Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH
Prof. Oschatz – Prof. Hartmann – Dr. Werdin – Prof. Felsmann

Kurzgutachten

Beitrag intelligenter Messsysteme für Strom, Gas und Wärme zur CO_2-Minderung

05.11.2015

Auftraggeber: Figawa e.V.
Marienburger Straße 15
50968 Köln

Auftragnehmer: ITG Institut für Technischen Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH
Bayreuther Straße 29 in 01187 Dresden

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Bettina Mailach
Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz

Inhalt

Inhalt **1**

1 Einleitung **2**

2 Randbedingungen **3**

2.1 Mustergebäude 3

2.2 Verbrauch und Einsparpotenzial an Strom und Wärme 3

2.2.1 Analyse vorliegender Studien: Haushaltsstrom 3

2.2.2 Analyse vorliegender Studien: Wärme für Heizung und Warmwasser 4

2.2.3 Ableitung von Einsparszenarien 7

2.3 Kosten intelligenter Messsysteme 8

2.3.1 Bestandteile intelligentes Messsystem für Strom und Wärme 8

2.3.2 Analyse der Kostenansätze vorhandener Untersuchungen 9

2.3.3 Kostenansatz intelligentes Messsystem für Strom und Wärme 11

2.4 CO_2-Emissionsfaktoren, Primärenergiefaktoren und Energiekosten 14

3 Kosten und Nutzen intelligenter Messsysteme für Strom und Wärme für den Endverbraucher **15**

3.1 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie 15

3.2 Notwendiges Einsparpotenzial zur Erreichung von Wirtschaftlichkeit 28

3.2.1 Festlegung der Randbedingungen 28

3.2.2 Ergebnisse 29

3.3 CO_2-Vermeidungskosten 34

3.3.1 Berechnungsmethodik 34

3.3.2 Ergebnisse 35

4 Volkswirtschaftliche Betrachtung der Energie- und CO_2-Einsparungen **39**

4.1 Analyse Gebäudebestand und Beheizungsstruktur in Deutschland 39

4.2 Abschätzungen zur Einsparung an Endenergie und CO_2-Emissionen 41

5 Zusammenfassung **46**

6 Quellen **49**

1 Einleitung

Mit der Einführung intelligenter Messsysteme können Energieeinsparungen bei Strom und Gas bzw. Wärme durch eine unterjährige Verbrauchs- bzw. Abrechnungsinformation erzielt werden. Bisherige Untersuchungen zum möglichen Einsparpotenzial und den anfallenden Kosten zielen jeweils auf einen der vorgenannten Energieträger.

In der Kosten-Nutzen-Analyse von Ernst & Young [1] wird das Einsparpotenzial und die Kosten für einen flächendeckenden Rollout intelligenter Messsysteme für Strom untersucht. Im Ergebnis übersteigen die ermittelten Kosten der verschiedenen Rollout-Szenarien das mögliche Einsparpotenzial an Strom und führen für den Letztverbraucher zu Mehrkosten.

In der Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit von Erfassungssystemen [2] wird u.a. die unterjährige Verbrauchsinformation (keine Kosteninformation) für Wärme und Warmwasser auf Wirtschaftlichkeit für den Endkunden geprüft. Sowohl für das mögliche Einsparpotenzial als auch für die entstehenden Endkundenkosten bei einer unterjährigen Verbrauchs-information gibt es derzeit kein belastbares Datenmaterial. Ergebnis der Untersuchung ist, dass unter Ansatz eines geschätzten mittleren Einsparpotenzials für Wärme, eine unterjährige Verbrauchsinformation in Mehrfamilienhäusern mit mittlerer Wohnungsgröße oft nicht wirtschaftlich ist.

Mit dem vorliegenden Kurzgutachten soll untersucht werden, inwieweit durch einen kombinierten Einsatz von intelligenten Messsystemen für Strom und Gas bzw. Wärme eine Wirtschaftlichkeit für den Endkunden erzielt werden kann. Dabei wird vorausgesetzt, dass bei einem gemeinsamen Einsatz eines intelligenten Messsystems für Strom und Gas bzw. Wärme bestimmte Komponenten mehrfach genutzt und so die Gesamtkosten gegenüber einem Einsatz von zwei unabhängigen Systemen reduziert werden können. Grundlage für die anzusetzenden Kosten und das mögliche Einsparpotenzial bilden die Untersuchungen der vorgenannten Studien. Die Betrachtungen werden für verschiedene Einspar- und Kostenszenarien durchgeführt.

Im Weiteren erfolgt eine volkswirtschaftliche Betrachtung der möglichen Einsparungen aller betroffenen Haushalte an Endenergie und CO_2-Emissionen im Falle eines flächendeckenden Einsatzes intelligenter Messsysteme für Strom und Gas bzw. Wärme.

2 Randbedingungen

2.1 Mustergebäude

Die Betrachtungen zu Kosten und Nutzen intelligenter Messsysteme für Strom und Wärme (Raumheizung und Warmwasser) für den Endverbraucher erfolgen analog zur Untersuchung „Wirtschaftlichkeit von Systemen zur Erfassung und Abrechnung des Wärmeverbrauchs“ [2] am Beispiel von Mustergebäuden[1].

Tabelle 1 Zusammenstellung Gebäude und Kennwerte

Gebäudeart	Anzahl Wohneinheiten	Wohnfläche	Wohnfläche je Wohneinheit
EFH	1	180 m²	180 m²
2-FH	2	240 m²	120 m²
MFH mittel	12	960 m²	80 m²
MFH groß	40	2.850 m²	71 m²

2.2 Verbrauch und Einsparpotenzial an Strom und Wärme

2.2.1 Analyse vorliegender Studien: Haushaltsstrom

Verbrauch

Kennzahlen zum Durchschnitts-Stromverbrauch nach Haushaltsgröße in Deutschland werden vom BDEW (Bundesverband der Energie-und Wasserwirtschaft e.V.) im Chartsatz „Stromverbrauch im Haushalt“ mit Stand: Oktober 2013 [3] angegeben, vgl. Abbildung 1.

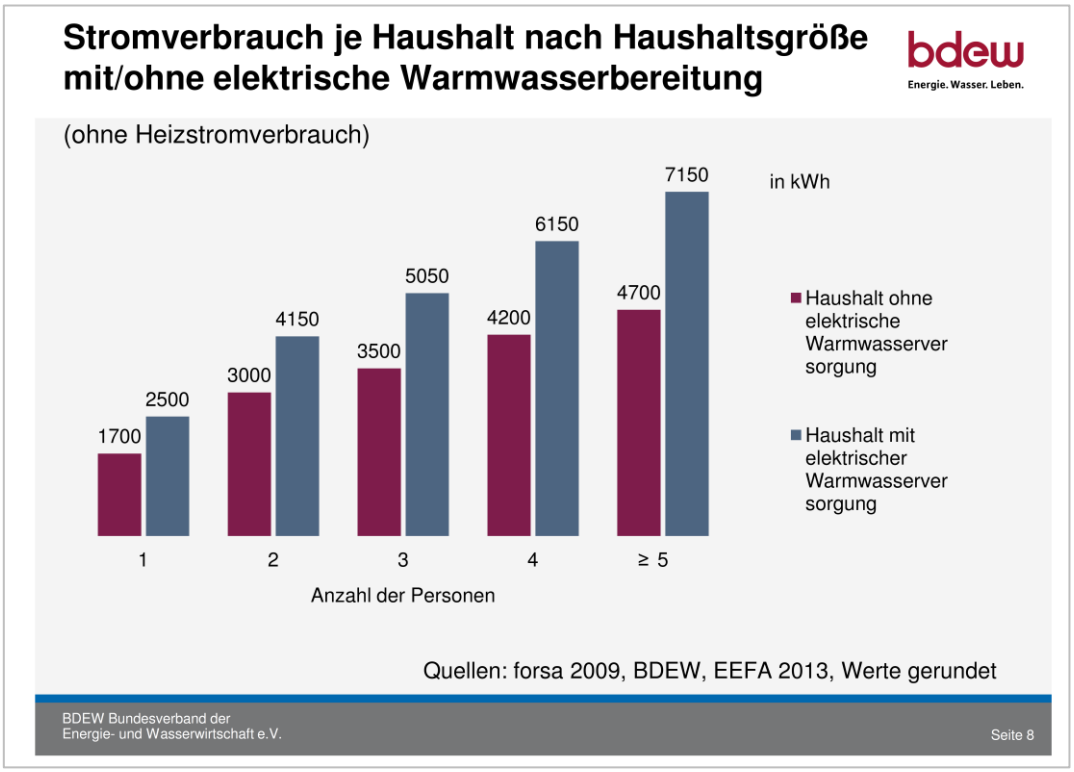

Abbildung 1 BDEW: Stromverbrauch im Haushalt [3]

Aktuelle Daten zur Anzahl der Haushalte und der Haushaltsgröße in Deutschland für das Jahr 2014 veröffentlicht das Statistische Bundesamt [4].

[1] Für die Betrachtungen der Energie- und CO_2-Einsparungen auf volkswirtschaftlicher Ebene, werden die mittleren Wohnflächen entsprechend Destatis [4] für die Gebäudearten EFH / 2-FH und MFH angesetzt.

Tabelle 2 Haushalte in Deutschland [4] und Stromverbrauch [3]

	Anzahl Haushalte 2014 [4]	**Anteil**	**Verbrauch nach Haushaltsgröße** [3]	**durchschnittlicher Verbrauch je Haushalt**
Haushalte insgesamt	40.223.000	100%		
Einpersonenhaushalte	16.412.000	41%	1.700	
2-Personenhaushalte	13.837.000	34%	3.000	
3-Personenhaushalte	4.968.000	12%	3.500	**2.700 kWh/a**
4-Personenhaushalte	3.672.000	9%	4.200	
Haushalte ≥ 5 Personen	1.333.000	3%	4.700	
Durchschnittliche Personenzahl je Haushalt	**2,0 Personen**			

Für die durchzuführenden Untersuchungen wird ein durchschnittlicher Stromverbrauch differenziert nach Gebäudeart zu Grunde gelegt. Bei Ein- und 2-Familienhäusern wird von einer höheren Belegungsdichte (3 Personen) und damit von einem höheren Stromverbrauch ausgegangen.

EFH / 2-FH	3.500 kWh/a je Haushalt
Mehrfamilienhäuser	2.700 kWh/a je Haushalt

Einsparpotenzial

In der „Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler“ von Ernst & Young [1] wird u.a. das Einsparpotenzial beim Einsatz von intelligenten Zählern bzw. intelligenten Messsystemen für Strom untersucht.

Die Ergebnisse werden von Ernst & Young [5] wie folgt zusammengefasst:

- Mit einem höheren durchschnittlichen Jahresstromverbrauch nimmt das Stromeinspar- und –verlagerungspotenzial zu
- Im Durchschnitt über alle Haushaltskunden ergibt sich ein Stromeinsparpotenzial von 1,8%
- Bei intelligenten Zählern beträgt das Stromeinspar- und Lastverlagerungspotenzial nur 1/3 des Potenzials intelligenter Messsysteme

Tabelle 3 enthält die Einsparpotenziale im Haushaltsbereich in Abhängigkeit von der Verbrauchsklasse.

Tabelle 3 Einsparpotenziale im Haushaltbereich nach Verbrauchsklassen [1]

Verbrauchsklasse	**Einsparpotenzial**
< 2.000 kWh /a	-0,5%
2.000 - 3.000 kWh/a	-1,0%
3.000 - 4.000 kWh/a	-1,5%
4.000 - 6.000 kWh/a	-2,0%
> 6.000 kWh	-2,5%

2.2.2 Analyse vorliegender Studien: Wärme für Heizung und Warmwasser

Verbrauch

In der Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit von Systemen zur Erfassung und Abrechnung des Wärmeverbrauchs [2] wurden auf Grundlage der Studie „Vergleichswerte für Verbrauch bei Wohngebäuden“ [6] Verbrauchsdaten ermittelt und mit weiteren Quellen abgeglichen. Die in

[2] ermittelten Verbrauchsdaten für Heizung enthält Tabelle 2. Für den Verbrauch von Warmwasser wurde ein mittlerer Wert von 30 kWh/m²a unabhängig von Energieträger, Gebäudegröße und Wärmedämmstandard angesetzt. Alle Werte sind auf den Heizwert H_i bezogen.

Tabelle 4 Angesetzte Verbrauchswerte Heizung nach Gebäudegröße, Energieträger und Wärmedämmstandard nach [2]

Verbrauchswerte	Wohnfläche		Erdgas			
	von m²	bis m²	EnEV 2009 kWh/m²a	EnEV 2002 kWh/m²a	WSchVO95 kWh/m²a	WSchVO78 kWh/m²a
EFH und 2-FH		200 m²	50	70	105	170
MFH mittel	500 m²	2.000 m²	50	70	90	135
MFH groß	2.000 m²		50	75	90	130
Verbrauchswerte	**Wohnfläche**		**Fernwärme**			
	von m²	bis m²	EnEV 2009 kWh/m²a	EnEV 2002 kWh/m²a	WSchVO95 kWh/m²a	WSchVO78 kWh/m²a
EFH und 2-FH		200 m²	30	40	110	140
MFH mittel	500 m²	2.000 m²	45	60	70	120
MFH groß	2.000 m²		50	70	70	100

Die in [2] angegebenen Verbrauchswerte für Heizung und Warmwasser bilden die Grundlage der nachfolgenden Untersuchungen.

Einsparpotenzial

Derzeit gibt es noch wenig Datenmaterial zum Einsparpotenzial durch eine webbasierte monatliche Kontrolle des Verbrauches von Raumwärme und Warmwasser. Folgende Untersuchungen liegen vor:

„Wirkungs- und Akzeptanzanalyse von EDMpremium“ [7]

Das Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) erforscht in einer Wirkungs- und Akzeptanzanalyse den Einsatz von EDMpremium innerhalb eines Feldversuches der ista Deutschland GmbH. Entsprechend dem vorliegenden Kurzbericht können folgende Randbedingungen und Ergebnisse zusammengefasst werden:

Randbedingungen

- EDMpremium stellt den Nutzern (Bewohner und Hausverwaltung) monatsaktuell den Energieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Strom webbasiert zur Verfügung
- Betrachtungen von 4 Liegenschaften: 118 Wohneinheiten und etwa 5.900m² Wohnfläche, Bewohner der verschiedenen Liegenschaften sind gemischt: Studenten, Mieter mittleren Alters und Mieter höheren Alters
- Teilnahme an der Nutzung von EDMpremium freiwillig: 67 Nicht-Nutzer und 37 Nutzer, keine Berücksichtigung von 14 teilweise unbewohnten Wohnungen bei der Auswertung
- Auswertung des Heizwärmeverbrauches über zwei Heizperioden 2009/2010 mit EDMpremium und im Vergleich 2008/2009 ohne EDMpremium.

Ergebnisse

- Klimabereinigte Verbräuche bei Nutzern der webbasierten Auswertung sinken deutlich (-14%), während der Verbrauch bei den Nicht-Nutzern fast konstant bleibt (+2%)
- Annäherung der Verbräuche der Nutzer untereinander (Vielverbraucher – Sparer)
- In Summe über alle Objekte konnte eine klimabereinigte Reduktion von 5,4% bilanziert werden, Teilnahme: 37 Mieter von 104 Haushalten (35,5%)

„Modellvorhaben Bewusst heizen, Kosten sparen“ [8], [9]

Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) führt derzeit gemeinsam mit ista Deutschland GmbH, dem Deutschen Mieterbund e.V. und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) einen Feldtest zum Einsparpotenzial an Wärmeenergie unter Nutzung eines Energiedatenmanagements durch.

Die Ziele des Projekts sind:

- die Energieeinspareffekte durch zeitnahe Visualisierung von Verbräuchen und Kosten zu demonstrieren und zu evaluieren,
- die Wirtschaftlichkeit des Energiedatenmanagements für Mieter zu überprüfen,
- mögliche Hemmnisse bei der Anwendung des Energiedatenmanagements zu identifizieren und Lösungsvorschläge für deren Überwindung zu entwickeln.

Randbedingungen

- Verbrauchsdaten für Heizung und Warmwasser werden über mehrere Heizperioden (2013 bis 2016) erfasst und ausgewertet
- Miethaushalte in Essen, Berlin und München erhalten fernauslesbare Zähler und über ein Webportal oder per Post Zugang zu ihren Verbrauchsdaten, die klimabereinigt dargestellt und einmal pro Monat aktualisiert werden, der aktuelle Verbrauch kann mit dem Vormonat und Vorjahr oder auch mit dem Durchschnittsverbrauch der Wohnungen im Mietshaus verglichen werden
- Zusätzlich Angebot für eine kostenlose persönliche Energieberatung
- 145 Teilnehmer in der Heizperiode 2013/2014 von 679 Miethaushalten (21% Teilnehmer), zusätzliche Liegenschaften in Heizperiode 2014/2015
- Wohngebäude weisen einen für Deutschland typischen Sanierungsstand auf, von unsaniert über teilweise saniert bis komplett saniert

Ergebnisse (Stand nach Heizperiode 2013/2014)

- Verbrauchssenkung der Teilnehmer gegenüber der Referenzgruppe um 9%
- klimabereinigte Reduktion des Heizungsverbrauchs gegenüber Heizperiode 2012/2013 bei den Teilnehmern um 16% und bei der Referenzgruppe um 7%

Zusammenfassung der Untersuchungen

Allen Miethaushalten der betreffenden Liegenschaften steht die Möglichkeit der kostenlosen Teilnahme am Programm „Modellvorhaben Bewusst heizen, Kosten sparen“ offen, alle erhielten wiederholte, ausführliche Informationen zur Teilnahme. Bezieht man die Verbrauchssenkung der Teilnehmer des Modellvorhabens „Bewusst heizen, Kosten sparen“ infolge der monatlichen Verbrauchsinformation für Raumwärme von 9% auf alle Mieter (Teilnehmer und Nichtteilnehmer am Modellprojekt) ergibt sich eine durchschnittliche Senkung des Verbrauchs an Raumwärme von 1,9% über alle Miethaushalte.

Bisherige Untersuchungen/Feldtests beziehen sich ausschließlich auf den Verbrauch von Raumwärme, Erkenntnisse für potenzielle Einsparungen am Warmwasserverbrauch durch eine ständige Verbrauchskontrolle oder unterjährige Abrechnung liegen nicht vor.

Damit lassen sich aus den bisherigen Untersuchungen keine belastbaren Erkenntnisse zur Höhe der zu erwartenden mittleren Einsparungen am Wärme und Warmwasserverbrauch ableiten.

In [2] wird ein mittleres Einsparpotenzial von 5% am gesamten Endenergieverbrauch Wärme für Heizung und Warmwasser zu Grunde gelegt, mit Hilfe von Szenarien wird ein weiterer möglicher Bereich betrachtet.

2.2.3 Ableitung von Einsparszenarien

Für das Einsparpotenzial durch den Einsatz intelligenter Messsysteme werden folgende Einsparszenarien für Haushaltsstrom, Raumwärme und Warmwasser den Berechnungen zu Grunde gelegt.

Tabelle 5 angesetzte Einsparungen durch Einsatz intelligenter Messsysteme

Einsparpotenzial	Einsparszenario 1	Einsparszenario 2	Einsparszenario 3
Haushaltsstrom	1,0%	1,8%	2,5%
Raumwärme	2%	5%	10%
Warmwasser	2%	5%	10%

Szenario 1 bildet die untere denkbare Grenze möglicher Einsparungen. In Szenario 3 wird unterstellt, dass alle Endkunden die Möglichkeiten der unterjährigen Verbrauchsanalyse durch ein intelligentes Messsystem ausschöpfen. Szenario 2 bildet mittlere Verhältnisse ab.

2.3 Kosten intelligenter Messsysteme

2.3.1 Bestandteile intelligentes Messsystem für Strom und Wärme

In **Einfamilienhäusern** und **Mehrfamilienhäusern** sind zentrale Zähler an der Übergabestelle zur Abrechnung mit dem jeweiligen Versorger einzubauen:

- Stromzähler
- Kaltwasserzähler
- Erdgaszähler oder
- Wärmemengenzähler bei Fern- oder Nahwärme

Für die Verteilung der Kosten in **Mehrfamilienhäusern** für Wärme und Warmwasser (Geltungsbereich der Heizkostenverordnung) sowie für Kaltwasser sind neben den oben genannten Zählern je Gebäude Unterzähler in jeder Wohneinheit vorzusehen. Bei zentraler Warmwasserbereitung ist zusätzlich ein Wärmemengenzähler in der Speicherladeleitung zwischen dem Heizkessel und dem Warmwasserspeicher notwendig.

Die Abrechnung des Haushaltsstromes je Wohneinheit erfolgt direkt zwischen Energieversorger und Mieter. Der Stromzähler des Gebäudes zählt die für die Allgemeinheit notwendige Strommenge (Hausbeleuchtung, Hilfsenergie für die Heizung, usw.).

Um den Verbrauch an Strom und Wärme automatisiert zu erfassen und dem Endkunden zeitnah seine Verbrauch bereitzustellen, sind digitale Erfassungssysteme (intelligente Zähler) an der Übergabestelle notwendig. Durch Einbindung dieser Zähler in ein Kommunikationsnetz mit einem Kommunikationsmodul, dem Smart Meter Gateway, und einem Sicherheitsmodul, erhält man ein intelligentes Messsystem.

Für die gemeinsame (unterjährige) Verbrauchsanalyse verschiedener Energieträger sind je nach Gebäudeart folgende Messeinrichtungen notwendig:

Intelligentes Messsystem

Einfamilienhaus	**Mehrfamilienhaus**
Messeinrichtung – zentral (Metering)	Messeinrichtung – zentral (Metering)
- Intelligenter Stromzähler	- Intelligenter Stromzähler
- Intelligenter Gas oder Fernwärmezähler	- Intelligenter Gas oder Fernwärmezähler
- Intelligenter Kaltwasserzähler	- Intelligenter Kaltwasserzähler
	- Wärmemengenzähler zentrale TWE fernauslesbar
	+ Messeinrichtung je Wohnung (Submetering)
	- Intelligenter Stromzähler
	- Heizkostenverteiler oder WMZ (fernauslesbar)
	- Warmwasserzähler (fernauslesbar)
	- Kaltwasserzähler (fernauslesbar)
+ Kommunikationsmodul und Sicherheitsmodul	+ Kommunikationsmodul und Sicherheitsmodul

Zähler für Kaltwasser könnten ebenfalls in die Verbrauchs- und Kostenanalyse des Endkunden Eingang finden, sind jedoch nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

2.3.2 Analyse der Kostenansätze vorhandener Untersuchungen

Intelligentes Messsystem für Strom

Für einen möglichen Rollout intelligenter Zähler und Messsysteme bei Strom wurden von Ernst & Young [1] verschiedene Szenarien und Varianten untersucht. Zur Deckung der jeweiligen Kosten entstehen für den Endkunden unterschiedliche jährliche Beiträge, vgl. Tabelle 6.

Tabelle 6 Betrachtete Szenarien und Kosten für den Endkunden, Gesamtbewertung entsprechend [1]

Szenario	Kosten pro Jahr Endkunde	Systemkosten-beitrag für alle Endkunden	Gesamtbewertung
EU-Szenario flächendeckender Rollout, Rolloutquote von 80% innerhalb von 10 Jahren Installation von rund 4,3 Mio. intelligenten Messsystemen jährlich (ca. 20.000 täglich)	89,00 €/a	29,00 €/a	weder wirtschaftlich noch praktisch umsetzbar
Kontinuitätsszenario Ausgang derzeitige Rahmenbedingungen: Verpflichtung des §21 EnWG gilt über gesamten Betrachtungszeitraum, Rolloutquote bis 2022 von 23%, Installation von jährl. 1,2 Mio. Messsystemen	109,00 €/a	14,00 €/a	nicht in jedem Fall wirtschaftlich, moderate Rolloutquoten umsetzbar
Kontinuitätsszenario Plus zusätzlicher verpflichtender Einbau intelligenter Zähler bei turnusmäßigem Zählerwechsel spätestens nach Eichperiode, gestreckte Austauschpflicht	57,00 €/a	20,00 €/a	nicht in jedem Fall wirtschaftlich, Rolloutquoten umsetzbar, da Einsatz intelligenter Zähler einfacher als intelligente Messsysteme
Rolloutszenario Pflichtfälle nach §21 EnWG werden um weitere Anwendungsfälle ergänzt	107,00 €/a	15,00 €/a	
Rolloutszenario Plus maßgeschneiderte Lösungen für Einbau von intelligenten Messsystemen und intelligenten Zählern bei verschiedenen Ausgangssituationen, in Summe 4 Mio. Zähler bis 2018	58,00 €/a	21,00 €/a	Endkunde profitiert entsprechend seiner Bedürfnisse, Rollout ambitioniert, aber praktisch umsetzbar, da mehr als die Hälfte der Installationen intelligente Zähler

Die angegebenen Gesamtkosten des intelligenten Messsystems für Strom beinhalten folgende Kostenbestandteile:

Kostenbestandteile intelligentes Messsystem Strom [1]

Investitionskosten (einmalig bzw. wiederkehrend)	Jährliche Betriebskosten
Messeinrichtung und Gateway (Lieferung und Montage) Datenverarbeitungssystem (Entwicklung neuer bzw. Ausbau vorhandener Systeme) Kommunikationstechnologie (Datenübertragung drahtlos bzw. drahtgebunden) Haushaltsinterne Anzeige (Inhouse-Display bei 50% der Endkunden, sonst PC oder Smartphone)	IT-Wartungs- und Betriebskosten Kosten für Netzmanagement und Anfangskosten (Projektierungskosten) Kommunikations-/Datenübertragungskosten (Datenübertragung im WAN) Ersatz/Ausfall intelligenter Messsysteme und Zähler (intelligente Zähler/Messsysteme sind störanfälliger) Rückgang der Erlöse (korrigierte Gewinnmarge) Ablesekosten Call-Center/Kundenbetreuung (verbesserte Information, zunächst Mehraufwand, Rückgang an Beschwerden) Schulungskosten (Kundenbetreuer, Installateure) Betriebs- und Instandhaltungskosten (Zählereigenstromverbrauch, Instandhaltung, Eichkosten) Energieversorgungssicherheit (Verringerung volkswirtschaftlicher Schaden) Verlorene Aufwendung konventionelle Zähler (Restlebensdauer)

Kosten unterjährige Verbrauchsanalyse für Raumwärme und Warmwasser

In der Untersuchung „Wirtschaftlichkeit von Systemen zur Erfassung und Abrechnung des Wärmeverbrauchs“ wird zwischen der unterjährigen Verbrauchsinformation und der unterjährigen Abrechnungsinformation differenziert [2]:

Eine unterjährige Verbrauchsinformation visualisiert datensicher aktuelle Verbrauchswerte für Heizung und/oder Warmwasser und kann sie ins Verhältnis zu vorangegangenen Zeiträumen oder ins Verhältnis zum Gesamtverbrauch im Wohngebäude setzen.

Eine unterjährige Abrechnung bzw. eine Abrechnungsinformation enthält darüber hinaus Informationen über die tatsächlichen sich im Betrachtungszeitraum ergebenden Energiekosten.

Die Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit erfolgen für eine unterjährige Verbrauchsanalyse für Wärme und Warmwasser. Nach gültiger Heizkostenverordnung [10] müssen Mehrfamilienhäuser mit Systemen zur Erfassung und Abrechnung des individuellen Verbrauchs an Wärme und Warmwasser ausgerüstet sein. Es werden daher die Mehrkosten für eine unterjährige Verbrauchsinformation gegenüber einem konventionellen System mit jährlicher Kostenabrechnung in Ansatz gebracht [2]:

- Mehrkosten gegenüber dem Stand der Technik: elektronische Heizkostenverteiler (HKV-E) und konventionelle Warmwasserzähler
  - elektronische Heizkostenverteiler mit Fernauslesung und Warmwasserzähler fernauslesbar
  - Wärmemengenzähler mit Fernauslesung und Warmwasserzähler fernauslesbar
- Kosten webbasierte Verbrauchsanalyse incl. ggf. notwendige Mehrkosten für monatliche Datenübertragung zum Messdienstleister, Betrachtung mehrerer möglicher Szenarien

Eine Zusammenstellung der angesetzten Kosten für verschiedene Gebäudearten enthält Tabelle 7.

Tabelle 7 angesetzte Kosten für unterjährige Verbrauchsanalyse in [2]

Kosten unterjährige Verbrauchsanalyse für Raumwärme und Warmwasser je Endkunde (Wohneinheit)	**2-FH**	**MFH mittel**	**MFH groß**
	2	**12**	**40**
Mehrkosten Miete HKV-E und WW-Zähler mit Fernablesung/Abrechnung	6,00 €/a	5,50 €/a	5,90 €/a
Kosten webbasierte Verbrauchsanalyse			
Szenario_1		15 €/a	
Szenario_2		30 €/a	
Szenario_3		60 €/a	

Entsprechend der statistischen Angaben in [2] sind 71% der Heizkostenverteiler im Bestand elektronische Heizkostenverteiler, wovon 37% bereits per Funk fernauslesbar sind. Der Neueinbau bzw. der Ersatz mit Heizkostenverteilern nach dem Verdunstungsprinzip ist seit Jahren stark rückläufig, derzeit arbeiten noch etwa 29% der Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip. Nur wenige Wohneinheiten des nach Heizkostenverordnung abzurechnenden Wohngebäudebestandes sind heute mit Wärmemengenzählern ausgerüstet (etwa 10%).

2.3.3 Kostenansatz intelligentes Messsystem für Strom und Wärme

Aus den vorangegangenen Untersuchungen werden Kostansätze abgeleitet. Die Basis bildet das intelligente Messsystem für Strom, welches bereits mit einem Kommunikations- und Sicherheitsmodul ausgestattet ist. Dabei ist davon auszugehen, dass ein zusätzlicher Kostenaufwand für die Einbeziehung weiterer Energieträger für Wärme (Gas oder Fernwärme) erforderlich ist. Zudem erhöhen sich die Kosten für die notwendige Software und die jährlichen Betriebskosten.

Kostenszenario 1 auf Basis der Endkundenkosten des Rolloutszenario Plus für Strom [1]

Für das Rollout intelligenter Messsysteme für Strom werden von Ernst & Young [1] verschiedene Szenarien betrachtet, wodurch unterschiedliche Kosten für den Endkunden[2] entstehen. Basis der nachfolgenden Berechnungen sind die Endkundenkosten des Rolloutszenario Plus, dieses Szenario wird von Ernst & Young als Ergebnis der Untersuchungen favorisiert, die Kosten für den Endkunden sind im Vergleich zu den anderen Szenarien günstig.

Diese Kosten werden für die Einbeziehung weiterer Energieträger prozentual (Ansatz: 30%) erhöht.

Die jährlichen Mehrkosten für die Miete fernauslesbarer Heizkostenverteiler und Warmwasserzähler in Mehrfamilienhäusern werden analog [2] verwendet, dabei wird unterstellt, dass elektronische Heizkostenverteiler den Stand der Technik abbilden.

Zudem sind die Mehrkosten für intelligente Zähler für Gas oder Fernwärme gegenüber konventionellen Zählern zu berücksichtigen, die entstehenden Kosten je Gebäude werden auf die Wohnungen (Endkunden) aufgeteilt[3].

Eine Zusammenstellung der Kosten für die verschiedenen Gebäudearten enthält Tabelle 8.

Tabelle 8 Kosten je Endkunde und Gebäudeart, Kostenszenario 1

Kosten je Endkunde	**EFH**	**2-FH**	**MFH mittel**	**MFH groß**
Anzahl Wohneinheiten	1	2	12	40
Intelligentes Messsystem Strom (Kostenszenario 1)	58,00 €/a	58,00 €/a	58,00 €/a	58,00 €/a
Mehrkosten intelligenter Gaszähler oder Wärmemengenzähler	20,00 €/a	10,00 €/a	1,67 €/a	0,50 €/a
Mehrkosten fernauslesbare HKV-E und Warmwasserzähler	-	6,00 €/a	5,50 €/a	5,90 €/a
zusätzlicher Kostenanteil (Aufwand an Hardware, Software, jährlichen Betriebskosten)	17,40 €/a	17,40 €/a	17,40 €/a	17,40 €/a
Summe jährliche Kosten	**95,40 €/a**	**91,40 €/a**	**82,57 €/a**	**81,80 €/a**

[2] Begriffsdefinition Haushaltskunde [1]: „Sind i.S.d. § 3 Nr. 22 EnWG Letztverbraucher, die Energie überwiegend für den Eigenverbrauch im Haushalt oder für den einen Jahresverbrauch von 10.000 kWh nicht übersteigenden Eigenverbrauch für berufliche, landwirtschaftliche oder gewerbliche Zwecke kaufen. Im Rahmen dieser Studie werden auch die Begriffe „Kunde“, „Endkunde“ oder „Verbraucher“ in diesem Sinne verwendet.“

[3] Kosten geschätzt

Kostenszenario 2 auf Basis von Preisobergrenzen für Strom

Im Entwurf eines Gesetzes zur „Digitalisierung der Energiewende“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie [11] werden auf der Grundlage, dass der verbindliche Einbau eines intelligenten Messsystems nicht mit Mehrkosten für den Letztverbraucher verbunden sein darf, Preisobergrenzen geplant. Diese orientieren sich in Abhängigkeit vom Haushaltsstromverbrauch am möglichen Stromeinsparpotenzial entsprechend der Kosten-Nutzen-Analyse von Ernst & Young [1]. Die jeweils zulässige Preisobergrenze beinhaltet 20 € Sowieso-Kosten für den Messstellenbetrieb.

Für das Kostenszenario 2 wird entsprechend dieser möglichen Preisobergrenzen vorausgesetzt, dass der Einsatz eines intelligenten Messsystems für Strom für den Endkunden wirtschaftlich zu sein hat (Mehrkosten des intelligenten Messsystems entsprechen dem Stromeinsparpotenzial). Für eine zusätzliche Verbrauchsanalyse für Wärme können Teile des intelligenten Messsystems mitgenutzt werden.

Im Einzelnen setzen sich die Kosten wie folgt zusammen:

Ansatz intelligentes Messsystem für Strom

- EFH / 2-FH mit einem Stromverbrauch zwischen 3.000 und 4.000 kWh/a, die zulässige Preisobergrenze beträgt 40 €/a, so dass sich Mehrkosten von 20 €/a ergeben
- MFH mit einem Stromverbrauch zwischen 2.000 und 3.000 kWh/a, die zulässige Preisobergrenze beträgt 30 €/a, so dass sich Mehrkosten von 10 €/a ergeben

Zusätzlich wird unterstellt, dass fernauslesbare elektronische Heizkostenverteiler und fernauslesbare Warmwasserzähler bereits vorhanden sind, die Zusatzkosten für eine Nachrüstung zur Fernauslesung entfallen bei diesem Szenario[4].

Die Mehrkosten für intelligente Zähler für Gas oder Fernwärme gegenüber konventionellen Zählern werden analog zum Kostenszenario 1 berücksichtigt und die entstehenden Kosten je Gebäude werden auf die Wohnungen (Endkunden) aufgeteilt[5].

Ein weiterer Kostenanteil ist für den zusätzlichen Aufwand an Hardware, Software und jährlichen Betriebskosten für die Messung und Analyse des Gas- bzw. Wärmeverbrauchs zu berücksichtigen. Teile des intelligenten Messsystems für Strom können mitgenutzt werden, daher orientiert sich der Ansatz an der Preisuntergrenze für eine unterjährige Verbrauchsanalyse der Untersuchung „Wirtschaftlichkeit von Systemen zur Erfassung und Abrechnung des Wärmeverbrauchs“ und entspricht pauschal 15 €/a.

Tabelle 9 Kosten je Endkunde, Kostenszenario 2

Kostenszenario 2	**EFH**	**2-FH**	**MFH mittel**	**MFH groß**
Anzahl Wohneinheiten	1	2	12	40
zulässige Preisobergrenze Strom	40,00 €/a	40,00 €/a	30,00 €/a	30,00 €/a
Mehrkosten Intelligentes Messsystem Strom	20,00 €/a	20,00 €/a	10,00 €/a	10,00 €/a
Mehrkosten intelligenter Gaszähler oder Wärmemengenzähler	20,00 €/a	10,00 €/a	1,67 €/a	0,50 €/a
fernauslesbare HKV-E und Warmwasserzähler vorhanden	-	-	-	-
zusätzlicher Kostenanteil (Aufwand an Hardware, Software, jährlichen Betriebskosten)	15,00 €/a	15,00 €/a	15,00 €/a	15,00 €/a
Summe jährliche Kosten	**55,00 €/a**	**45,00 €/a**	**26,67 €/a**	**25,50 €/a**

[4] vgl. Statistik zur Ausrüstung mit Heizkostenverteilern, Abschnitt 2.3.2
[5] Kosten geschätzt

Kostenszenario 3: Zukünftige Kosten intelligenter Messsysteme

Die im Kostenszenario 1 angesetzten Kosten für ein intelligentes Messsystem für Strom nach Ernst & Young bilden die aktuelle Kostensituation ab, auf deren Basis eine Wirtschaftlichkeit zum jetzigen Zeitpunkt geprüft wird.

Wenn man die allgemeine Entwicklung der Kosten bei elektronischen Geräten betrachtet, kann auch eine Verringerung der Kosten intelligenter Messsysteme in der Zukunft erwartet werden. Sichere Aussagen zu zukünftigen Kosten sind jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich.

Beispielhaft werden unter Ansatz der Halbierung der Kosten für das intelligente Messsystem für Strom die sich ergebenden Mehr-/Minderkosten für das mittlere Mehrfamilienhaus angegeben. Zudem könnte sich der zusätzliche Kostenanteil für die Erfassung von Wärme reduzieren, daher erfolgt der Ansatz für diese Kostenposition analog zum Kostenszenario 2. Wird zusätzlich angenommen, dass die Ausstattung mit fernauslesbaren Heizkostenverteilern bzw. Warmwasserzählern zukünftig den Stand der Technik darstellt, dann entstehen dafür keine Mehrkosten. Den Überblick über dieses (fiktive) Zukunftsszenario gibt Tabelle 10.

Tabelle 10 Kosten je Endkunde MFH mittel unter Berücksichtigung möglicher Preisentwicklungen

Kosten je Endkunde	**MFH mittel**
Anzahl Wohneinheiten	12
Intelligentes Messsystem Strom (Kostenszenario 1)	29,00 €/a
Mehrkosten intelligenter Gaszähler oder Wärmemengenzähler	1,67 €/a
Mehrkosten fernauslesbare HKV-E und Warmwasserzähler	-
zusätzlicher Kostenanteil (Aufwand an Hardware, Software, jährlichen Betriebskosten)	15,00 €/a
Summe jährliche Kosten	**45,67 €/a**

2.4 CO_2-Emissionsfaktoren, Primärenergiefaktoren und Energiekosten

CO_2-Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren

Die Berechnungen der CO_2-Emissionen erfolgen mit den energieträgerspezifischen CO_2-Emissionsfaktoren für direkte Emissionen (keine CO_2-Äquivalente), Tabelle 11. Die verwendeten Faktoren sind Standarddaten aus Gemis 4.94 (Kennzahlen 2010) [12].

Tabelle 11 angesetzte CO_2-Emissionsfaktoren [12]

Energieträger	CO_2-Emissionsfaktor[6]	Primärenergiefaktor nicht erneuerbarer Anteil
Erdgas	228 g/kWh	1,1
Fernwärme[7]	234[8] g/kWh	0,7
Haushaltsstrom	578 g/kWh	1,8

Energiepreise

Die geglätteten Energiepreise stellen bundesweite Jahres-Mittelwerte für den Zeitraum 09/2014 bis 08/2015 dar und entstammen den angegebenen Quellen, vgl. Tabelle 12. Der angegebene Gaspreis wurde auf den Heizwert umgerechnet, da alle angegebenen Verbrauchswerte heizwertbezogen sind.

Tabelle 12 angesetzte Energiepreise incl. Mehrwertsteuer (0% Energiepreissteigerung)

Energieträger	Arbeitspreis	Quelle
Erdgas	0,069 €/kWh_{Hi}	Brennstoffspiegel + Mineralölrundschau
Fernwärme	0,076 €/kWh	Brennstoffspiegel + Mineralölrundschau
Haushaltsstrom	0,290 €/kWh	BDEW 2015 [13]

Die Berechnungen basieren zunächst auf aktuellen Energiepreisen (0% Energiepreissteigerung).

Von zukünftigen Preissteigerungen sind sowohl die Energieträger als auch die Kosten für Messsystem und Dienstleistung betroffen. Für die Energiekosten wird eine Preissteigerungsrate von 1,3% p.a. über der normalen Inflationsrate unterstellt[9]. Die Berechnungen unter Berücksichtigung von Preissteigerungen erfolgen mit den mittleren Energiekosten über einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahren.

[6] Enthält CO_2-Emissionen aus vorgelagerten Stufen der Prozesskette.
[7] Der CO_2-Emissionsfaktor kann bei einem konkreten Fernwärmenetz je nach Brennstoff und KWK-Anteil deutlich vom Bundesdurchschnitt abweichen.
[8] Entsprechend Gemis 4.8: Kennzahlen 2010 für bundesdeutschen Fernwärme-mix.
[9] Analoge Vorgehensweise zur „Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit der EnEV 2012“ [18]

3 Kosten und Nutzen intelligenter Messsysteme für Strom und Wärme für den Endverbraucher

3.1 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie

Die Ergebnisse für die einzelnen Gebäudearten werden in Abhängigkeit von Einsparszenario und Kostenszenario unter Ansatz aktueller Energiepreise sowie unter Berücksichtigung von Preissteigerungen in Tabelle 13 bis Tabelle 24 angegeben.

Tabelle 13 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Einfamilienhaus - Einsparszenario 1

Einfamilienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 1	Wärme + Warmwasser	2%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	1,0%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	9.000	12.600	18.900	30.600	5.400	7.200	19.800	25.200
	Warmwasser	kWh/a	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400
	Haushaltsstrom	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	994	1.242	1.677	2.484	821	958	1.915	2.326
	Haushaltsstrom	€/a	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**2.009**	**2.257**	**2.692**	**3.499**	**1.836**	**1.973**	**2.930**	**3.341**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**2.129**	**2.392**	**2.852**	**3.706**	**1.953**	**2.099**	**3.119**	**3.557**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	180	252	378	612	108	144	396	504
	Warmwasser	kWh/a	108	108	108	108	108	108	108	108
	Haushaltsstrom	kWh/a	35	35	35	35	35	35	35	35
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**86**	**102**	**131**	**184**	**71**	**79**	**138**	**163**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**380**	**459**	**598**	**855**	**214**	**239**	**416**	**491**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	19,9	24,8	33,5	49,7	16,4	19,2	38,3	46,5
	Haushaltsstrom	€/a	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**30,0**	**35,0**	**43,7**	**59,8**	**26,6**	**29,3**	**48,5**	**56,7**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**31,8**	**37,1**	**46,3**	**63,3**	**28,3**	**31,2**	**51,6**	**60,4**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-65 €/a	-60 €/a	-52 €/a	-36 €/a	-69 €/a	-66 €/a	-47 €/a	-39 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-64 €/a	-58 €/a	-49 €/a	-32 €/a	-67 €/a	-64 €/a	-44 €/a	-35 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-25 €/a	-20 €/a	-11 €/a	5 €/a	-28 €/a	-26 €/a	-7 €/a	2 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-23 €/a	-18 €/a	-9 €/a	8 €/a	-27 €/a	-24 €/a	-3 €/a	5 €/a

Tabelle 14 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Einfamilienhaus - Einsparszenario 2

Einfamilienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser	5%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	1,8%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	9.000	12.600	18.900	30.600	5.400	7.200	19.800	25.200
	Warmwasser	kWh/a	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400
	Haushaltsstrom	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	994	1.242	1.677	2.484	821	958	1.915	2.326
	Haushaltsstrom	€/a	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**2.009**	**2.257**	**2.692**	**3.499**	**1.836**	**1.973**	**2.930**	**3.341**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**2.129**	**2.392**	**2.852**	**3.706**	**1.953**	**2.099**	**3.119**	**3.557**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	450	630	945	1.530	270	360	990	1.260
	Warmwasser	kWh/a	270	270	270	270	270	270	270	270
	Haushaltsstrom	kWh/a	63	63	63	63	63	63	63	63
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**201**	**242**	**313**	**447**	**163**	**184**	**331**	**394**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**905**	**1.103**	**1.450**	**2.093**	**491**	**554**	**995**	**1.184**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	49,7	62,1	83,8	124,2	41,0	47,9	95,8	116,3
	Haushaltsstrom	€/a	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**68,0**	**80,4**	**102,1**	**142,5**	**59,3**	**66,2**	**114,0**	**134,6**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**72,0**	**85,1**	**108,1**	**150,8**	**63,1**	**70,4**	**121,5**	**143,3**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-27 €/a	-15 €/a	7 €/a	47 €/a	-36 €/a	-29 €/a	19 €/a	39 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-23 €/a	-10 €/a	13 €/a	55 €/a	-32 €/a	-25 €/a	26 €/a	48 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	13 €/a	25 €/a	47 €/a	87 €/a	4 €/a	11 €/a	59 €/a	80 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	17 €/a	30 €/a	53 €/a	96 €/a	8 €/a	15 €/a	66 €/a	88 €/a

Tabelle 15 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Einfamilienhaus - Einsparszenario 3

Einfamilienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 3	Wärme + Warmwasser	10%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	2,5%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	9.000	12.600	18.900	30.600	5.400	7.200	19.800	25.200
	Warmwasser	kWh/a	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400	5.400
	Haushaltsstrom	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	994	1.242	1.677	2.484	821	958	1.915	2.326
	Haushaltsstrom	€/a	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**2.009**	**2.257**	**2.692**	**3.499**	**1.836**	**1.973**	**2.930**	**3.341**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**2.129**	**2.392**	**2.852**	**3.706**	**1.953**	**2.099**	**3.119**	**3.557**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	900	1.260	1.890	3.060	540	720	1.980	2.520
	Warmwasser	kWh/a	540	540	540	540	540	540	540	540
	Haushaltsstrom	kWh/a	88	88	88	88	88	88	88	88
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**379**	**461**	**605**	**871**	**303**	**345**	**640**	**767**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**1.742**	**2.138**	**2.831**	**4.118**	**914**	**1.040**	**1.922**	**2.300**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	99,4	124,2	167,7	248,4	82,1	95,8	191,5	232,6
	Haushaltsstrom	€/a	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**124,7**	**149,6**	**193,0**	**273,8**	**107,5**	**121,1**	**216,9**	**257,9**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**132,1**	**158,4**	**204,3**	**289,8**	**114,4**	**129,0**	**231,1**	**274,8**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	29 €/a	54 €/a	98 €/a	178 €/a	12 €/a	26 €/a	121 €/a	163 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	37 €/a	63 €/a	109 €/a	194 €/a	19 €/a	34 €/a	136 €/a	179 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	70 €/a	95 €/a	138 €/a	219 €/a	52 €/a	66 €/a	162 €/a	203 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	77 €/a	103 €/a	149 €/a	235 €/a	59 €/a	74 €/a	176 €/a	220 €/a

Tabelle 16 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, 2-Familienhaus - Einsparszenario 1

2-Familienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 1	Wärme + Warmwasser	2%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	1,0%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	6.000	8.400	12.600	20.400	3.600	4.800	13.200	16.800
	Warmwasser	kWh/a	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
	Haushaltsstrom	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	662	828	1.118	1.656	547	638	1.277	1.550
	Haushaltsstrom	€/a	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.677**	**1.843**	**2.133**	**2.671**	**1.562**	**1.653**	**2.292**	**2.565**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.779**	**1.954**	**2.261**	**2.830**	**1.661**	**1.758**	**2.439**	**2.730**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	120	168	252	408	72	96	264	336
	Warmwasser	kWh/a	72	72	72	72	72	72	72	72
	Haushaltsstrom	kWh/a	35	35	35	35	35	35	35	35
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**64**	**75**	**94**	**130**	**54**	**60**	**99**	**116**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**274**	**327**	**419**	**591**	**164**	**181**	**298**	**349**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	13,2	16,6	22,4	33,1	10,9	12,8	25,5	31,0
	Haushaltsstrom	€/a	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**23,4**	**26,7**	**32,5**	**43,3**	**21,1**	**22,9**	**35,7**	**41,2**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**24,8**	**28,3**	**34,4**	**45,8**	**22,4**	**24,4**	**38,0**	**43,8**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-68 €/a	-65 €/a	-59 €/a	-48 €/a	-70 €/a	-68 €/a	-56 €/a	-50 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-67 €/a	-63 €/a	-57 €/a	-46 €/a	-69 €/a	-67 €/a	-53 €/a	-48 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-22 €/a	-18 €/a	-12 €/a	-2 €/a	-24 €/a	-22 €/a	-9 €/a	-4 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-20 €/a	-17 €/a	-11 €/a	1 €/a	-23 €/a	-21 €/a	-7 €/a	-1 €/a

Tabelle 17 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, 2-Familienhaus - Einsparszenario 2

2-Familienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser	5%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	1,8%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	6.000	8.400	12.600	20.400	3.600	4.800	13.200	16.800
	Warmwasser	kWh/a	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
	Haushaltsstrom	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	662	828	1.118	1.656	547	638	1.277	1.550
	Haushaltsstrom	€/a	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.677**	**1.843**	**2.133**	**2.671**	**1.562**	**1.653**	**2.292**	**2.565**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.779**	**1.954**	**2.261**	**2.830**	**1.661**	**1.758**	**2.439**	**2.730**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	300	420	630	1.020	180	240	660	840
	Warmwasser	kWh/a	180	180	180	180	180	180	180	180
	Haushaltsstrom	kWh/a	63	63	63	63	63	63	63	63
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**146**	**173**	**221**	**310**	**121**	**135**	**233**	**275**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**641**	**773**	**1.004**	**1.433**	**365**	**407**	**701**	**827**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	33,1	41,4	55,9	82,8	27,4	31,9	63,8	77,5
	Haushaltsstrom	€/a	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**51,4**	**59,7**	**74,2**	**101,1**	**45,6**	**50,2**	**82,1**	**95,8**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**54,4**	**63,2**	**78,5**	**107,0**	**48,6**	**53,4**	**87,4**	**102,0**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-40 €/a	-32 €/a	-17 €/a	10 €/a	-46 €/a	-41 €/a	-9 €/a	4 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-37 €/a	-28 €/a	-13 €/a	16 €/a	-43 €/a	-38 €/a	-4 €/a	11 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	6 €/a	15 €/a	29 €/a	56 €/a	1 €/a	5 €/a	37 €/a	51 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	9 €/a	18 €/a	34 €/a	62 €/a	4 €/a	8 €/a	42 €/a	57 €/a

Tabelle 18 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, 2-Familienhaus - Einsparszenario 3

2-Familienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 3	Wärme + Warmwasser	10%								
	Haushaltsstrom	2,5%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	6.000	8.400	12.600	20.400	3.600	4.800	13.200	16.800
	Warmwasser	kWh/a	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
	Haushaltsstrom	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	662	828	1.118	1.656	547	638	1.277	1.550
	Haushaltsstrom	€/a	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.677**	**1.843**	**2.133**	**2.671**	**1.562**	**1.653**	**2.292**	**2.565**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.779**	**1.954**	**2.261**	**2.830**	**1.661**	**1.758**	**2.439**	**2.730**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	600	840	1.260	2.040	360	480	1.320	1.680
	Warmwasser	kWh/a	360	360	360	360	360	360	360	360
	Haushaltsstrom	kWh/a	88	88	88	88	88	88	88	88
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**269**	**324**	**420**	**598**	**219**	**247**	**444**	**528**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**1.214**	**1.478**	**1.940**	**2.798**	**662**	**746**	**1.334**	**1.586**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	66,2	82,8	111,8	165,6	54,7	63,8	127,7	155,0
	Haushaltsstrom	€/a	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**91,6**	**108,2**	**137,2**	**191,0**	**80,1**	**89,2**	**153,1**	**180,4**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**97,0**	**114,6**	**145,2**	**202,2**	**85,3**	**95,0**	**163,0**	**192,2**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4	91,4
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	0 €/a	17 €/a	46 €/a	100 €/a	-11 €/a	-2 €/a	62 €/a	89 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	6 €/a	23 €/a	54 €/a	111 €/a	-6 €/a	4 €/a	72 €/a	101 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	47 €/a	63 €/a	92 €/a	146 €/a	35 €/a	44 €/a	108 €/a	135 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	52 €/a	70 €/a	100 €/a	157 €/a	40 €/a	50 €/a	118 €/a	147 €/a

Tabelle 19 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Mehrfamilienhaus mittel - Einsparszenario 1

Mehrfamilienhaus mittel			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 1	Wärme + Warmwasser	2%								
	Haushaltsstrom	1,0%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	90	135	45	60	70	120
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	4.000	5.600	7.200	10.800	3.600	4.800	5.600	9.600
	Warmwasser	kWh/a	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
	Haushaltsstrom	kWh/a	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	442	552	662	911	456	547	608	912
	Haushaltsstrom	€/a	783	783	783	783	783	783	783	783
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.225**	**1.335**	**1.445**	**1.694**	**1.239**	**1.330**	**1.391**	**1.695**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.299**	**1.416**	**1.532**	**1.795**	**1.318**	**1.415**	**1.480**	**1.804**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	80	112	144	216	72	96	112	192
	Warmwasser	kWh/a	48	48	48	48	48	48	48	48
	Haushaltsstrom	kWh/a	27	27	27	27	27	27	27	27
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**45**	**52**	**59**	**76**	**44**	**49**	**53**	**72**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**189**	**225**	**260**	**339**	**133**	**149**	**161**	**217**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	8,8	11,0	13,2	18,2	9,1	10,9	12,2	18,2
	Haushaltsstrom	€/a	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**16,7**	**18,9**	**21,1**	**26,0**	**17,0**	**18,8**	**20,0**	**26,1**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**17,7**	**20,0**	**22,3**	**27,6**	**18,0**	**20,0**	**21,3**	**27,8**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-66 €/a	-64 €/a	-61 €/a	-57 €/a	-66 €/a	-64 €/a	-63 €/a	-56 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-65 €/a	-63 €/a	-60 €/a	-55 €/a	-65 €/a	-63 €/a	-61 €/a	-55 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-10 €/a	-8 €/a	-6 €/a	-1 €/a	-10 €/a	-8 €/a	-7 €/a	-1 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-9 €/a	-7 €/a	-4 €/a	1 €/a	-9 €/a	-7 €/a	-5 €/a	1 €/a

Tabelle 20 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Mehrfamilienhaus mittel - Einsparszenario 2

Mehrfamilienhaus mittel			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser	5%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	1,8%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	90	135	45	60	70	120
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	4.000	5.600	7.200	10.800	3.600	4.800	5.600	9.600
	Warmwasser	kWh/a	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
	Haushaltsstrom	kWh/a	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	442	552	662	911	456	547	608	912
	Haushaltsstrom	€/a	783	783	783	783	783	783	783	783
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.225**	**1.335**	**1.445**	**1.694**	**1.239**	**1.330**	**1.391**	**1.695**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.299**	**1.416**	**1.532**	**1.795**	**1.318**	**1.415**	**1.480**	**1.804**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	200	280	360	540	180	240	280	480
	Warmwasser	kWh/a	120	120	120	120	120	120	120	120
	Haushaltsstrom	kWh/a	49	49	49	49	49	49	49	49
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**101**	**119**	**138**	**179**	**98**	**112**	**122**	**168**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**439**	**527**	**615**	**813**	**297**	**339**	**367**	**507**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	22,1	27,6	33,1	45,5	22,8	27,4	30,4	45,6
	Haushaltsstrom	€/a	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**36,2**	**41,7**	**47,2**	**59,6**	**36,9**	**41,5**	**44,5**	**59,7**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**38,3**	**44,2**	**50,0**	**63,1**	**39,3**	**44,1**	**47,4**	**63,6**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-46 €/a	-41 €/a	-35 €/a	-23 €/a	-46 €/a	-41 €/a	-38 €/a	-23 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-44 €/a	-38 €/a	-33 €/a	-19 €/a	-43 €/a	-38 €/a	-35 €/a	-19 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	10 €/a	15 €/a	21 €/a	33 €/a	10 €/a	15 €/a	18 €/a	33 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	12 €/a	18 €/a	23 €/a	36 €/a	13 €/a	17 €/a	21 €/a	37 €/a

Tabelle 21 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Mehrfamilienhaus mittel - Einsparszenario 3

Mehrfamilienhaus mittel			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 3	Wärme + Warmwasser	10%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	2,5%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	90	135	45	60	70	120
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	4.000	5.600	7.200	10.800	3.600	4.800	5.600	9.600
	Warmwasser	kWh/a	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400
	Haushaltsstrom	kWh/a	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	442	552	662	911	456	547	608	912
	Haushaltsstrom	€/a	783	783	783	783	783	783	783	783
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.225**	**1.335**	**1.445**	**1.694**	**1.239**	**1.330**	**1.391**	**1.695**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.299**	**1.416**	**1.532**	**1.795**	**1.318**	**1.415**	**1.480**	**1.804**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	400	560	720	1.080	360	480	560	960
	Warmwasser	kWh/a	240	240	240	240	240	240	240	240
	Haushaltsstrom	kWh/a	68	68	68	68	68	68	68	68
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**185**	**221**	**258**	**340**	**179**	**207**	**226**	**320**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**826**	**1.002**	**1.178**	**1.574**	**542**	**626**	**682**	**962**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	44,2	55,2	66,2	91,1	45,6	54,7	60,8	91,2
	Haushaltsstrom	€/a	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**63,7**	**74,8**	**85,8**	**110,7**	**65,2**	**74,3**	**80,4**	**110,8**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**67,5**	**79,2**	**90,9**	**117,2**	**69,4**	**79,1**	**85,6**	**118,0**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-19 €/a	-8 €/a	3 €/a	28 €/a	-17 €/a	-8 €/a	-2 €/a	28 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-15 €/a	-3 €/a	8 €/a	35 €/a	-13 €/a	-3 €/a	3 €/a	35 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67	26,67
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	37 €/a	48 €/a	59 €/a	84 €/a	39 €/a	48 €/a	54 €/a	84 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	41 €/a	53 €/a	64 €/a	90 €/a	43 €/a	52 €/a	59 €/a	91 €/a

Tabelle 22 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Mehrfamilienhaus groß - Einsparszenario 1

Mehrfamilienhaus groß			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 1	Wärme + Warmwasser	2%								
	Haushaltsstrom	1,0%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	75	90	130	50	70	70	100
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	3.563	5.344	6.413	9.263	3.563	4.988	4.988	7.125
	Warmwasser	kWh/a	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138
	Haushaltsstrom	kWh/a	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	393	516	590	787	433	542	542	704
	Haushaltsstrom	€/a	783	783	783	783	783	783	783	783
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.176**	**1.299**	**1.373**	**1.570**	**1.216**	**1.325**	**1.325**	**1.487**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.248**	**1.378**	**1.456**	**1.664**	**1.293**	**1.409**	**1.409**	**1.582**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	71	107	128	185	71	100	100	143
	Warmwasser	kWh/a	43	43	43	43	43	43	43	43
	Haushaltsstrom	kWh/a	27	27	27	27	27	27	27	27
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**42**	**50**	**55**	**68**	**42**	**49**	**49**	**59**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**174**	**213**	**237**	**299**	**128**	**148**	**148**	**178**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	7,9	10,3	11,8	15,7	8,7	10,8	10,8	14,1
	Haushaltsstrom	€/a	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**15,7**	**18,2**	**19,6**	**23,6**	**16,5**	**18,7**	**18,7**	**21,9**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**16,6**	**19,2**	**20,8**	**25,0**	**17,6**	**19,9**	**19,9**	**23,3**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-66 €/a	-64 €/a	-62 €/a	-58 €/a	-65 €/a	-63 €/a	-63 €/a	-60 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-65 €/a	-63 €/a	-61 €/a	-57 €/a	-64 €/a	-62 €/a	-62 €/a	-58 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-10 €/a	-7 €/a	-6 €/a	-2 €/a	-9 €/a	-7 €/a	-7 €/a	-4 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-9 €/a	-6 €/a	-5 €/a	-1 €/a	-8 €/a	-6 €/a	-6 €/a	-2 €/a

Tabelle 23 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Mehrfamilienhaus groß - Einsparszenario 2

Mehrfamilienhaus groß			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser	5%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
	Haushaltsstrom	1,8%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	75	90	130	50	70	70	100
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	3.563	5.344	6.413	9.263	3.563	4.988	4.988	7.125
	Warmwasser	kWh/a	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138
	Haushaltsstrom	kWh/a	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	393	516	590	787	433	542	542	704
	Haushaltsstrom	€/a	783	783	783	783	783	783	783	783
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.176**	**1.299**	**1.373**	**1.570**	**1.216**	**1.325**	**1.325**	**1.487**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.248**	**1.378**	**1.456**	**1.664**	**1.293**	**1.409**	**1.409**	**1.582**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	178	267	321	463	178	249	249	356
	Warmwasser	kWh/a	107	107	107	107	107	107	107	107
	Haushaltsstrom	kWh/a	49	49	49	49	49	49	49	49
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**93**	**113**	**126**	**158**	**95**	**111**	**111**	**136**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**401**	**499**	**558**	**714**	**287**	**337**	**337**	**412**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	19,7	25,8	29,5	39,3	21,7	27,1	27,1	35,2
	Haushaltsstrom	€/a	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**33,8**	**39,9**	**43,6**	**53,4**	**35,8**	**41,2**	**41,2**	**49,3**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**35,8**	**42,3**	**46,2**	**56,6**	**38,1**	**43,8**	**43,8**	**52,5**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-48 €/a	-42 €/a	-38 €/a	-28 €/a	-46 €/a	-41 €/a	-41 €/a	-33 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-46 €/a	-40 €/a	-36 €/a	-25 €/a	-44 €/a	-38 €/a	-38 €/a	-29 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	8 €/a	14 €/a	18 €/a	28 €/a	10 €/a	16 €/a	16 €/a	24 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	10 €/a	17 €/a	21 €/a	31 €/a	13 €/a	18 €/a	18 €/a	27 €/a

Tabelle 24 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten sowie Einsparungen an CO_2-Emissionen und Primärenergie je Endkunde, Mehrfamilienhaus groß - Einsparszenario 3

Mehrfamilienhaus groß			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 3	Wärme + Warmwasser	10%								
	Haushaltsstrom	2,5%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	75	90	130	50	70	70	100
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch je Endkunde	Wärme	kWh/a	3.563	5.344	6.413	9.263	3.563	4.988	4.988	7.125
	Warmwasser	kWh/a	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138	2.138
	Haushaltsstrom	kWh/a	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
jährliche Energiekosten je Endkunde	Wärme + WW	€/a	393	516	590	787	433	542	542	704
	Haushaltsstrom	€/a	783	783	783	783	783	783	783	783
jährliche Energiekosten gesamt je Endkunde	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**1.176**	**1.299**	**1.373**	**1.570**	**1.216**	**1.325**	**1.325**	**1.487**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**1.248**	**1.378**	**1.456**	**1.664**	**1.293**	**1.409**	**1.409**	**1.582**
jährliche Einsparung	Wärme	kWh/a	356	534	641	926	356	499	499	713
	Warmwasser	kWh/a	214	214	214	214	214	214	214	214
	Haushaltsstrom	kWh/a	68	68	68	68	68	68	68	68
jährliche Einsparung CO_2-Emissionen		**kg/a**	**169**	**210**	**234**	**299**	**172**	**206**	**206**	**256**
jährliche Einsparung Primärenergie		**kWh/a**	**749**	**944**	**1.062**	**1.376**	**521**	**620**	**620**	**770**
jährliche Energiekosteneinsparung aktuelle Energiepreise	Wärme + WW	€/a	39,3	51,6	59,0	78,7	43,3	54,2	54,2	70,4
	Haushaltsstrom	€/a	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6
jährliche gesamte Energiekosteneinsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**58,9**	**71,2**	**78,6**	**98,2**	**62,9**	**73,7**	**73,7**	**90,0**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**62,4**	**75,4**	**83,2**	**104,0**	**67,0**	**78,5**	**78,5**	**95,8**
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 1	€/a	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8	81,8
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-23 €/a	-11 €/a	-3 €/a	16 €/a	-19 €/a	-8 €/a	-8 €/a	8 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-19 €/a	-6 €/a	1 €/a	22 €/a	-15 €/a	-3 €/a	-3 €/a	14 €/a
jährliche Mehrkosten	Kostenszenario 2	€/a	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	33 €/a	46 €/a	53 €/a	73 €/a	37 €/a	48 €/a	48 €/a	64 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	37 €/a	50 €/a	58 €/a	79 €/a	41 €/a	53 €/a	53 €/a	70 €/a

Kostenszenario 3: Zukünftige Kosten intelligenter Messsysteme

Unter Ansatz des mittleren Einsparpotenzials (Strom: 1,8%, Wärme: 5%) und möglichen zukünftigen Kosten intelligenter Messsysteme unter Annahme einer Kostenreduzierung werden die jährlichen Gesamtkosten beispielhaft für das mittlere Mehrfamilienhaus angegeben, Tabelle 25.

Tabelle 25 Jährliche Energiekosten und Gesamtkosten je Endkunde, Mehrfamilienhaus mittel - Einsparszenario 2

Mehrfamilienhaus mittel			Erdgas				Fernwärme			
Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser	5%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78
	Haushaltsstrom	1,8%								
spezifischer Energieverbrauch	Wärme	kWh/m²a	50	70	90	135	45	60	70	120
	Warmwasser	kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährliche gesamte Energiekosten-einsparung	aktuelle Energiekosten	**€/a**	**36,2**	**41,7**	**47,2**	**59,6**	**36,9**	**41,5**	**44,5**	**59,7**
	Preissteigerung 1,3% p.a.	**€/a**	**38,3**	**44,2**	**50,0**	**63,1**	**39,3**	**44,1**	**47,4**	**63,6**
jährliche Mehrkosten		€/a	45,67	45,67	45,67	45,67	45,67	45,67	45,67	45,67
jährliche Gesamtkosten (jährliche Kosteneinsparungen / jährliche Mehrkosten)	aktuelle Energiekosten	€/a	-9 €/a	-4 €/a	2 €/a	14 €/a	-9 €/a	-4 €/a	-1 €/a	14 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	-7 €/a	-1 €/a	4 €/a	17 €/a	-6 €/a	-2 €/a	2 €/a	18 €/a

Die niedrigeren Kosten des intelligenten Messsystems führen grundsätzlich zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit. Bei schlechten baulichen Wärmeschutz (bzw. höherem Energieverbrauch) stellt sich Kostenneutralität bzw. Wirtschaftlichkeit ein. Bei einem baulichen Wärmeschutz besser als WSchVO95 übersteigen die Mehrkosten für das System jedoch weiterhin die Energiekosteneinsparungen.

Da das tatsächliche Einsparpotenzial an Strom und Wärme für Raumheizung bzw. Warmwasser sowie die Entwicklung der Kosten für das System und die Energieträger nicht sicher prognostiziert werden können, sollte zukünftig eine erneute Überprüfung erfolgen.

3.2 Notwendiges Einsparpotenzial zur Erreichung von Wirtschaftlichkeit

3.2.1 Festlegung der Randbedingungen

Damit der Einsatz von intelligenten Messsystemen für Strom und Wärme aus Sicht des Endkunden wirtschaftlich ist, dürfen die Mehrkosten für das System die eingesparten Energiekosten nicht überschreiten. Im Folgenden wird geprüft, welches Einsparpotenzial an Wärme und Haushaltsstrom in den jeweiligen Fällen notwendig ist bzw. welche Kosten maximal auftreten dürfen.

1. Variante
   Die Mehrkosten für das Messsystem werden zu gleichen Teilen auf Strom und Wärme aufgeteilt und das dafür jeweils notwendige Einsparpotenzial an Strom und Wärme berechnet.

2. Variante
   Das mögliche Einsparpotenzial an Haushaltsstrom wird auf 1,8% festgelegt und dann das notwendige Einsparpotenzial an Wärme (Raumheizung und Warmwasser) berechnet.

3. Variante

Die maximal möglichen Mehrkosten für das System beim Einsparszenario 2 werden angegeben, diese entsprechen den eingesparten Energiekosten für Wärme, Warmwasser und Haushaltsstrom.

3.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse für die 3 Varianten beim Kostenszenario 1 für die verschiedenen Gebäudearten sind in Tabelle 26 bis Tabelle 29 enthalten.

Tabelle 26 Notwendiges Einsparpotenzial zur Erreichung von Wirtschaftlichkeit, Kostenszenario 1, Einfamilienhaus

Einfamilienhaus			Erdgas				Fernwärme			
			EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
1. Variante	**Mehrkosten je 50% für Strom und Wärme**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser	50%	4,8%	3,8%	2,8%	1,9%	5,8%	5,0%	2,5%	2,1%
	Haushaltsstrom	50%	4,7%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser	50%	4,5%	3,6%	2,7%	1,8%	5,5%	4,7%	2,3%	1,9%
	Haushaltsstrom	50%	4,4%							
2.Variante	**Einsparpotenzial Strom fest entsprechend Einsparszenario 2**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser		7,8%	6,2%	4,6%	3,1%	9,4%	8,1%	4,0%	3,3%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser		7,2%	5,8%	4,3%	2,9%	8,7%	7,4%	3,7%	3,1%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
3. Variante	**maximal mögliche Mehrkosten = Energiekosteneinsparung bei Einsparszenario 2**									
	aktuelle Energiekosten		124,7 €/a	149,6 €/a	193,0 €/a	273,8 €/a	107,5 €/a	121,1 €/a	216,9 €/a	257,9 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.		132,1 €/a	158,4 €/a	204,3 €/a	289,8 €/a	114,4 €/a	129,0 €/a	231,1 €/a	274,8 €/a

Tabelle 27 Notwendiges Einsparpotenzial zur Erreichung von Wirtschaftlichkeit, Kostenszenario 1, 2-Familienhaus

2-Familienhaus			Erdgas				Fernwärme			
			EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
1. Variante	**Mehrkosten je 50% für Strom und Wärme**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser	50%	6,9%	5,5%	4,1%	2,8%	8,4%	7,2%	3,6%	2,9%
	Haushaltsstrom	50%	4,5%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser	50%	6,5%	5,2%	3,9%	2,6%	7,8%	6,7%	3,4%	2,8%
	Haushaltsstrom	50%	4,2%							
2.Variante	**Einsparpotenzial Strom fest entsprechend Einsparszenario 2**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser		11,0%	8,8%	6,5%	4,4%	13,4%	11,5%	5,7%	4,7%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser		10,3%	8,2%	6,1%	4,1%	12,3%	10,6%	5,3%	4,4%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
3. Variante	**maximal mögliche Mehrkosten = Energiekosteneinsparung bei Einsparszenario 2**									
	aktuelle Energiekosten		91,6 €/a	108,2 €/a	137,2 €/a	191,0 €/a	80,1 €/a	89,2 €/a	153,1 €/a	180,4 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.		97,0 €/a	114,6 €/a	145,2 €/a	202,2 €/a	85,3 €/a	95,0 €/a	163,0 €/a	192,2 €/a

Tabelle 28 Notwendiges Einsparpotenzial zur Erreichung von Wirtschaftlichkeit, Kostenszenario 1, Mehrfamilienhaus mittel

Mehrfamilienhaus mittel			Erdgas				Fernwärme			
			EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
1. Variante	**Mehrkosten je 50% für Strom und Wärme**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser	50%	9,3%	7,5%	6,2%	4,5%	9,1%	7,5%	6,8%	4,5%
	Haushaltsstrom	50%	5,3%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser	50%	8,8%	7,1%	5,9%	4,3%	8,5%	7,1%	6,4%	4,2%
	Haushaltsstrom	50%	5,0%							
2.Variante	**Einsparpotenzial Strom fest entsprechend Einsparszenario 2**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser		15,5%	12,4%	10,3%	7,5%	15,0%	12,5%	11,3%	7,5%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser		14,5%	11,6%	9,6%	7,0%	13,9%	11,6%	10,4%	7,0%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
3. Variante	**maximal mögliche Mehrkosten = Energiekosteneinsparung bei Einsparszenario 2**									
	aktuelle Energiekosten		63,7 €/a	74,8 €/a	85,8 €/a	110,7 €/a	65,2 €/a	74,3 €/a	80,4 €/a	110,8 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.		67,5 €/a	79,2 €/a	90,9 €/a	117,2 €/a	69,4 €/a	79,1 €/a	85,6 €/a	118,0 €/a

Tabelle 29 Notwendiges Einsparpotenzial zur Erreichung von Wirtschaftlichkeit, Kostenszenario 1, Mehrfamilienhaus groß

Mehrfamilienhaus groß			Erdgas				Fernwärme			
			EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
1. Variante	**Mehrkosten je 50% für Strom und Wärme**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser	50%	10,4%	7,9%	6,9%	5,2%	9,4%	7,6%	7,6%	5,8%
	Haushaltsstrom	50%	5,2%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser	50%	9,8%	7,5%	6,6%	4,9%	8,9%	7,1%	7,1%	5,5%
	Haushaltsstrom	50%	4,9%							
2.Variante	**Einsparpotenzial Strom fest entsprechend Einsparszenario 2**									
notwendiges Einsparpotenzial aktuelle Energiekosten	Wärme Warmwasser		17,2%	13,1%	11,5%	8,6%	15,6%	12,5%	12,5%	9,6%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
notwendiges Einsparpotenzial Energiepreissteigerung 1,3% p.a.	Wärme Warmwasser		16,1%	12,2%	10,7%	8,0%	14,5%	11,6%	11,6%	8,9%
	Haushaltsstrom	1,8%	1,8%							
3. Variante	**maximal mögliche Mehrkosten = Energiekosteneinsparung bei Einsparszenario 2**									
	aktuelle Energiekosten	€/a	58,9 €/a	71,2 €/a	78,6 €/a	98,2 €/a	62,9 €/a	73,7 €/a	73,7 €/a	90,0 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	62,4 €/a	75,4 €/a	83,2 €/a	104,0 €/a	67,0 €/a	78,5 €/a	78,5 €/a	95,8 €/a

3.3 CO_2-Vermeidungskosten

3.3.1 Berechnungsmethodik

CO_2-Vermeidungskosten werden auf der Grundlage der Mehr-/Minderkosten sowie der Einsparungen an CO_2-Emissionen in Relation zum Referenzfall ermittelt. Die Mehr-/ Minderkosten bezogen auf die jährlichen CO_2-Einsparungen ergeben die CO_2-Vermeidungskosten.

$$CO_2 Vermeidungskosten_i \left[\frac{\Delta €_{gesamt}/a}{\Delta t_{CO_2}/a}\right] = -\frac{Mehr/Minderkosten_i}{\Delta CO_2 Emissionen_i}$$

Dabei sind:

$Mehr/Minderkosten_i = Kosten_{Maßnahme\ i} - Kosten_{Referenz}$

Die Mehr/Minderkosten beinhalten die Differenz zwischen den Mehrkosten für das intelligente Messsystem und den eingesparten Energiekosten

$eingesparte\ CO_2 Emissionen = CO_2 Emissionen_{Maßnahme\ i} - CO_2 Emissionen_{Referenz}$

Die eingesparten CO_2-Emissionen beinhalten die Differenz zwischen den CO_2-Emissionen mit und ohne Einsatz intelligentes Messsystem.

Die jährlichen Mehr-/Minderkosten beinhalten die Kostendifferenz für den Einsatz eines intelligenten Messsystems gegenüber den eingesparten Energiekosten. Durch den Einsatz intelligenter Messsysteme für Strom und Wärme in einem Gebäude ergeben sich Einsparungen an Energie und damit Einsparungen an CO_2-Emissionen.

Den CO_2-Vermeidungskosten werden die tatsächlich anfallenden Kosten des Kostenszenario 1 zu Grunde gelegt.

Ergebnisinterpretation

Die Ergebnisse der berechneten CO_2-Vermeidungskosten müssen entsprechend interpretiert werden.

Sind mit dem Einsatz intelligenter Messsysteme Mehrkosten gegenüber den eingesparten Energiekosten verbunden, sind CO_2-Vermeidungskosten ein geeigneter Maßstab zur Bewertung der Maßnahme zur CO_2-Einsparung.

Führt der Einsatz intelligenter Messsysteme zu Minderkosten sind die CO_2-Vermeidungskosten allein keine geeignete Größe zur Bewertung der Maßnahme. Insbesondere beim Vergleich mit alternativen Maßnahmen zur CO_2-Einsparung müssen die eingesparten CO_2-Emissionen (in t/a) und die Kostendifferenz in die Betrachtungen einbezogen werden.

3.3.2 Ergebnisse

Die CO_2-Vermeidungskosten werden für das Kostenszenario 1 und das mittlere Einsparszenario 2 für die verschiedenen Gebäudearten angegeben und grafisch dargestellt.

Tabelle 30 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, Einsparszenario 2 - Einfamilienhaus

Einfamilienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Kostenszenario 1	Einsparszenario 2		EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78
Mehr-/Minderkosten	aktuelle Energiekosten	€/a	27 €/a	15 €/a	-7 €/a	-47 €/a	36 €/a	29 €/a	-19 €/a	-39 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	23 €/a	10 €/a	-13 €/a	-55 €/a	32 €/a	25 €/a	-26 €/a	-48 €/a
CO_2-Einsparung		t/a	-0,201	-0,242	-0,313	-0,447	-0,163	-0,184	-0,331	-0,394
CO_2-Vermeidungskosten	aktuelle Energiekosten	€/a / t_{CO2}/a	137	62	-21	-105	222	159	-56	-99
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a / t_{CO2}/a	117	43	-41	-124	198	136	-79	-122

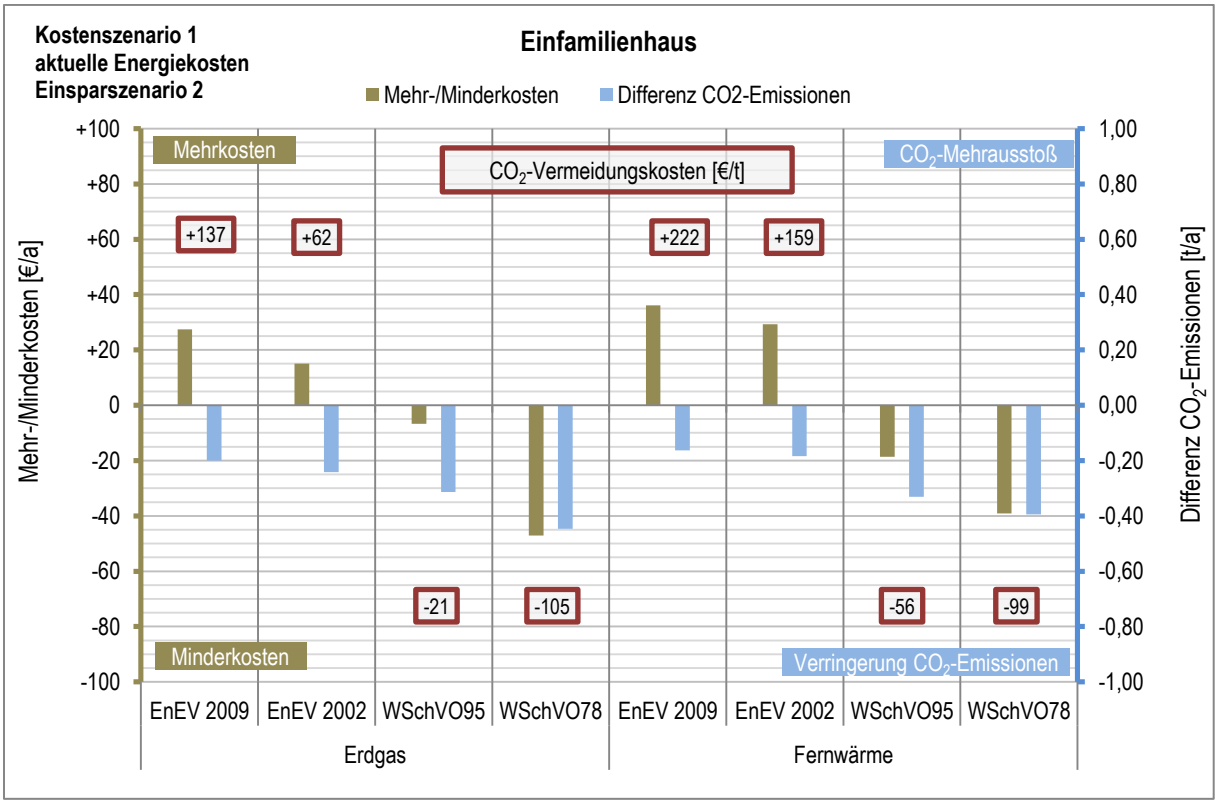

Abbildung 2 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, aktuelle Energiekosten, Einsparszenario 2 - Einfamilienhaus

Tabelle 31 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, Einsparszenario 2 – 2-Familienhaus

2-Familienhaus			Erdgas				Fernwärme			
Kostenszenario 1	Einsparszenario 2		EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78
Mehr-/Minderkosten	aktuelle Energiekosten	€/a	40 €/a	32 €/a	17 €/a	-10 €/a	46 €/a	41 €/a	9 €/a	-4 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	37 €/a	28 €/a	13 €/a	-16 €/a	43 €/a	38 €/a	4 €/a	-11 €/a
CO_2-Einsparung		t/a	-0,146	-0,173	-0,221	-0,310	-0,121	-0,135	-0,233	-0,275
CO_2-Vermeidungskosten	aktuelle Energiekosten	€/a / t_{CO2}/a	274	183	78	-31	379	306	40	-16
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a / t_{CO2}/a	253	163	58	-50	355	282	17	-39

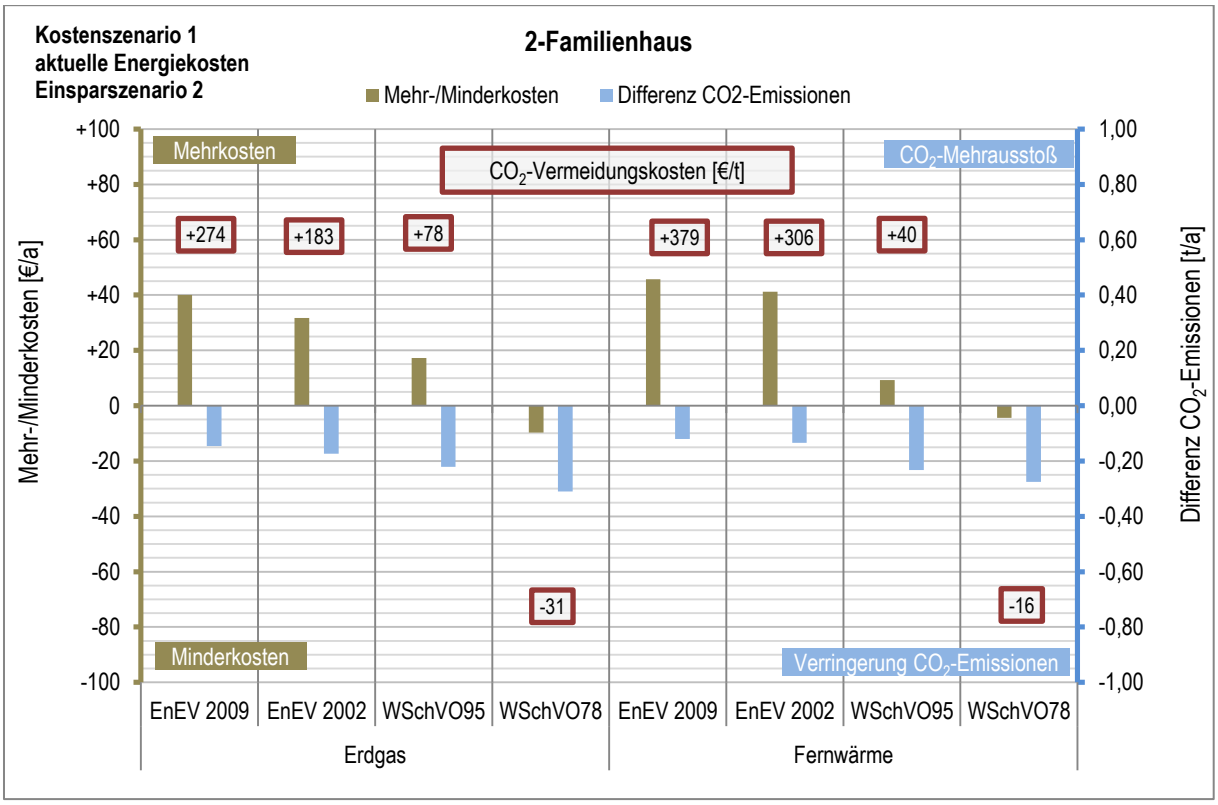

Abbildung 3 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, aktuelle Energiekosten, Einsparszenario 2 – 2-Familienhaus

Tabelle 32 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, Einsparszenario 2 – Mehrfamilienhaus mittel

Mehrfamilienhaus mittel			Erdgas				Fernwärme			
Kostenszenario 1	Einsparszenario 2		EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78
Mehr-/Minderkosten	aktuelle Energiekosten	€/a	46 €/a	41 €/a	35 €/a	23 €/a	46 €/a	41 €/a	38 €/a	23 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	44 €/a	38 €/a	33 €/a	19 €/a	43 €/a	38 €/a	35 €/a	19 €/a
CO_2-Einsparung		t/a	-0,101	-0,119	-0,138	-0,179	-0,098	-0,112	-0,122	-0,168
CO_2-Vermeidungskosten	aktuelle Energiekosten	€/a / t_{CO2}/a	459	343	257	128	465	366	313	136
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a / t_{CO2}/a	438	322	237	109	441	342	289	113

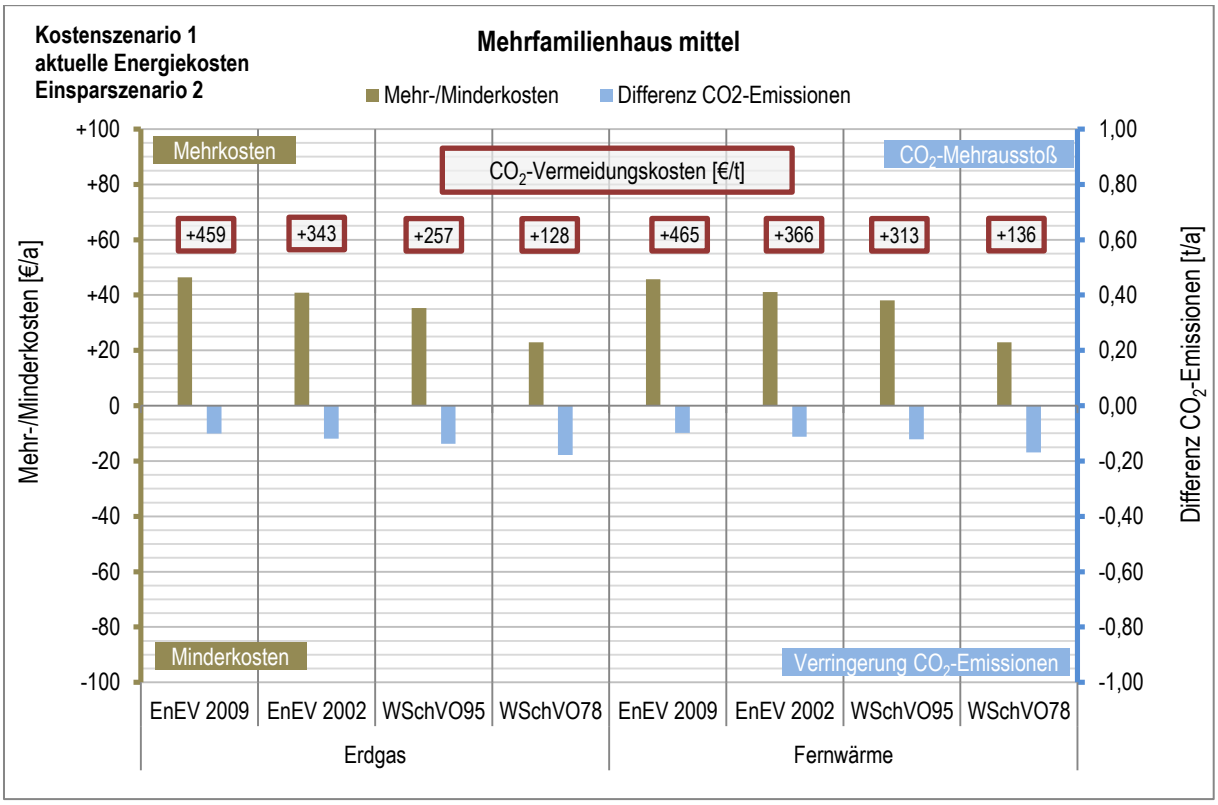

Abbildung 4 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, aktuelle Energiekosten, Einsparszenario 2 – Mehrfamilienhaus mittel

Tabelle 33 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, Einsparszenario 2 – Mehrfamilienhaus groß

Mehrfamilienhaus groß			Erdgas				Fernwärme			
Kostenszenario 1	Einsparszenario 2		EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO 95	WSchVO 78
Mehr-/Minderkosten	aktuelle Energiekosten	€/a	48 €/a	42 €/a	38 €/a	28 €/a	46 €/a	41 €/a	41 €/a	33 €/a
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a	46 €/a	40 €/a	36 €/a	25 €/a	44 €/a	38 €/a	38 €/a	29 €/a
CO_2-Einsparung		t/a	-0,093	-0,113	-0,126	-0,158	-0,095	-0,111	-0,111	-0,136
CO_2-Vermeidungskosten	aktuelle Energiekosten	€/a / t_{CO2}/a	516	370	304	180	486	365	365	238
	Preissteigerung 1,3% p.a.	€/a / t_{CO2}/a	495	349	284	160	462	341	341	215

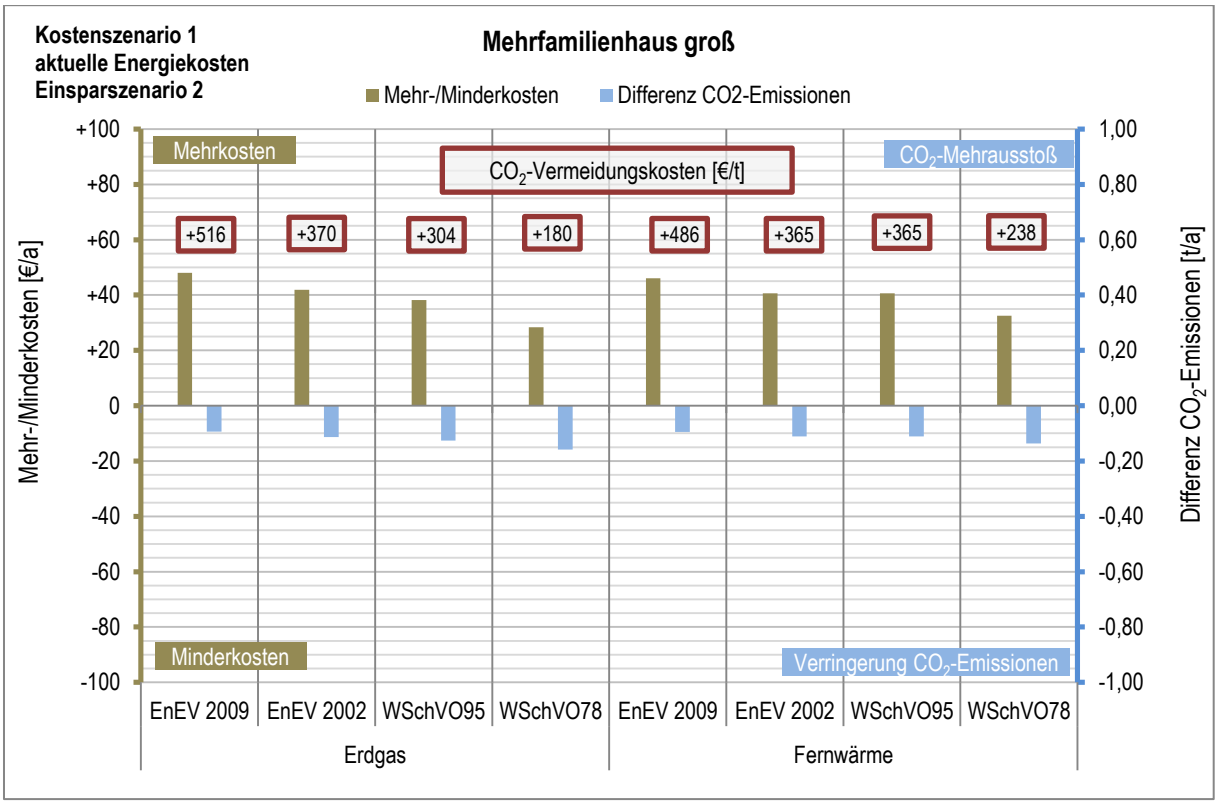

Abbildung 5 CO_2-Vermeidungskosten, Kostenszenario 1, aktuelle Energiekosten, Einsparszenario 2 – Mehrfamilienhaus groß

4 Volkswirtschaftliche Betrachtung der Energie- und CO_2-Einsparungen

4.1 Analyse Gebäudebestand und Beheizungsstruktur in Deutschland

Gesamtwohnungsbestand: Aufteilung der Wohneinheiten je Gebäudeart

Aktuelle Daten zum Wohnungsbestand in Deutschland für das Jahr 2014 veröffentlicht das Statistische Bundesamt [14][10].

Tabelle 34 Wohnungsbestand in Deutschland, Angaben Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014

Stand 31.12.2014	Wohnungs-anzahl	Anteil WE an gesamt	Gebäude-anzahl	mittlere Wohnfläche je WE
Wohnungen gesamt	39.834.033		18.628.038	
davon Wohnungen EFH	12.391.007	31,1%	12.391.007	128 m²
davon Wohnungen in 2-FH	6.166.394	15,5%	3.083.197	96 m²
davon Wohnungen in Wohngebäuden > 2 WE	20.850.325	52,3%	3.133.678	69 m²
davon Wohnungen in Wohnheimen	426.307	1,1%	20.156	

Zuordnung Wohneinheiten je Wärmedämmstandard und Gebäudeart

Aus Verteilung der Gesamt-Wohneinheiten je Wärmeschutzstandard [15] und den Anteilen der Wohneinheiten in den verschiedenen Gebäudearten am Gesamtbestand (Tabelle 34) wird die Anzahl der Wohneinheiten je Wärmedämmstandard und Gebäudeart ermittelt, vgl. Tabelle 35.

Tabelle 35 Anzahl Wohneinheiten je Wärmedämmstandard und Gebäudeart

	WSchVO78	WSchVO95	EnEV 2002	EnEV 2009	gesamt
Wohneinheiten je Wärmeschutzstandard	31.300.000	6.300.000	1.600.000	600.000	39.800.000
davon Wohnungen EFH	9.736.361	1.959.715	497.705	186.640	
davon Wohnungen in 2-Familienhäusern	4.845.307	975.254	247.683	92.881	
davon Wohnungen in Wohngebäuden > 2 WE	16.383.357	3.297.609	837.488	314.058	
	77,8%	15,7%	4,0%	1,5%	

Beheizungsstruktur: Anteil der genutzten Energieträger

Aus der Übersicht zur Beheizungsstruktur in Deutschland 2014 des BDEW [16] kann der Anteil der jeweiligen Energieträger zur Beheizung am gesamten Wohnungsbestand entnommen werden, vgl. Abbildung 6.

[10] Zwischen der destatis Statistik zum Bestand an Wohnungen [15] und der destatis Statistik zu Haushalten und Familien [4] in Deutschland gibt es eine Differenz bei der Angabe der Gesamtzahl an Wohnungen zur Gesamtzahl an Haushalten, diese beträgt jedoch weniger als 1% und wird im Rahmen des Kurzgutachtens vernachlässigt. Ursache für die Differenzen kann beispielsweise die Erstellung der Statistiken zu unterschiedlichen Stichtagen sein.

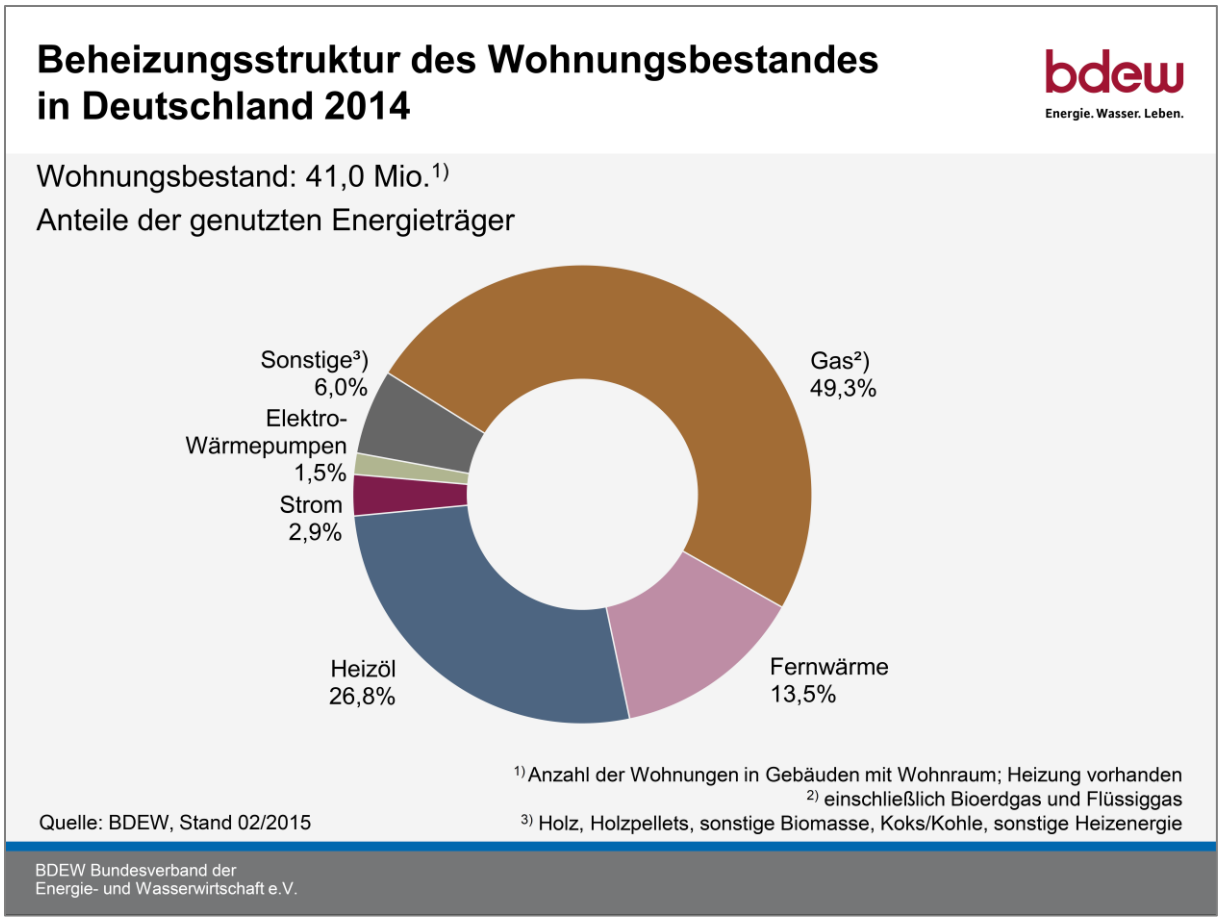

Abbildung 6 BDEW: Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland 2014 [16]

In die Untersuchungen zum gesamtwirtschaftlichen Effekt werden die Wohneinheiten einbezogen, welche mit Erdgas oder Fernwärme versorgt werden (insgesamt etwa 25 Mio. Wohneinheiten). Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass Fernwärme vorrangig in Mehrfamilienhäusern (städtisches Ballungsgebiet) zu finden ist, alle mit Fernwärme versorgten Wohneinheiten werden dem MFH zugeordnet (etwa 5,4 Mio. Wohneinheiten). Die angegebenen Anteile der genutzten Energieträger werden gleichermaßen auf alle Wärmeschutzniveaus übertragen.

Tabelle 36 Anteil der Energieträger [16] und versorgte Wohnungsanzahl

Energieträger	Anteil genutzter Energieträger	Wohnungsanzahl	Erdgas und Fernwärme
Gas	49,3%	19.621.400	24.994.400
Fernwärme	13,5%	5.373.000	
Heizöl	26,8%	10.666.400	
Strom	2,9%	1.154.200	
Elektro-Wärmepumpen	1,5%	597.000	
Sonstige	6,0%	2.388.000	
	100,0%	39.800.000	

Eine Unterscheidung zwischen gasbeheizten Wohneinheiten im Mehrfamilienhaus mit zentraler Wärmeversorgung oder ggf. wohnungsweiser Wärmeversorgung erfolgt nicht. Das Einsparpotenzial wird davon unabhängig entsprechend Einsparszenario 2 angesetzt.

4.2 Abschätzungen zur Einsparung an Endenergie und CO_2-Emissionen

Gesamte mögliche Einsparungen an Endenergie und CO_2-Emissionen

Die Berechnung der möglichen Einsparungen an Endenergie und CO_2-Emissionen erfolgen für gas- und fernwärmebeheizten Haushalte in Deutschland unter Ansatz der mittleren Wohnfläche je Wohneinheit nach [4], vgl. Tabelle 34. Es wird das mittlere Einsparszenario 2 zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse werden in Tabelle 38 für folgende Varianten angegeben:

1. alle Haushalte Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser
2. nur Haushalte Mehrfamilienhäuser
3. alle Haushalte Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser ohne Niedrig- und Niedrigstenergiegebäude (Ansatz: alle Gebäude mit baulichem Wärmeschutz mindestens nach EnEV 2002 sind Niedrig- und Niedrigstenergiegebäude)

Tabelle 37 Einsparungen Endenergie und CO2-Emissionen je Gebäudeart gesamt

Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser		5%	Erdgas				Fernwärme			
	Haushaltsstrom		1,8%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
EFH			Anzahl WE	92.013	245.369	966.139	4.800.026	0	0	0	0
spezifischer Energieverbrauch	Wärme		kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser		kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch	Haushaltsstrom	je Endkunde	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Einsparung	Wärme	gesamt	kWh/a	29.444.248	109.925.194	649.245.675	5.222.428.174	0	0	0	0
	Warmwasser	gesamt	kWh/a	17.666.549	47.110.797	185.498.764	921.604.972	0	0	0	0
	Haushaltsstrom	gesamt	kWh/a	5.796.836	15.458.230	60.866.782	302.401.631	0	0	0	0
2-FH			Anzahl WE	45.790	122.108	480.800	2.388.737	0	0	0	0
spezifischer Energieverbrauch	Wärme		kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser		kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch	Haushaltsstrom	je Endkunde	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Einsparung	Wärme	gesamt	kWh/a	14.652.952	54.704.356	323.097.601	2.598.945.329	0	0	0	0
	Warmwasser	gesamt	kWh/a	8.791.771	23.444.724	92.313.600	458.637.411	0	0	0	0
	Haushaltsstrom	gesamt	kWh/a	2.884.800	7.692.800	30.290.400	150.490.400	0	0	0	0
MFH mittel			Anzahl WE	154.831	412.882	1.625.721	8.076.995	80.133	213.688	841.398	4.180.278
spezifischer Energieverbrauch	Wärme		kWh/m²a	50	70	90	135	45	60	70	120
	Warmwasser		kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch	Haushaltsstrom	je Endkunde	kWh/a	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
jährliche Einsparung	Wärme	gesamt	kWh/a	49.545.783	184.970.924	936.415.303	6.978.523.564	23.078.342	82.056.327	376.946.251	3.210.453.782
	Warmwasser	gesamt	kWh/a	29.727.470	79.273.253	312.138.434	1.550.783.014	15.385.561	41.028.163	161.548.393	802.613.445
	Haushaltsstrom	gesamt	kWh/a	7.524.766	20.066.042	79.010.041	392.541.950	3.894.470	10.385.254	40.891.937	203.161.528

Tabelle 38 Gesamteinsparungen Endenergie und CO2-Emissionen aller Haushalte je Variante

Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser	5%	Erdgas				Fernwärme			
	Haushaltsstrom	1,80%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
1. Gesamteinsparung Haushalte in allen Gebäudearten										
Einsparung Endenergie	Wärme + Warmwasser	kWh/a	20.878.889.864				4.713.110.264			
	Haushaltsstrom	kWh/a	1.333.357.870							
	Wärme + Warmwasser		**20.900 GWh/a**				**4.700 GWh/a**			
	Haushaltsstrom		**1.300 GWh/a**							
Einsparung CO_2-Emissionen	Wärme + Warmwasser	t/a	4.760.387				1.102.868			
	Haushaltsstrom	t/a	770.681							
	alle Energieträger	t/a	6.633.936							
	alle Energieträger		**6,6 Mio. t/a**							
2. Gesamteinsparung Haushalte nur in Mehrfamilienhäusern										
Einsparung Endenergie	Wärme + Warmwasser	kWh/a	10.121.377.746				4.713.110.264			
	Haushaltsstrom	kWh/a	757.475.989							
	Wärme + Warmwasser		**10.100 GWh/a**				**4.700 GWh/a**			
	Haushaltsstrom		**800 GWh/a**							
Einsparung CO_2-Emissionen	Wärme + Warmwasser	t/a	2.307.674				1.102.868			
	Haushaltsstrom	t/a	437.821							
	alle Energieträger	t/a	3.848.363							
	alle Energieträger		**3,8 Mio. t/a**							
3. Gesamteinsparung alle Gebäudearten ohne Niedrigenergie- und Niedrigstenergiegebäude (ohne Gebäude ab EnEV 2002)										
Einsparung Endenergie	Wärme + Warmwasser	kWh/a	20.229.631.842				4.551.561.871			
	Haushaltsstrom	kWh/a	1.259.654.671							
	Wärme + Warmwasser		**20.200 GWh/a**				**4.600 GWh/a**			
	Haushaltsstrom		**1.300 GWh/a**							
Einsparung CO_2-Emissionen	Wärme + Warmwasser	t/a	4.612.356				1.065.065			
	Haushaltsstrom	t/a	728.080							
	alle Energieträger	t/a	6.405.502							
	alle Energieträger		**6,4 Mio. t/a**							

Mögliche Einsparungen an Endenergie und CO_2-Emissionen bei Einführung von intelligenten Messsystemen in allen wirtschaftlichen Fällen

Für alle Gebäude, bei denen zuvor Wirtschaftlichkeit beim Einsatz intelligenter Messsysteme für Strom und Wärme festgestellt wurde, werden die möglichen Einsparungen an Endenergie und CO_2-Emissionen angegeben. Grundlage bilden die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung des Einsparszenarios 2 in Verbindung mit dem Kostenszenario 1.

In den Fällen, bei denen die Einführung intelligenter Messsysteme nicht wirtschaftlich ist, wird die Anzahl der Wohneinheiten je Gebäude und Wärmschutzniveau rot angegeben. Die wirtschaftlichen Fälle sind grün markiert, diese gehen in die Berechnung der möglichen Einsparungen an Endenergie und CO_2-Emissionen ein, vgl. Tabelle 39.

Tabelle 39 Gesamteinsparungen Endenergie und CO_2-Emissionen aller Haushalte bei Wirtschaftlichkeit (Kostenszenario 1)

Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser		5%	Erdgas				Fernwärme			
	Haushaltsstrom		1,80%	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78	EnEV 2009	EnEV 2002	WSchVO95	WSchVO78
EFH			Anzahl WE	92.013	245.369	966.139	4.800.026	0	0	0	0
spezifischer Energieverbrauch	Wärme		kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser		kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch	Haushaltsstrom	je Endkunde	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Einsparung	Wärme	gesamt	kWh/a	29.444.248	109.925.194	649.245.675	5.222.428.174	0	0	0	0
	Warmwasser	gesamt	kWh/a	17.666.549	47.110.797	185.498.764	921.604.972	0	0	0	0
	Haushaltsstrom	gesamt	kWh/a	5.796.836	15.458.230	60.866.782	302.401.631	0	0	0	0
2-FH			Anzahl WE	45.790	122.108	480.800	2.388.737	0	0	0	0
spezifischer Energieverbrauch	Wärme		kWh/m²a	50	70	105	170	30	40	110	140
	Warmwasser		kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährlicher Energieverbrauch	Haushaltsstrom	je Endkunde	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
jährliche Einsparung	Wärme	gesamt	kWh/a	14.652.952	54.704.356	323.097.601	2.598.945.329	0	0	0	0
	Warmwasser	gesamt	kWh/a	8.791.771	23.444.724	92.313.600	458.637.411	0	0	0	0
	Haushaltsstrom	gesamt	kWh/a	2.884.800	7.692.800	30.290.400	150.490.400	0	0	0	0
MFH mittel			Anzahl WE	154.831	412.882	1.625.721	8.076.995	80.133	213.688	841.398	4.180.278
spezifischer Energieverbrauch	Wärme		kWh/m²a	50	70	90	135	45	60	70	120
	Warmwasser		kWh/m²a	30	30	30	30	30	30	30	30
jährliche Einsparung	Wärme	gesamt	kWh/a	49.545.783	184.970.924	936.415.303	6.978.523.564	23.078.342	82.056.327	376.946.251	3.210.453.782
	Warmwasser	gesamt	kWh/a	29.727.470	79.273.253	312.138.434	1.550.783.014	15.385.561	41.028.163	161.548.393	802.613.445
	Haushaltsstrom	gesamt	kWh/a	7.524.766	20.066.042	79.010.041	392.541.950	3.894.470	10.385.254	40.891.937	203.161.528

Einsparszenario 2	Wärme + Warmwasser	5%	Erdgas	Fernwärme
	Haushaltsstrom	1,80%	EnEV 2009 / EnEV 2002 / WSchVO95 / WSchVO78	EnEV 2009 / EnEV 2002 / WSchVO95 / WSchVO78
1. Gesamteinsparung Haushalte in allen Gebäudearten bei Wirtschaftlichkeit (Kostenszenario 1)				
Einsparung Endenergie	Wärme + Warmwasser	kWh/a	10.036.360.325	0
	Haushaltsstrom	kWh/a	513.758.814	
	Wärme + Warmwasser		**10.000 GWh/a**	**0 GWh/a**
	Haushaltsstrom		**500 GWh/a**	
Einsparung CO_2-Emissionen	Wärme + Warmwasser	t/a	2.288.290	0
	Haushaltsstrom	t/a	296.953	
	alle Energieträger	t/a	2.585.243	
	alle Energieträger		**2,6 Mio. t/a**	

5 Zusammenfassung

Kosten und Nutzen intelligenter Messsysteme für Strom und Wärme für den Endverbraucher

Randbedingungen

Grundlage der Untersuchung bilden die derzeitigen Energiekosten, CO_2-Emissionen und der Primärenergiebedarf je Haushalt in verschiedenen Gebäuden und mit unterschiedlichem baulichem Wärmeschutz. Durch den Einsatz von intelligenten Messsystemen können Einsparungen an Strom und Wärme für Raumheizung und Warmwasser erzielt werden. Auf Basis bisheriger Untersuchungen werden die Daten für den Verbrauch und das mögliche Einsparpotenzial für die jeweiligen Energieträger festgelegt. Mit Hilfe von Einsparszenarien wird ein weiterer möglicher Bereich beleuchtet:

	Einsparszenario 1	Einsparszenario 2 (mittleres Szenario)	Einsparszenario 3
Haushaltsstrom	1,0%	1,8%	2,5%
Raumwärme	2%	5%	10%
Warmwasser	2%	5%	10%

Für die Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit des Einsatzes intelligenter Messsysteme für den Endkunden werden die eingesparten Energiekosten den Mehrkosten für das System gegenübergestellt.

Die Grundlage der Kosten für ein intelligentes Messsystem bei einer kombinierten Analyse verschiedener Energieträger bilden die Kosten des intelligenten Messsystems für Strom. Für die Einbeziehung weiterer Energieträger sind zusätzliche Kostenaufwendungen erforderlich. Basis der Berechnungen des Kostenszenario 1 sind die Endkundenkosten des Rolloutszenario Plus, welches von Ernst &Young [1] als Ergebnis der Untersuchungen favorisiert wird. Für das Kostenszenario 2 werden mögliche Preisobergrenzen [11] unter der Voraussetzung, dass der Einsatz eines intelligenten Messsystems für Strom für den Endkunden wirtschaftlich zu sein hat, unterstellt. Die Mehrkosten des intelligenten Messsystems entsprechen dem Stromeinsparpotenzial. Die derzeit ermittelten Kosten für das intelligente Messsystem für Strom nach Ernst &Young [1] liegen deutlich über denen der Preisobergrenzen.

Ergebnisse: Kostenszenario 1

Bei Gebäuden mit hohen Verbräuchen für die Endkunden (EFH und 2-FH mit schlechtem baulichen Wärmeschutz) können durch ein intelligentes Messsystem für Strom und Wärme bzw. Gas beim mittleren Einsparpotenzial Energiekosteneinsparungen erzielt werden, die über den Mehrkosten für das Messsystem liegen. Können die mittleren Einsparungen nicht erzielt werden (Einsparszenario 1), ist ein kombiniertes Messsystem nicht wirtschaftlich bzw. maximal kostenneutral.

Bei den betrachteten Mehrfamilienhäusern mit mittlerer Wohnungsgröße und mittleren Einsparpotenzial liegen die Mehrkosten für das intelligente Messsystem, unabhängig vom baulichen Wärmeschutz und Energieträger, deutlich über den möglichen Energiekosteneinsparungen, die kombinierte Verbrauchsanalyse für Strom und Wärme ist für den Endkunden in keinem Fall wirtschaftlich. Könnten sehr hohe Einsparungen erzielt werden (Einsparszenario 3), wäre das intelligente Messsystem im Mehrfamilienhaus bei sehr schlechtem baulichem Wärmeschutz wirtschaftlich. Kostenneutralität tritt etwa ab einem baulichen Wärmeschutz nach WSchVO95 ein.

Ergebnisse Kostenszenario 2

Wird bereits unterstellt, dass das intelligente Messsystem für Strom keine Mehrkosten verursacht, müssen die möglichen Energiekosteneinsparungen an Wärme bzw. Gas nur die Mehrkosten für die Einbindung der Energieträger in das Messsystem aufwiegen. Bei mittleren Einsparungen ist dies bei allen Gebäudetypen und Wärmeschutzniveaus der Fall. Bei sehr hohen Einsparungen (Einsparszenario 3) können entsprechend höhere Kosteneinsparungen erzielt werden. Fallen die tatsächlichen Einsparungen jedoch niedriger aus (Einsparszenario 1), entstehen für die Endkunden in Mehrkosten bzw. wird im Einzelfall gerade Kostenneutralität erreicht.

Ergebnisse unter Annahme einer möglichen Preisreduktion intelligenter Messsysteme

Mit dem Kostenszenario 1 wurde die Wirtschaftlichkeit eines intelligenten Messsystems für Strom und Wärme für die aktuelle Kostensituation geprüft. Unterstellt man zukünftig geringere Kosten für das System, folgt eine veränderte Wirtschaftlichkeit. Beispielhaft werden für das mittlere Mehrfamilienhaus die Ergebnisse unter Ansatz der Halbierung der Kosten für das intelligente Messsystem Strom beim Einsparszenario 2 angegeben. Die niedrigeren Kosten der intelligenten Zähler führen grundsätzlich zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit. Bei schlechten baulichen Wärmeschutz (bzw. höherem Energieverbrauch) stellt sich Kostenneutralität bzw. Wirtschaftlichkeit ein. Bei einem baulichen Wärmeschutz besser als WSchVO95 übersteigen die Mehrkosten für das System jedoch weiterhin die Energiekosteneinsparungen.

Da das tatsächliche Einsparpotenzial an Strom sowie Wärme für Raumheizung und Warmwasser sowie die Entwicklung der Kosten für das System und die Energieträger nicht sicher prognostiziert werden können, sollte zukünftig eine erneute Überprüfung erfolgen.

Erreichung von Wirtschaftlichkeit: notwendiges Einsparpotenzial an Strom und Wärme bzw. maximal mögliche Kosten

Die Wirtschaftlichkeit des kombinierten Einsatzes eines intelligenten Messsystems für Strom und Wärme bzw. Gas für den Endkunden ist von den erzielbaren Einsparungen abhängig. Es wird für verschiedene Fälle geprüft, welches Einsparpotenzial an Wärme und Haushaltsstrom jeweils notwendig ist bzw. welche Kosten maximal auftreten dürfen:

- Variante 1: Aufteilung der Mehrkosten zu gleichen Teilen auf Strom und Wärme und Ermittlung des jeweils notwendigen Einsparpotenzials
- Variante 2: Festlegung des möglichen Einsparpotenzials für Strom auf 1,8% (entspricht mittlerem Einsparpotenzial) und Ermittlung des notwendigen Einsparpotenzials an Wärme für Raumheizung und Warmwasser
- Variante 3: Ermittlung der maximal möglichen Mehrkosten für das intelligente Messsystem beim mittleren Einsparszenario (Szenario 2), welche den eingesparten Energiekosten für Strom, Raumwärme und Warmwasser entsprechen

CO_2-Vermeidungskosten beim Einsatz intelligenter Messsysteme für Wärme und Strom

CO_2-Vermeidungskosten werden auf der Grundlage der Mehr-/Minderkosten sowie der Einsparungen an CO_2-Emissionen in Relation zum Referenzfall ermittelt. Die Mehr-/ Minderkosten bezogen auf die jährlichen CO_2-Einsparungen ergeben die CO_2-Vermeidungskosten.

Bei hohem Verbrauch von Wärme für Raumheizung und Warmwasser sowie von Strom können infolge eines Einsatzes intelligenter Messsysteme hohe Einsparungen erzielt werden, welche in Summe zu Minderkosten bei gleichzeitig hohen CO_2-Einsparungen

führen. Dies trifft für die betrachteten Ein- und 2-Familienhäuser mit mittelmäßigen (WSchVO 95) bis schlechtem baulichen Wärmeschutz (WSchVO 78) zu. Bei geringeren Verbräuchen, wie in Mehrfamilienhäusern (kleinere Wohneinheiten) oder bei besserem baulichem Wärmeschutz, sind die Einsparmöglichkeiten geringer. Die Mehrkosten für das intelligente Messsystem übersteigen die Energiekosteneinsparungen, gleichzeitig sind die CO_2-Einsparungen geringer. Die Aussagen gelten analog für CO_2-Äquivalente.

Volkswirtschaftliche Betrachtung der Energie- und CO_2-Einsparungen

Für gas- und fernwärmebeheizte Haushalte in Deutschland werden die möglichen Gesamteinsparungen an Endenergie und CO_2-Emissionen im Falle eines flächendeckenden Einsatzes intelligenter Messsysteme kombiniert für Strom und Wärme bzw. Gas ermittelt. Grundlage bildet das mittlere Einsparszenario (Szenario 2). Für die gemeinsame und getrennte Betrachtung der Haushalte in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie unter Herausnahme von Niedrigenergie- und Niedrigstenergiegebäuden ergeben sich folgende Ergebnisse:

1. Gesamteinsparung Haushalte in allen Gebäudearten

Einsparung an Endenergie	26.900 GWh/a
Einsparung an CO_2-Emissionen	6,6 Mio. t/a

2. Gesamteinsparung Haushalte nur in Mehrfamilienhäusern

Einsparung an Endenergie	15.600 GWh/a
Einsparung an CO_2-Emissionen	3,8 Mio. t/a

3. Gesamteinsparung alle Gebäudearten ohne Niedrigenergie- und Niedrigstenergiegebäude

Einsparung an Endenergie	26.100 GWh/a
Einsparung an CO_2-Emissionen	6,4 Mio. t/a

Betrachtet man allein die Fälle, bei denen die Einführung intelligenter Messsysteme für Strom und Wärme wirtschaftlich ist (Einsparszenario 2, Kostenszenario 1), sind folgende Einsparungen an Endenergie und CO_2-Emissionen möglich:

1. Gesamteinsparung Haushalte in allen Gebäudearten bei Wirtschaftlichkeit

Einsparung an Endenergie	10.500 GWh/a
Einsparung an CO_2-Emissionen	2,6 Mio. t/a

6 Quellen

[1] *Ernst & Young GmbH: Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Stand: Juli 2013.*

[2] *ITG Dresden: Wirtschaftlichkeit von Systemen zur Erfassung und Abrechnung des Wärmeverbrauchs, Januar 2014 im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).*

[3] *BDEW-Chartsatz: Stromverbrauch im Haushalt, Stand: Oktober 2013.*

[4] *https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/HaushalteFamilien/Tabellen/Haushaltsgroesse (16.09.2015).*

[5] *Ernst & Young: Prästentation der Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse zum flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler bei der Arbeitsgemeinschaft intelligente Netze und Zähler, Juli 2013.*

[6] *BMVBS-Online-Publikation, Nr. 11/2012: Vergleichswerte für Verbrauch bei Wohngebäuden, Juni 2012.*

[7] *IWU Institut Wohnen und Umwelt GmbH: Wirkungs- und Akzeptanzanalyse von EDMpremium, Kurzbericht zur Analyse des Aachener Feldversuches der ista Deutschland GmbH, Februar 2011.*

[8] *Modellvorhaben Bewusst heizen, Kosten sparen von der Deutschen Energie-Agentur GmbH gemeinsam mit ista Deutschland GmbH, dem Deutschen Mieterbund e.V. und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: www.bewusst-heizen.de.*

[9] *dena: Modellvorhaben Bewusst heizen, Kosten sparen, Managment Summary zum Zwischenbericht "Verbrauchsauswertung und Mieterbefragung in der Heizperiode 2013/2014", Oktober 2014.*

[10] *Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten (Verordnung über Heizkostenabrechnung - HeizkostenV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3250).*

[11] *Entwurf eines Gesetzes zur „Digitalisierung der Energiewende“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie; Stand 06.08.2015.*

[12] *GEMIS (Globales Emissions-Modell integrierter Systeme) Version 4.93, http://www.iinas.org/gemis-de.html.*

[13] *BDEW: Strompreisanalyse August 2015.*

[14] *Bestand an Wohnungen, Fachserie 5 Reihe 3 - 31. Dezember 2014, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2015.*

[15] *BMVBS Renner A.: Bedeutung energetischer Gebäudesanierung für den Klimaschutz – die Energieeinsparverordnung 2009, Tagung EnEV 2009 –*

Auswirkungen auf Eigentümer von Mietshäusern, 27. Januar 2010.

[16] *BDEW: Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes 2014; Stand 02/2015.*

[17] *McKinsey & Company, Inc. erstellt im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“: Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen, 2007.*

[18] *Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit der EnEV 2012; Teil 2: Anforderungsmethodik, Regelwerk und Wirtschaftlichkeit, Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH gemeinsam mit: Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abt.,* Wärmetechnik, ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden, schiller-engineering, Forschungsbericht im Auftrag des BMVBS.

[19] *Gemis-Handbuch, http://www.iinas.org/gemis-tours-de.html.*