Energiesparrecht

Für das zukünftige Energiesparrecht sind eine Reihe von Lösungsoptionen denkbar. Diese werden entsprechend der Aufgabenstellung des vorliegenden Kurzgutachtens nur vorgestellt.

- Bilanzielle Zuordnung von Verbesserungen am gesamten Fernwärmenetz bezüglich der
    - Effizienz
    - erneuerbaren Anteilen
    - KWK-Anteile bzw. Stromausbeute

  werden zu ausgewählten Neubauten bzw. sanierten Bestandsgebäuden zugeordnet. Dabei wäre sicherzustellen, dass durch die Neuanschlüsse wirklich Verbesserungen am Gesamtnetz verursacht werden.

- Ermittlung eines separaten PE-Faktors für Neubauten mit einer Formel
    - Individualformel: Primärenergiefaktor-Fernwärme (für GEG Neubau und Sanierungen) = Primärenergiefaktor des FW-Netzes – (Anteil Bestandsgebäude im FW-Netz * 1,1)
    - Pauschalformel: Gleiche Formel wie unter Individualformel, aber der Anteil und die Anteilsveränderung an Bestandsgebäuden wird pauschal (unabhängig vom konkreten Netz) festgelegt.

Die genannten Formeln sollen die Möglichkeit zum Anschluss neuer Gebäude an bestehende Fernwärmenetze eröffnen, gleichzeitig jedoch dafür sorgen, dass die mittel- und langfristigen energie- und klimapolitischen Ziele erreicht werden und daher einen entsprechenden Druck aufbauen.

- Festlegung eines pauschalen Abzugsfaktors für den Anschluss von Gebäuden an ein Wärmenetz
  Der PE-Faktor eines Wärmenetzes darf für Neubauten pauschal verringert werden.

- Festlegung eines Pauschalfaktors für Wärmenetze
  Wenn Wärmenetze unabhängig vom konkreten Zustand mit einem pauschalen PEF bewertet würden, dann entfällt das Problem bei einer geeigneten Festlegung des Pauschalfaktors. Vorgaben zur Erreichung der mittel- und langfristigen energie- und klimapolitischen Ziele für Wärmenetze müssen an anderer Stellung gemacht werden.

- Modifikation der Stromgutschriftmethode – Einführung eines Sockelwertes für den PEF
  Weitere Anwendung der eingeführten Stromgutschriftmethode mit einem festen Verdrängungsmixfaktor von 2,8, aber Anhebung des minimalen Primärenergiefaktors auf einen geeigneten Sockelwert (z.B. 0,3 oder 0,4).

- Tarifliche Aufsplittung eines Wärmenetzes
  Für ein Wärmenetz kann zusätzlich zum Standardtarif ein weiterer „Ökotarif“ mit etwas höheren Preisen angeboten werden. Zu diesem Tarif wird bilanziell eine primärenergetisch bessere Versorgung zugeordnet, es darf mit einem verbesserten Primärenergiefaktor gerechnet werden.

5 Zusammenfassung

Der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf ist die zentrale Energiekenngröße im Energiesparrecht und wird wesentlich durch den Primärenergiefaktor geprägt. Der Primärenergiefaktor wird für das gesamte Wärmenetz ermittelt.

Wärmenetze müssen in der Regel Primärenergiefaktoren in einer Höhe von ca. 0,5 … 0,6 aufweisen, um den Erwartungen von Bauherrn/Investoren zu genügen, bei ambitionierten energetischen Standards werden zum Teil auch deutlich kleinere PEF von etwa 0,3 gefordert.

Die Erreichung der geforderten Primärenergiefaktoren ist bei größeren Bestandsnetzen teilweise schwierig, da die aus wenigen Neubauten resultierenden primärenergetischen Anforderungen sofort auf das gesamte Wärmenetz übertragen werden. Die bisher vorhandenen Handlungsoptionen der Wärmenetzbetreiber sind weder wirtschaftlich noch umweltpolitisch zielführend.

Mit der geplanten Umstellung der KWK-Allokation auf die Carnotmethode oder einer Einbeziehung von Treibhausgasemissionen in zukünftige Anforderungen verschärft sich die Situation gravierend.

Das zukünftige Energiesparrecht muss daher so gestaltet werden, dass Anschlussmöglichkeiten für neue Gebäude in bestehenden Wärmenetzen aufrechterhalten bleiben. Dafür liegt eine Reihe von Vorschlägen vor, die einer weiteren Überprüfung und Diskussion bedürfen.