



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE



EnFK
Konferenz Kantonaler Energiefachstellen
Conférence des services cantonaux de l'énergie

Bundesamt für Energie BFE, Konferenz Kantonaler Energiefachstellen EnFK

Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2015)

Schlussbericht

Revidierte Fassung vom September 2016

Von der Konferenz Kantonaler Energiedirektoren EnDK anlässlich der Plenarversammlung vom 21. August 2015 verabschiedet.

INFRAS

Forschung und Beratung
www.infras.ch

Impressum

Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2015)

Schlussbericht

Revidierte Fassung vom September 2016

Auftraggeber

Konferenz Kantonaler Energiefachstellen EnFK

Bundesamt für Energie BFE

Begleitgruppe

Konferenz Kantonaler Energiefachstellen, Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle:

Thomas Fisch (Kanton Basel-Stadt)

Myriam Garbely (Kanton Genf)

Stefano Giamboni (Kanton Neuenburg)

Reto Hunziker (Kanton Thurgau)

Felix Jehle (Kanton Basel-Landschaft)

Alex Nietlisbach (Kanton Zürich)

Karin Scheidegger (Kanton Bern)

Cyrill Studer (Kanton Luzern)

Marcel Sturzenegger (Kanton St. Gallen)

Alexander Walker (Kanton Uri)

Thomas Jud (Bundesamt für Energie)

Roger Nufer (Bundesamt für Energie)

Auftragnehmer, Autoren

INFRAS

Donald Sigrist, Stefan Kessler

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.energie-schweiz.ch

Inhalt

1.	Generelles	4
1.1.	Ausgangslage und Rahmenbedingungen	4
1.2.	Rolle und Zweck des HFM 2015	5
1.3.	Massnahmenauswahl nach Themenbereich des HFM 2015	6
1.4.	Empfehlungen des HFM	10
1.5.	Eckpfeiler einer wirksamen finanziellen Förderung	14
2.	Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen	16
2.1.	Wärmedämmung	16
2.2.	Installation Holzfeuerung	17
2.3.	Installation Wärmepumpe	20
2.4.	Anschluss an ein Wärmenetz	22
2.5.	Installation Solarkollektor	23
2.6.	Installation Wohnungslüftung	24
3.	Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen	25
3.1.	Verbesserung GEAK-Effizienzklasse	25
3.2.	Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf	26
4.	Umfassende Gebäudesanierung ohne Etappierung	27
4.1.	Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat	27
4.2.	Gesamtsanierung mit GEAK	28
4.3.	Bonus für umfassende Sanierung	29
5.	Neubauten	30
5.1.	Neubau/Ersatzneubau Minergie-P	30
5.2.	Neubau/Ersatzneubau GEAK A/A	30
6.	Wärmenetzprojekte	31
Anhang		33
A1.	Zu erhebende Daten	33
A2.	Wirkung der finanziellen Förderung	39
A3.	Erläuterungen zum Wirkungsmodell	112
A4.	Bestimmung der Fördersätze	123
Literatur		130

1. Generelles

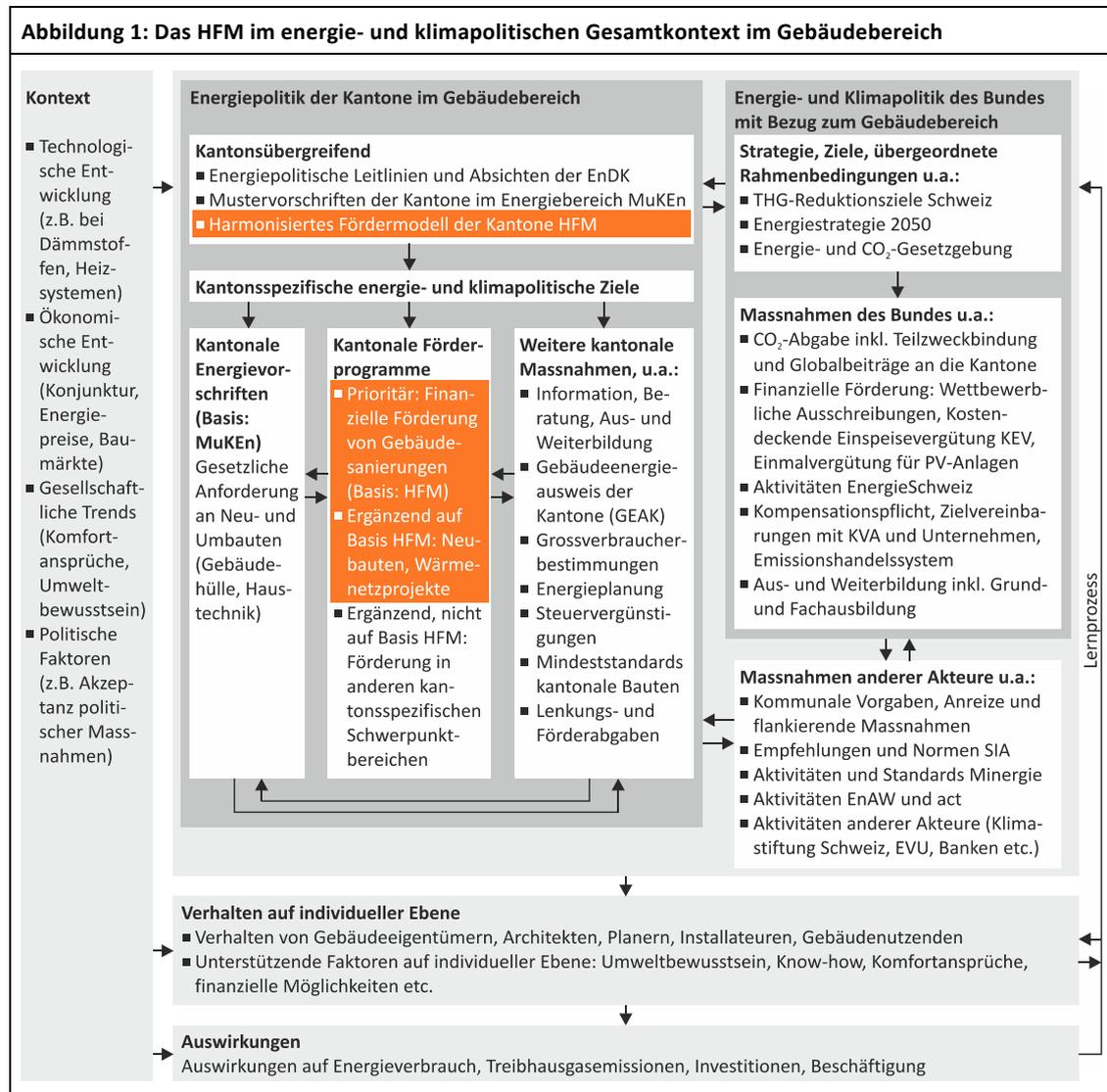
1.1. Ausgangslage und Rahmenbedingungen

Seit 2000 richtet der Bund nach Artikel 15 Energiegesetz Globalbeiträge an jene Kantone aus, die eigene Programme zur Förderung der sparsamen und rationellen Energienutzung sowie zur Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme durchführen. Von 2000 bis 2009 wurden die Globalbeiträge aus dem ordentlichen Budget finanziert (Art. 13 Energiegesetz). Seit 2010 erfolgt die Finanzierung aus der CO₂-Teilzweckbindung (Art. 34 Abs. 1 Bst. b CO₂-Gesetz).

Die Strategie der Kantone im Rahmen des Programms EnergieSchweiz sieht vor, dass die Kantone ein harmonisiertes Fördermodell anwenden. Im Jahr 2003 wurde eine erste Version des harmonisierten Fördermodells der Kantone erarbeitet (HFM 2003), das im Jahr 2007 ein erstes und 2009 ein zweites Mal aktualisiert wurde (HFM 2007, HFM 2009). Mittlerweile wird das HFM von allen Kantonen angewandt. Es skizziert die Struktur kantonaler Förderprogramme und beschreibt deren wesentlichen Elemente. Dabei wird den Kantonen Spielraum für die Berücksichtigung ihrer Finanzkraft und individueller Schwerpunkte belassen.

Mit dem neuen HFM 2015 liegt nun erstmals eine umfassend überarbeitete Version des HFM vor. Ab 2017 bildet es für die Kantone eine zentrale Grundlage für die Ausrichtung ihrer Förderprogramme auf die veränderten gesetzlichen Bestimmungen des Bundes und der Kantone. Es berücksichtigt die Vorschläge des Bundes bezüglich dem Gebäudeprogramm im Rahmen der Energiestrategie 2050, die starken Anstrengungen der Kantone im gesetzgeberischen Bereich der letzten Jahre sowie der Zukunft (MuKE 2014) und die Ergebnisse der Evaluation der Eidgenössischen Finanzkontrolle zum Wirkungsmodell des HFM 2009 (EFK 2014).

Die Erarbeitung des HFM 2015 erfolgte in einem Prozess mit intensiver Beteiligung der Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle der Konferenz Kantonaler Energiefachstellen (EnFK) und des Bundesamtes für Energie (BFE). Der Prozess wurde durch INFRAS fachlich begleitet. Das HFM 2015 wurde am 21. August 2015 anlässlich der Generalversammlung der Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) verabschiedet.



1.2. Rolle und Zweck des HFM 2015

Das HFM 2015 bildet ab dem 1. Januar 2017 eine zentrale Grundlage für die finanzielle Förderung von Bund und Kantonen im Gebäudebereich. Konkret erfüllt es folgende drei Aufgaben:

- Das HFM 2015 definiert eine Liste von Massnahmen im Gebäudebereich, für deren finanzielle Förderung gemäss aktuell geltenden (2015) sowie absehbaren gesetzlichen Rahmenbedingungen Mittel aus der CO₂-Abgabe zur Verfügung gestellt werden können. Ziel dieser Massnahmen ist die sparsame und rationelle Energienutzung sowie die Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme in Gebäuden (nicht Teil des HFM sind Massnahmen im Bereich Prozesse). Das HFM umfasst ausschliesslich Investitionsmassnahmen, d.h. Investitionen in Bauten und Anlagen – flankierende Massnahmen, z.B. Informationsarbeit, Beratung oder Aus- und Weiterbildung, sind nicht Teil des HFM. Mit der Einschränkung auf eine Auswahl an

Massnahmen wird sichergestellt, dass sich deren finanzielle Förderung gemäss HFM möglichst effizient in den vielfältigen energie- und klimapolitischen Instrumentenmix von Bund und Kantonen einbettet.

- Das HFM 2015 macht Empfehlungen dazu, wie ein auf Basis des HFM konzipiertes Förderprogramm ausgestaltet werden sollte, damit dieses möglichst wirksam ist. Dabei handelt es sich einerseits um Empfehlungen an die Grundstruktur eines Förderprogramms sowie an die Datenerhebung und Berichterstattung. Andererseits empfiehlt das HFM spezifische Anforderungen pro Massnahme, insbesondere Förderbeitragsbedingungen sowie Untergrenzen für die angebotenen Fördersätze.
- Zusätzlich dokumentiert das HFM 2015 je Massnahme Richtwerte der Wirkung auf Energiebedarf, CO₂-Emissionen und Investitionen, die der finanziellen Förderung unterstellt werden können.

1.3. Massnahmenauswahl nach Themenbereich des HFM 2015

Das HFM 2015 ist thematisch in die drei Hauptbereiche Gebäudesanierungen (Hülle und Haus-technik), Neubauten und Wärmenetzprojekte strukturiert und umfasst insgesamt 18 Massnahmen (Tabelle 1). Für diese deckt das HFM erfahrungsgemäss einen grossen Teil der Fördergesuche ab. Für einen kleinen Teil der Gesuche können die empfohlenen Förderbeitragsbedingungen sowie die vorgeschlagene Fördersatzbemessung vermutlich nicht direkt angewandt werden. Dies gilt beispielsweise für Grossprojekte, da die Förderbeiträge im HFM in der Regel proportional zur Gebäude- resp. Anlagengrösse bestimmt werden. Grossprojekte weisen oft Kostenstrukturen auf, die im Rahmen einer Standardförderung nicht korrekt berücksichtigt werden können.

Tabelle 1: Massnahmen des HFM 2015, strukturiert nach Themenbereich					
Kapitel	Abschnitt	Massnahme	Basisförderprogramm? *	Bezeichnung HFM 2015	Bezeichnung HFM 2009 BFE 2013a
Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen (Kap. 2)	Wärmedämmung (2.1)	Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich	✓	M-01	U7
	Installation Holzfeuerung (2.2)	Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	✓	M-02	H1
		Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	✓	M-03	H2
		Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	✓	M-04	H3a, H3b
	Installation Wärmepumpe (2.3)	Luft/Wasser-Wärmepumpe	✓	M-05	WP1
		Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	✓	M-06	WP1
	Anschluss an ein Wärmenetz (2.4)	Anschluss an ein Wärmenetz	✓	M-07	W1, W2, H4
	Installation Solarkollektor (2.5)	Solarkollektoranlage	✓	M-08	S1, S2, S3
Installation Wohnungslüftung (2.6)	Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung	✗	M-09	U12	
Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen (Kap. 3)	Verbesserung GEAK-Effizienzklasse (3.1)	Verbesserung GEAK-Klasse Gebäudehülle und Gesamtenergieeffizienz	✓	M-10	–
	Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf (3.2)	Reduktion Heizwärme- und Endenergiebedarf	✓	M-11	–
Umfassende Gebäudesanierung ohne Etappierung (Kap. 4)	Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat (4.1)	Umfassende Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat	✓	M-12	U1, U2, U15, U16, U18, U19, U20, U21
	Gesamtsanierung mit GEAK (4.2)	Umfassende Gesamtsanierung mit GEAK	✓	M-13	U23, U24, U25, U26
	Bonus für umfassende Sanierung (4.3)	Bonus Gebäudehülleneffizienz	✗	M-14	–
Bonus Gesamtenergieeffizienz		✗	M-15	–	
Neubauten (Kap. 5)	Neubau/Ersatzneubau Minergie-P (5.1)	Neubau/Ersatzneubau Minergie-P	✗	M-16	U3, U4, U5, U17
	Neubau/Ersatzneubau GEAK A/A (5.2)	Neubau/Ersatzneubau GEAK A/A	✗	M-17	–
Wärmenetzprojekte (Kap. 6)	–	Neubau/Erweiterung Wärmenetz, Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage	✗	M-18	W1, W2, H3a, H3b, H4

* Bei den Gebäudesanierungen ist die finanzielle Förderung im energie- und klimapolitischen Instrumentenmix von Bund und Kantonen ein Schlüsselinstrument. Daher zeigt das HFM 2015 auf, wie ein harmonisiertes „Basisförderprogramm“ in diesem Kernbereich aussehen könnte. Der Vorschlag gemäss HFM, der im folgenden Abschnitt 1.4 ausführlich erläutert ist, berücksichtigt dabei die Botschaft des Bundesrats zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie (BR 2013) sowie die starken Anstrengungen der Kantone im gesetzgeberischen Bereich der letzten Jahre sowie der Zukunft (MuKEn 2014).

Auswahlkriterien

Die Massnahmen des HFM 2015 wurden auf Basis folgender Kriterien ausgewählt:

- Zu jeder HFM-Massnahme gibt es eine zum heutigen Zeitpunkt (2015) schweizweit häufig gewählte Investitionsalternative, die erstens mit weniger Investitionen verbunden und zweitens in der Regel wirtschaftlicher ist als die HFM-Massnahme (aus der betriebswirtschaftlichen Sicht des Investors, im heutigen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Umfeld).
- Mit dem finanziellen Förderbeitrag an die HFM-Massnahme muss – gegenüber einem angenommenen Referenzfall ohne Förderung – eine zusätzliche Energieeinsparung, eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien resp. eine zusätzliche Reduktion der CO₂-Emissionen bewirkt werden. Der angenommene Referenzfall ohne Förderung muss sich dabei an den aktuellen sowie zukünftig absehbaren Rahmenbedingungen orientieren (wirtschaftlich, technisch, energie- und klimapolitisch). Diese Anforderung impliziert, dass die Umsetzung von HFM-Massnahmen nicht gesetzlich vorgeschrieben sein darf, weil diese ansonsten ja auch ohne Förderung ergriffen werden müssten.
- Eine Bereitstellung von finanziellen Mitteln aus der CO₂-Abgabe an die finanzielle Förderung der HFM-Massnahme muss gemäss aktuell geltenden sowie für die Periode ab 2017 absehbaren gesetzlichen Rahmenbedingungen grundsätzlich möglich sein. Dabei müssen Doppelzählungen von Energie- oder CO₂-Wirkungen der finanziellen Förderung von HFM-Massnahmen in Bezug auf andere Förderinstrumente des Energie- und CO₂-Gesetzes ausgeschlossen werden. Wo möglich und sinnvoll, soll über die Auswahl der HFM-Massnahmen sogar eine Doppelförderung ausgeschlossen werden. Dies betrifft Bereiche, die bereits Hauptgegenstand eines anderen nationalen Förderinstruments sind. Das bedeutet konkret:
 - Keine HFM-Massnahmen im Bereich der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Hauptgegenstand der Kostendeckenden Einspeisevergütung KEV sowie der Einmalvergütung EIV für PV-Anlagen).
 - Keine HFM-Massnahmen im Bereich stromeffizienter Anwendungen (Hauptgegenstand der Wettbewerblichen Ausschreibungen; ausserdem sind Massnahmen in diesem Bereich häufig wirtschaftlich, vgl. erstes Kriterium).
- Das HFM soll auf heute im Markt verfügbare Technologien fokussieren, die den breiten Marktdurchbruch gerade noch nicht geschafft haben. Eine einheitliche Förderung muss für HFM-Massnahmen ausserdem schweizweit möglich sein. Insbesondere müssen diese in Bezug auf die Förderbeitragsbedingungen, auf die Annahmen zur Wirtschaftlichkeit sowie zu den Energie- und CO₂-Wirkungen standardisiert werden können.

Auswahl der Massnahmen

Die Entwicklung der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich und der nationalen Energie- und CO₂-Gesetzgebung hat sich in den letzten Jahren beschleunigt. Gleichzeitig ist auch im Baumarkt und insbesondere im Neubaumarkt Bewegung entstanden. In diesem Umfeld muss die finanzielle Förderung stark fokussiert werden, um weiterhin einen wirksamen Beitrag an die energie- und klimapolitischen Ziele zu leisten. Mit dem neuen HFM 2015 machen die Kantone und der Bund einen ersten Schritt von einer möglichst breiten finanziellen Förderung in Richtung einer konzentrierten Förderung, die sich möglichst effizient in den verdichteten Instrumentenmix einbettet. Damit wird der gemäss Energiestrategie ab 2020 vorgesehene Übergang vom heutigen Fördersystem in ein Lenkungssystem vorbereitet.

Vor diesem Hintergrund wurde ausgehend vom HFM 2009 sowie einer Auslegeordnung möglicher Ergänzungen und Anpassungen der Massnahmenkatalog gemäss Tabelle 1 zusammengestellt. Hintergründe und Erläuterungen zu diesem Prozess sind in einem Grundsatzpapier zusammengefasst (BFE/EnFK 2014), das die AG Erfolgskontrolle unter fachlicher Begleitung von INFRAS erarbeitet hat und durch die Vorstände der EnFK (19. September 2014), der EnDK (30. Oktober 2014) sowie der BFE-Geschäftsleitung (28. Oktober 2014) gutgeheissen wurde. Die wichtigsten Veränderungen gegenüber dem HFM 2009 sind die folgenden:

- Im Bereich der bestehenden Bauten umfasst das HFM 2015 neben den Gebäudesanierungen mit Einzelmassnahmen und den umfassenden Sanierungen ohne Etappierung neu auch Massnahmen zur Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen.
- Bei den Einzelmassnahmen an der Gebäudehülle umfasst das HFM 2015 ausschliesslich die Wärmedämmung von Fassaden, Dächern sowie Wände und Böden gegen Erdreich. Der reine Fensterersatz sowie die Wärmedämmung von Estrichboden und Kellerdecke sind nicht mehr Teil des HFM.
- Bei den Einzelmassnahmen an der Wärmeerzeugung bestehender Bauten umfasst das HFM 2015 ausschliesslich den Hauptheizungsersatz von fossilen oder direkt-elektrischen Heizungen durch Holzfeuerungen, Wärmepumpen oder Wärmenetzanschlüsse. Alle anderen Ersatzvarianten sind nicht mehr Teil des HFM (z.B. Holzfeuerung durch Holzfeuerung).
- Bei den Neubauten fokussiert das HFM 2015 ausschliesslich auf hocheffiziente Neubauten, die sich stark von üblichen Neubauten abheben (Minergie-P(-A), Minergie-P(-A)-Eco, GEAK A). Ausserdem ist die Einzelanlagen-Förderung von Hauptheizungen, Solarkollektoren und Wohnungslüftungen in Neubauten nicht mehr Teil des HFM.
- Die Förderung von Wärmenetzprojekten, bei denen die Beiträge an Netzbetreiber ausbezahlt werden (und nicht an die Gebäudebauherrschaft wie beim Hauptheizungsersatz), wurde vereinfacht. Neu umfasst das HFM 2015 eine einzige Massnahme, die Förderbeiträge pro

MWh zusätzlich verteilter Wärmemenge aus erneuerbaren Energien oder Abwärme vorsieht.

- Photovoltaikanlagen, Hauptgegenstand der Kostendeckenden Einspeisevergütung KEV resp. der Einmalvergütung EIV für PV-Anlagen, sind nicht mehr Teil des HFM.

Tabelle 2: Finanzielle Förderung im Gebäudebereich ab 2017 – Einordnung des HFM 2015									
Massnahmen des HFM 2015		Massnahmen ausserhalb des HFM							
Kernmassnahmen	<p>Basisförderprogramm</p> <p>Drei Programmvarianten, von denen mindestens eine umzusetzen ist (V1 und/oder V2 und/oder V3)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><u>Variante 1</u></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><u>Variante 2</u></th> <th style="text-align: left; padding: 2px;"><u>Variante 3</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Sanierung mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-08)</td> <td style="padding: 2px;">Sanierung in umfangreichen Etappen (M-10 und/oder M-11)</td> <td style="padding: 2px;">Gesamt-sanierung ohne Etappierung (M-12 und/oder M-13)</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Variante 1</u>	<u>Variante 2</u>	<u>Variante 3</u>	Sanierung mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-08)	Sanierung in umfangreichen Etappen (M-10 und/oder M-11)	Gesamt-sanierung ohne Etappierung (M-12 und/oder M-13)	Finanzielle Förderung mit Mitteln aus dem nationalen Netzzuschlag auf den Strompreis:	Finanzielle Förderung mit Mitteln aus der CO ₂ -Abgabe nicht möglich (ggf. weitere Förderung durch Kantone):
<u>Variante 1</u>	<u>Variante 2</u>	<u>Variante 3</u>							
Sanierung mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-08)	Sanierung in umfangreichen Etappen (M-10 und/oder M-11)	Gesamt-sanierung ohne Etappierung (M-12 und/oder M-13)							
Ergänzende Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergänzende Massnahmen zum Basisförderprogramm im Bereich Gebäudesanierungen (M-09, M-14, M-15) ▪ Hocheffiziente Neubauten (M-16, M-17) ▪ Wärmenetzprojekte (M-18) Kombination von kantonalen Investitionsbeiträgen mit der Generierung von Bescheinigungen für Kompensationsprojekte möglich, Doppelzahlungen müssen aber ausgeschlossen werden, d.h. eine CO₂-Gesetz-konforme Wirkungsaufteilung ist durchzuführen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stromeffiziente Anwendungen in Gebäuden, z.B. effiziente Beleuchtungsanlagen (Hauptgegenstand der Wettbewerblichen Ausschreibungen) ▪ Stromerzeugungsanlagen, insbesondere gebäudegebundene Photovoltaikanlagen (Hauptgegenstand der Kostendeckenden Einspeisevergütung KEV resp. Einmalvergütung EIV für PV-Anlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fensterersatz als Einzelmassnahme ▪ Wärmedämmung Estrichboden resp. Kellerdecke als Einzelmassnahme ▪ Ersatz bestehender, nicht fossiler sowie nicht direktelektrischer Hauptheizungen ▪ Einzelne haustechnische Anlagen in Neubauten ▪ Neubaustandards, die sich nicht stark von den gesetzlichen Anforderungen gemäss MuKEn 2014 abheben 						

1.4. Empfehlungen des HFM

Damit sich auf Basis des HFM konzipierte Förderprogramme möglichst gut in den energie- und klimapolitischen Instrumentenmix von Bund und Kantonen einbetten und die Fördermittel wirksam eingesetzt werden, macht das HFM die nachfolgenden Empfehlungen.

Grundstruktur eines Förderprogramms

Im Bereich der Gebäudesanierungen ist die finanzielle Förderung ein Schlüsselinstrument der Energie- und Klimapolitik von Bund und Kantonen. Diese Rolle wird der Förderung auch für die ab 2017 kommenden Jahre unterstellt. Im Rahmen des HFM-Erarbeitungsprozesses hat die AG Erfolgskontrolle der EnFK daher einen Vorschlag für ein Basisförderprogramm zur Wärmedämmung bestehender Gebäude und zum Ersatz von Öl-, Gas- und Elektroheizungen erarbei-

tet. So wird definiert, dass ein Förderprogramm mindestens eine der folgenden drei Programmvarianten umfassen soll, damit eine effiziente und wirksame Förderung von Gebäudesanierungen möglich ist:

- Programmvariante 1, Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen: Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich (Kap. 2.1) und Installation einer Holzfeuerung (Kap. 2.2), einer Wärmepumpe (Kap. 2.3), einer Solarkollektoranlage (Kap. 2.5) oder Anschluss an ein Wärmenetz (Kap. 2.4). Einzelne Heizungsersatzmassnahmen können – z.B. aus lufthygienischen Überlegungen – ausgeschlossen werden.
- Programmvariante 2, Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen: Verbesserung der GEAK-Effizienzklasse (Kap. 3.1) und/oder eine Reduktion von Heizwärme- und Energiebedarf (Kap. 3.2) im Rahmen einer umfangreichen Teilsanierung des Gebäudes über Massnahmen an der Gebäudehülle sowie an der Haustechnik.
- Programmvariante 3, umfassende Gebäudesanierung ohne Etappierung: Minergie-zertifizierte Gesamtsanierung (Kap. 4.1) und/oder umfassende Gesamtsanierung mit GEAK (Kap. 4.2), in deren Rahmen das Gebäude ohne Etappierung auf einen energetisch sehr guten Standard gehoben wird.

Im Rahmen eines Förderprogramms können mehrere der drei beschriebenen Varianten angeboten werden. Auch eine Ergänzung mit anderen Massnahmen gemäss HFM 2015 ist möglich (z.B. durch Massnahmen im Bereich Neubau oder durch Förderbeiträge an Wärmenetzprojekte). Dabei müssen sich die Antragssteller resp. Bauherrschaften bei einem Antrag auf Fördergelder aber für eine Programmvariante entscheiden. Beispielsweise darf es nicht möglich sein, im gleichen Bauprojekt sowohl Einzelbauteilbeiträge wie auch Beiträge für eine Verbesserung der GEAK-Effizienzklasse zu beantragen. Nach Projektabschluss kann die Bauherrschaft in diesem Beispiel für später folgende Massnahmen wiederum frei wählen, ob sie Fördergelder für Einzelbauteilmassnahmen oder für eine Sanierung in umfangreichen Etappen beantragen möchte.

Abbildung 2: Empfehlungen zur Grundstruktur von Förderprogrammen im Gebäudebereich**Empfehlungen zur Grundstruktur des Förderprogramms sowie Optionen zu dessen Ergänzung**

Basisförderprogramm Mindestens eine Variante muss angeboten werden.	Programmvariante 1, Gebäude-sanierung mit Einzelmassnahmen Wärmedämmung (M-01) Holzfeuerung (M-02, M-03, M-04) Wärmepumpe (M-05, M-06) Wärmenetzanschluss (M-07) Solarkollektor (M-08)	Programmvariante 2, Sanierung in umfangreichen Etappen Verbesserung GEAK-Effizienz-klasse (M-10) und/oder Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf (M-11)	Programmvariante 3, umfassende Sanierung ohne Etappierung Umfassende Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat (M-12) und/oder umfassende Gesamtsanierung mit GEAK (M-13)
Optionale ergänzende Massnahmen je Programmvariante	Wohnungslüftung (M-09)	Bonus umfassende Gebäudesanierung (M-14 und/oder M-15)	Neubauten (M-16 und/oder M-17)
	Bonus umfassende Gebäudesanierung (M-14 und/oder M-15)	Neubauten (M-16 und/oder M-17)	Wärmenetzprojekte (M-18)
	Neubauten (M-16 und/oder M-17)	Wärmenetzprojekte (M-18)	
	Wärmenetzprojekte (M-18)		

Vier illustrative Beispiele einer möglichen Programmumsetzung (orange hinterlegt = Massnahme umgesetzt)

Minimalprogramm: Eine Programmvariante des Basisförderprogramms wird ohne Ergänzungen umgesetzt.

Basisförderprogramm	Sanierung mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-08)	Sanierung in umfangreichen Etappen (M-10 und/oder M-11)	Umfassende Sanierung ohne Etappierung (M-12 und/oder M-13)
Ergänzung	Lüftung (M-09)	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)
	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)
	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)	
	Netzprojekte (M-18)		

Schwerpunkt Gebäudesanierungen, Fokus Gesamtsanierungen und Sanierungen in umfangreichen Etappen.

Basisförderprogramm	Sanierung mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-08)	Sanierung in umfangreichen Etappen (M-10 und/oder M-11)	Umfassende Sanierung ohne Etappierung (M-12 und/oder M-13)
Ergänzung	Lüftung (M-09)	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)
	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)
	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)	
	Netzprojekte (M-18)		

Umsetzung aller Massnahmen des HFM 2015, die bereits Teil des HFM 2009 waren.

Basisförderprogramm	Sanierung mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-08)	Sanierung in umfangreichen Etappen (M-10 und/oder M-11)	Umfassende Sanierung ohne Etappierung (M-12 und/oder M-13)
Ergänzung	Lüftung (M-09)	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)
	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)
	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)	
	Netzprojekte (M-18)		

Das volle Programm gemäss HFM 2015.

Basisförderprogramm	Sanierung mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-08)	Sanierung in umfangreichen Etappen (M-10 und/oder M-11)	Umfassende Sanierung ohne Etappierung (M-12 und/oder M-13)
Ergänzung	Lüftung (M-09)	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)
	Bonus umf. Sanierung (M-14, M-15)	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)
	Neubau (M-16, M-17)	Netzprojekte (M-18)	
	Netzprojekte (M-18)		

Prioritäre Förderbeitragsbedingungen zur Sicherstellung der Förderwirksamkeit

Für eine möglichst wirksame Förderung der HFM-Massnahmen sollen je Massnahme folgende beiden Bedingungen erfüllt sein:

- Für die einzelnen Massnahmen sind mindestens die im HFM 2015 dokumentierten technischen Förderbeitragsbedingungen vorzusehen (vgl. Kap. 2 bis 6), die Antragsteller für den Erhalt von Fördergeldern erfüllen müssen (z.B. Anforderungen betreffend U-Werte, Qualitätssiegel etc.).

- Förderbeitragsuntergrenze: Wie in der Vorgängerversion des HFM wurden für alle Massnahmen Minimalfördersätze definiert. Diese wurden im HFM 2015 erhöht, dass der Förderbeitrag jeweils mindestens 20% der Mehrinvestitionen einer Massnahme ausmachen soll, damit eine genügend hohe Nachfragestimulierung sichergestellt werden kann. Ansonsten hätten die Förderbeiträge lediglich symbolischen Charakter – Fördergeldempfänger wären vorwiegend gut informierte Investoren, welche die entsprechenden Massnahmen in den meisten Fällen auch ohne die Förderung umgesetzt hätten (detaillierte Erläuterungen: Anhang A4).

Weitere Förderbeitragsbedingungen

- Definition einer Förderbeitragsobergrenze: Es werden maximal 50% der Gesamtinvestitionen eines Projekts ausbezahlt.
- Kleinstprojekte mit einem resultierenden Förderbeitrag unter 1000 Fr. werden nicht gefördert.
- Vermieter verpflichten sich zur Weitergabe der durch Förderbeiträge erzielten Reduktion der Liegenschaftskosten infolge Ermässigung der Investitionskosten an die Mieterschaft.

Gesuchsabwicklung

- Gesuche werden erst behandelt, wenn die vollständigen Gesuchsunterlagen vorliegen.
- Fördergesuche müssen vor Baubeginn eingereicht werden. Vorhaben, die bereits im Bau oder schon fertig gestellt sind, werden nicht unterstützt.
- Der Kanton behält sich das Recht vor, zusätzliche Unterlagen einzufordern oder eine Vor-Ort-Kontrolle durchzuführen. Sollte der Förderbeitrag aufgrund falscher Angaben gewährt worden sein, kann der Kanton den Beitrag zurückfordern (inkl. Verrechnung eines angemessenen Zinses).

Datenerhebung und Berichterstattung

Damit eine den Fördervolumen angemessene und empirisch genügend abgestützte Wirkungsanalyse durchgeführt werden kann, empfiehlt das HFM, mindestens die in Anhang A1 aufgeführten Daten zu erheben.

Darüber hinaus wird empfohlen, weitere wichtige Daten als Basis für die zukünftige Optimierung der finanziellen Förderung flächendeckend zu erheben und in entsprechenden Datenbanken strukturiert abzulegen. Der Aufwand im Rahmen der Gesuchsabwicklung ist dafür wesentlich geringer als in nachträglich durchgeführten, umfangreichen Befragungen von Fördergeldempfängern oder Auswertungen von archivierten Dokumenten in Papierform. Welche Daten sinnvollerweise erhoben werden sollen und in welchem Umfang dies für die Antragsstel-

ler zumutbar ist, hängt von den zugrunde gelegten Rahmenbedingungen sowie Zielsetzungen und den daraus abgeleiteten Forschungsfragen ab.

1.5. Eckpfeiler einer wirksamen finanziellen Förderung

Der HFM-Massnahmenkatalog deckt wichtige Handlungsbereiche ab, in denen mit der finanziellen Förderung bei heutigen Rahmenbedingungen im vielfältigen energie- und klimapolitischen Instrumentenmix entscheidende Impulse gesetzt werden können. Der Katalog ist allerdings kein optimiertes Förderportfolio, das auf eine spezifische Strategie resp. auf spezifische energie- und klimapolitische Ziele ausgerichtet ist. Die Erfahrungen seit der Einführung des HFM zeigen, dass insbesondere die Kantone mit der finanziellen Förderung vielfältige Ziele verfolgen und daher bei der Massnahmenauswahl folgerichtig ganz unterschiedliche Prioritäten setzen. In diesem Zusammenhang macht auch das HFM 2015 keine einheitlichen Empfehlungen, wo die Kantone ihre Schwerpunkte ansetzen sollen. Erfahrungsgemäss werden bei der Konzipierung von kantonalen Förderprogrammen auch in Zukunft nicht ausschliesslich die im HFM enthaltenen Massnahmen eine Rolle spielen.

Bei der Konzipierung eines Förderprogramms gilt es in erster Priorität folgende Aspekte zu berücksichtigen, damit die Fördermittel möglichst effizient eingesetzt werden:

- Massnahmenauswahl: Ein geeignetes Förderportfolio ist so konzipiert, dass es optimal auf die zugrunde gelegten Ziele und Strategien abgestimmt ist.
- Es werden hohe Qualitätsanforderungen gestellt, die für den Erhalt von Fördergeldern erfüllt werden müssen.
- Minimalförderbeitrag: Der ausbezahlte Förderbeitrag muss für die Antragssteller finanziell relevant sein, symbolische Beiträge an vorbildliche Projekte erzielen keine zusätzlichen Energie- und CO₂-Wirkungen.
- Das Förderprogramm muss breit beworben und über einen relativ langen sowie möglichst klar kommunizierten Zeitraum angesetzt werden (z.B. auf mindestens fünf Jahre). So können Fördergeldempfänger sicher planen und es profitieren nicht nur gut informierte Bauherrschaften, welche die Massnahmen sowieso umgesetzt hätten. Eine möglichst starke Harmonisierung der finanziellen Förderung in der Schweiz wäre in diesem Zusammenhang günstig.
- Ein wirksames Förderprogramm muss umfangreich flankiert werden. Die Bedeutung begleitender, indirekter Massnahmen im Bereich der Informationsarbeit, der Beratung und der Aus- und Weiterbildung wird diesbezüglich häufig unterschätzt.
- Unter der Voraussetzung, dass ein Förderprogramm breit bekannt ist, müssen die Förderbeiträge so hoch angesetzt werden, dass die Nachfrage genügend stark stimuliert wird. Der Anteil derjenigen Bauherrschaften, die eine geförderte Massnahme auch ohne die finanzielle

Förderung umsetzen würden, wird nämlich umso kleiner, je häufiger diese Massnahme ergriffen wird. Gleichzeitig wird das Förderprogramm bezogen auf den Mitteleinsatz wirksamer, wenn die Beitragssätze ohne relevanten Nachfragerückgang reduziert werden können. In diesem Spannungsfeld finden sich optimale Fördersätze in der Regel erst während der Programmumsetzung, indem Fördersätze angesetzt und im Programmverlauf gesenkt oder erhöht werden. Geeignete Fördersätze können dabei unterschiedlich sein – beispielsweise je nachdem, wie in der Vergangenheit gefördert wurde, wie das lokale Gewerbe strukturiert ist oder ob es eine regional typische Bauweise gibt. Die verfügbaren Fördermittel bilden dabei eine wichtige Rahmenbedingung. Beispielsweise können es sich einige Kantone eher leisten, über höhere Fördersätze stärkere Anreize zu setzen und damit spezifische kantonale Ziele schneller anzusteuern. Für andere Kantone hingegen könnten solch hohe Fördersätze dazu führen, dass die verfügbaren Mittel durch einige wenige Einzelprojekte ausgeschöpft und letztlich keine Breitenwirkung erzielt würde.

2. Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen

2.1. Wärmedämmung

M-01: Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind Gebäude mit Baubewilligungsjahr vor 2000 ▪ Förderberechtigt sind nur bereits im Ausgangszustand beheizte Gebäudeteile. Neue Auf- und Anbauten sowie Aufstockungen sind nicht förderberechtigt. ▪ Grenze für den U-Wert geförderter Bauteile: $U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Ausnahme bei Wand, Boden mehr als 2 m im Erdreich: $U \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$) ▪ U-Wert-Verbesserung geförderter Bauteile muss mindestens $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$ betragen ▪ Für „geschützte“ Bauten oder Bauteile können gegen Nachweis, dass die geforderten U-Werte nicht realisierbar sind, Erleichterungen gewährt werden. „Geschützt“ heisst: a) Bestandteil der Inventare des Bundes, der Kantone oder der Gemeinden und in diesen als „von nationaler“ oder „von regionaler“ Bedeutung eingetragen („denkmalgeschützt“); b) Von einer Behörde als geschützt definiert (Baubehörde, Orts- und Stadtbildkommissionen, etc.). ▪ GEAK Plus (falls nicht möglich: Grobanalyse mit Vorgehensempfehlung gemäss Pflichtenheft BFE) ab 10'000 Fr. Förderbeitrag pro Antrag 	
Bezugsgrösse	Wärmedämmte Bauteilfläche in m^2	
Beitragsatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015: 40 Fr./m^2 wärmedämmtes Bauteil</p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) 	
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine Erhöhung des Beitragsatzes gegenüber dem Basisfördersatz sollte – falls ein Kanton neben Einzelmassnahmen auch Systemsanierungsmassnahmen fördert – koordiniert mit den Beitragssätzen gemäss Kap. 3 (Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen) und Kap. 4 (Umfassende Gebäudesanierung ohne Etappierung) erfolgen. Ansonsten werden Gebäudesanierungen mit Einzelmassnahmen gegenüber Systemsanierungen bevorteilt (über höhere Förderbeiträge pro Bauprojekt). ▪ Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersatzes). 	

2.2. Installation Holzfeuerung

M-02: Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geförderte Anlage muss als Hauptheizung eingesetzt werden ▪ Anlage ersetzt eine Heizöl-, Erdgas- oder Elektroheizung ▪ Anlage mit Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz oder gleichwertig ▪ Leistungsgarantie (zur Offerte) von Energie Schweiz 	
Bezugsgrösse	Anzahl Anlagen	
Beitragssatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3000 Fr./Anlage ▪ Zusatzbeitrag Erstinstallation Wärmeverteilsystem: 2000 Fr. <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) 	
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Kosten für Stückholzfeuerungen und nicht automatische Pelletfeuerungen mit Tagesbehälter sind nicht sehr stark leistungsabhängig, weshalb vereinfachend der gesamte Leistungsbereich über einen einzigen pauschalen Förderbeitrag abgedeckt wird. ▪ Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze). 	

M-03: Automatische Holzfeuerung bis 70 kW_{FL} Feuerungswärmeleistung		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlage muss als Hauptheizung eingesetzt werden ▪ Anlage ersetzt eine Heizöl-, Erdgas- oder Elektroheizung ▪ Anlage mit Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz oder gleichwertig ▪ Leistungsgarantie (zur Offerte) von Energie Schweiz 	
Bezugsgrösse	Kessel-Nennleistung in kW _{th} (thermische Nennleistung am Ausgang des Wärmeerzeugers)	
Beitragssatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3000 Fr. + 50 Fr./kW_{th} ▪ Zusatzbeitrag Erstinstallation Wärmeverteilsystem: 1600 Fr. + 40 Fr./kW_{th} <p>Nebenbedingung: Der Förderbeitrag wird mit maximal 50 W_{th} installierter Kessel-Nennleistung pro m² EBF bemessen.</p> <p>Beispiel: Wird für ein Gebäude mit 400 m² EBF eine Feuerung mit 25 kW_{th} Kessel-Nennleistung vorgesehen, so wird die Leistung zur Bemessung des Förderbeitrags auf 400 m² * 50 W_{th}/m² = 20 kW_{th} limitiert, was dem Heizleistungsbedarf bei einer durchschnittlich isolierten Gebäudehülle entspricht.</p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Bonusbeitrag für die gleichzeitige Anbindung der Warmwassererzeugung an das Heizsystem (falls nicht gesetzlich vorgeschrieben) 	
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Grenze des Leistungsbereichs leitet sich aus der LRV ab, wo für Anlagen über 70 kW_{FL} Feuerungswärmeleistung erhöhte Anforderungen gelten. ▪ Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze). 	

M-04: Automatische Holzfeuerung über 70 kW_{FL} Feuerungswärmeleistung		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlage ohne Wärmenetz (Leistungsbereich nicht beschränkt) oder Anlage mit Wärmenetz mit einer Feuerungswärmeleistung bis 300 kW_{FL} (Anlagen mit Wärmenetz über 300 kW_{FL} sind mit Massnahme M-18 zu fördern) ▪ Anlage ersetzt eine Heizöl-, Erdgas- oder Elektroheizung ▪ Vollständige, termingerechte Anwendung von QM Holzheizwerke ist nachzuweisen Für welche Anlagengrösse ein QM mini, QM vereinfacht oder QM Standard umzusetzen ist, ist definiert unter www.qmholzheizwerke.ch → QM Holzheizwerke → Zuordnung der Projekte ▪ Anlagen mit Kostendeckender Einspeisevergütung KEV: Förderberechtigt ist ausschliesslich die Wärmeproduktion aus Anlagen mit Stromproduktion, die über die energetischen Mindestanforderungen der KEV hinausgeht (projektspezifisch nachzuweisen). 	
Bezugsgrösse	Kessel-Nennleistung in kW _{th} (thermische Nennleistung am Ausgang des Wärmeerzeugers)	
Beitragsatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 500 kW_{th}: 180 Fr./kW_{th} ▪ Ab 500 kW_{th}: 40'000 Fr. + 100 Fr./kW_{th} ▪ Zusatzbeitrag Erstinstallation Wärmeverteilsystem: 1600 Fr. + 40 Fr./kW_{th} <p>Nebenbedingung: Der Förderbeitrag wird mit maximal 50 W_{th} installierter Kessel-Nennleistung pro m² EBF bemessen. Beispiel: Wird für ein Gebäude mit 2000 m² EBF eine Feuerung mit 120 kW_{th} Kessel-Nennleistung vorgesehen, so wird die Leistung zur Bemessung des Förderbeitrags auf 2000 m² * 50 W_{th}/m² = 100 kW_{th} limitiert, was dem Heizleistungsbedarf bei einer durchschnittlich isolierten Gebäudehülle entspricht.</p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag für Anlagen mit Rauchgaswäscher mit wirksamer Wärmerückgewinnung, Elektro- oder Gewebefilter ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Bonusbeitrag für die gleichzeitige Anbindung der Warmwassererzeugung an das Heizsystem (falls nicht gesetzlich vorgeschrieben) ▪ Bonusbeitrag für die gleichzeitige Erstellung eines Wärmenetzes 	
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Grenze des Leistungsbereichs leitet sich aus der LRV ab, wo für Anlagen über 70 kW_{FL} Feuerungswärmeleistung erhöhte Anforderungen gelten. ▪ Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersatzes). 	

2.3. Installation Wärmepumpe

M-05: Luft/Wasser-Wärmepumpe		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind ausschliesslich Elektromotor-Wärmepumpen ▪ Anlage muss als Hauptheizung eingesetzt werden ▪ Anlage ersetzt eine Heizöl-, Erdgas- oder Elektroheizung ▪ Wärmepumpen-System Modul (WPSM), soweit für installierte thermische Nennleistung anwendbar (Stand 2015: bis 15 kW_{th}) ▪ In der Schweiz gültiges internationales oder nationales Wärmepumpen-Gütesiegel (falls kein WPSM) ▪ Leistungsgarantie (zur Offerte) von Energie Schweiz (falls kein WPSM) ▪ Ab 100 kW_{th}: Fachgerechte Strom- und Wärmemessung vorausgesetzt 	
Bezugsgrösse	Thermische Nennleistung kW _{th}	
Beitragssatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1600 Fr. + 60 Fr./kW_{th} ▪ Zusatzbeitrag Erstinstallation Wärmeverteilsystem: 1600 Fr. + 40 Fr./kW_{th} <p>Nebenbedingung: Der Förderbeitrag wird mit maximal 50 W_{th} installierte thermische Nennleistung pro m² EBF bemessen. <small>Beispiel: Wird für ein Gebäude mit 200 m² EBF eine Wärmepumpe mit 15 kW_{th} thermische Nennleistung vorgesehen, so wird die Leistung zur Bemessung des Förderbeitrags auf 200 m² * 50 W_{th}/m² = 10 kW_{th} limitiert, was dem Heizleistungsbedarf bei einer durchschnittlich isolierten Gebäudehülle entspricht.</small></p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Bonusbeitrag für die gleichzeitige Anbindung der Warmwassererzeugung an das Heizsystem (falls nicht gesetzlich vorgeschrieben) 	
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze).	

M-06: Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind ausschliesslich Elektromotor-Wärmepumpen ▪ Anlage ohne Wärmenetz (Leistungsbereich nicht beschränkt) oder Anlage mit Wärmenetz mit einer thermischen Nennleistung bis 200 kW_{th} (Anlagen mit Wärmenetz über 200 kW_{th} sind mit Massnahme M-18 zu fördern) ▪ Anlage muss als Hauptheizung eingesetzt werden ▪ Anlage ersetzt eine Heizöl-, Erdgas- oder Elektroheizung ▪ Anlage nutzt eine höherwertigere Wärmequelle als Aussenluft (Umweltwärme aus dem Untergrund, Grundwasser, Seewasser, Wärme aus Eisspeicher etc.) ▪ Wärmepumpen-System Modul (WPSM), soweit für installierte thermische Nennleistung anwendbar (Stand 2015: bis 15 kW_{th}) ▪ In der Schweiz gültiges internationales oder nationales Wärmepumpen-Gütesiegel (falls kein WPSM) ▪ Für Erdwärmesonden: Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen ▪ Leistungsgarantie (zur Offerte) von Energie Schweiz (falls kein WPSM) ▪ Ab 100 kW_{th}: Fachgerechte Strom- und Wärmemessung vorausgesetzt 	
Bezugsgrösse	Thermische Nennleistung kW _{th}	
Beitragssatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 500 kW_{th}: 2400 Fr. + 180 Fr./kW_{th} ▪ Ab 500 kW_{th}: 42'400 Fr. + 100 Fr./kW_{th} ▪ Zusatzbeitrag Erstinstallation Wärmeverteilsystem: 1600 Fr. + 40 Fr./kW_{th} <p>Nebenbedingung: Der Förderbeitrag wird mit maximal 50 W_{th} installierte thermische Nennleistung pro m² EBF bemessen. <small>Beispiel: Wird für ein Gebäude mit 1000 m² EBF eine Wärmepumpe mit 60 kW_{th} thermische Nennleistung vorgesehen, so wird die Leistung zur Bemessung des Förderbeitrags auf 1000 m² * 50 W_{th}/m² = 50 kW_{th} limitiert, was dem Heizleistungsbedarf bei einer durchschnittlich isolierten Gebäudehülle entspricht.</small></p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Bonusbeitrag für die gleichzeitige Anbindung der Warmwassererzeugung an das Heizsystem (falls nicht gesetzlich vorgeschrieben) ▪ Bonusbeitrag für die gleichzeitige Erstellung eines Wärmenetzes 	
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze).	

2.4. Anschluss an ein Wärmenetz

M-07: Anschluss an ein Wärmenetz		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlage ersetzt eine Heizöl-, Erdgas- oder Elektroheizung ▪ Die bezogene Wärme muss hauptsächlich aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammen (Mindestanteil durch Kanton festzulegen) ▪ Wärmenetzbetreiber stellt dem Kanton die notwendigen Angaben zur Vermeidung von Doppelzählungen zur Verfügung (vgl. unten) 	
Bezugsgrösse	kW Anschlussleistung	
Beitragsatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 500 kW: 4000 Fr. + 20 Fr./kW ▪ Ab 500 kW: 9000 Fr. + 10 Fr./kW ▪ Zusatzbeitrag Erstinstallation Wärmeverteilsystem: 1600 Fr. + 40 Fr./kW <p>Nebenbedingung: Der Förderbeitrag wird mit maximal 50 W Anschlussleistung pro m² EBF bemessen. Beispiel: Wird für ein Gebäude mit 600 m² EBF ein Wärmenetzanschluss mit 35 kW Anschlussleistung vorgesehen, so wird die Leistung zur Bemessung des Förderbeitrags auf $600 \text{ m}^2 \cdot 50 \text{ W/m}^2 = 30 \text{ kW}$ limitiert, was dem Heizleistungsbedarf bei einer durchschnittlich isolierten Gebäudehülle entspricht.</p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Bonusbeitrag für die gleichzeitige Anbindung der Warmwassererzeugung an das Heizsystem (falls nicht gesetzlich vorgeschrieben) 	
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersatz).	
<p>Erläuterungen zu Bezugsgrössen, Vermeidung von Doppelzählungen, Förderbeitragsbemessung und Berichterstattung vgl. Faktenblatt „Förderung von Nah- und Fernwärmeprojekten im Rahmen des HFM 2015“ (BFE)</p> <p>Notwendige Angaben des Wärmenetzbetreibers zur Vermeidung von Doppelzählungen → Bei Fragen und Unklarheiten: Geschäftsstelle Kompensation BAFU/BFE, kop-ch@bafu.admin.ch</p> <p>Der Wärmenetzbetreiber liefert dem Kanton folgende beiden Angaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anteil der gelieferten Wärme im entsprechenden Versorgungsgebiet, der aus erneuerbaren Energien und/oder Abwärme stammt. ▪ Anteil der gelieferten Wärme im entsprechenden Versorgungsgebiet, der durch andere am Projekt direkt oder indirekt beteiligte Akteure beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung erfüllen. Zu berücksichtigende Akteure (Stand 2015, Liste nicht abschliessend): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kanton (wurde das Wärmenetz oder die Wärmeerzeugung zu einem früheren Zeitpunkt schon gefördert?) ▪ KVA (wird die Wärmemenge zur Erfüllung der Zielvereinbarung der VBSA mit dem BAFU angerechnet?) ▪ Projekte zur Emissionsverminderung im Inland bzw. Kompensationsprojekte (wird die Wärmemenge zur Erfüllung der Kompensationspflicht der Treibstoffimporteure resp. zur Beantragung von Bescheinigungen beim BAFU angerechnet?) ▪ Unternehmen: Mit Verminderungsverpflichtung (wird die Wärmemenge zur Erfüllung der Bedingungen für die Rückerstattung der CO₂-Abgabe angerechnet?) resp. im Emissionshandelssystem (führt die Wärmemenge beim EHS-Unternehmen zu einer Erhöhung der Zuteilung von Emissionsrechten?) 		

2.5. Installation Solarkollektor

M-08: Solarkollektoranlage		Basisförderprogramm: ✓
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuanlage oder Anlagenerweiterung (kein reiner Ersatz bestehender Solarkollektoranlage) auf bestehenden Gebäuden (Kollektoranlage nicht im Rahmen eines Neubaus installiert) ▪ Förderberechtigt sind Kollektoren, die auf www.kollektorliste.ch aufgeführt sind (im Wesentlichen mit Label Solar Keymark, mit Prüfung EN 12975-1/-2 oder EN 12975-1 resp. ISO 9806) ▪ Validierte Leistungsgarantie (VLG) von Swissolar/Energie Schweiz ▪ Mindestens 2 kW thermische Kollektor-Nennleistung (bei Anlagenerweiterungen: mindestens 2 kW zusätzliche thermische Kollektor-Nennleistung) ▪ Aktive Anlagenüberwachung gemäss Vorgaben Swissolar bei Anlagen ab 20 kW thermische Kollektor-Nennleistung ▪ Luftkollektoren, Heutrocknungs- und Schwimmbadheizungsanlagen sind nicht förderberechtigt 	
Bezugsgrösse	kW thermische Nennleistung der Kollektoranlage (bei Anlagenerweiterungen: zusätzliche kW thermische Nennleistung ggü. Zustand vor Massnahme)	
Beitragsatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015: 1200 Fr. Grundbeitrag + 500 Fr./kW</p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Minimalfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Bonusbeitrag für Solarkollektoranlagen zur Brauchwarmwasservorwärmung in grossen Gebäuden: Erhöhung des Fördersatzes um 50%, wenn die Nennleistung weniger als 5 W/m² EBF beträgt. ▪ Bonusbeitrag für eine aktive Anlagenüberwachung gemäss Vorgaben Swissolar bei Anlagen unter 20 kW (als leistungsbezogene Beitragserhöhung von z.B. 10%.) ▪ Bonusbeitrag für vorgefertigte Anlagen zur Wassererwärmung mit Solar Keymark für EN 12976-1/-2 (als Pauschalbetrag, z.B. 500 Fr.) ▪ Bonusbeitrag für kundenspezifische Anlagen mit Solar Keymark für EN 12977-1 (als Pauschalbetrag, z.B. 1000 Fr.) 	
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zulässige Solarkollektoren sowie deren thermische Kollektor-Nennleistung sind in der Online-Liste von Swissolar unter www.kollektorliste.ch zu finden. ▪ Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersatzes). 	
<p>Neue Bezugsgrösse: kW thermische Nennleistung der Kollektoranlage</p> <p>In der revidierten Kollektornorm ISO9806:2013 wird als einzige Bezugsfläche nur noch die Bruttofläche des Kollektors aufgeführt (Absorber- resp. Aperturfläche werden nicht mehr angegeben). Die Bruttofläche ist als Bezugsgrösse für die Förderung nicht geeignet, weil sie kein Mass für den Energieertrag eines Kollektors ist. Als neue Bezugsgrösse wird daher die durch Swissolar publizierte „Nennleistung“ (in kW) einer Kollektoranlage herangezogen (Swissolar 2014b). Diese bildet, unabhängig vom Kollektortyp sowie des Flächenbedarfs, die Leistungsfähigkeit einer Kollektoranlage ab. Damit können günstige, leistungsschwächere Kollektoren mit höherem Flächenbedarf und teurere, leistungsstärkere Kollektoren über eine Kenngrösse charakterisiert werden. Als Bezugsgrösse für die Förderung ist so sichergestellt, dass Anlagen mit höherem Energieertrag einen höheren Förderbeitrag erhalten.</p>		

2.6. Installation Wohnungslüftung

M-09: Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung		Basisförderprogramm: ✘
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind Neuanlagen in bestehenden Gebäuden (Anlage nicht im Rahmen eines Neubaus installiert) ▪ Nur Geräte mit Zuluft, Abluft und Wärmerückgewinnung ▪ Sinnvoller Luftwechsel (z.B. 0,3 bis 0,6) ▪ Rückwärmzahl von mindestens 70% ▪ Spezifische Ventilatorleistung $\leq 0.42 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ▪ Einhaltung der Anforderungen gemäss SIA-Merkblatt 2023 	
Bezugsgrösse	Anzahl Wohneinheiten	
Beitragssatz	Minimalfördersatz HFM 2015: Pauschal 2400 Fr. pro Wohneinheit Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) 	
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze).	

3. Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen

3.1. Verbesserung GEAK-Effizienzklasse

M-10: Verbesserung GEAK-Klasse Gebäudehülle und Gesamtenergieeffizienz		Basisförderprogramm: ✓		
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind Gebäude mit Baubewilligungsjahr vor 2000 ▪ Nur für Bauten, für die GEAK erstellt werden kann (Option für andere Bauten: M-11) ▪ Massgeblich ist die Verbesserung der GEAK-Effizienzklasse bei Gebäudehülle <u>und</u> Gesamtenergieeffizienz (Bsp.: Verbesserung Gebäudehülle um 3 Klassen, Verbesserung Gesamtenergieeffizienz um 4 Klassen → Massgebliche Verbesserung: 3 Klassen) ▪ Kombination mit Förderbeiträgen an Einzelbauteile (M-01), Einzelanlagen (M-02 bis M-09) oder Gesamtsanierung (M-12, M-13) im gleichen Bauprojekt nicht möglich ▪ GEAK Plus vor Umsetzung ▪ Auszahlung erfolgt auf Nachweis GEAK nach Umsetzung (bis spätestens drei Jahre nach Förderantrag einzureichen) 			
Bezugsgrösse	Energiebezugsfläche EBF in m ²			
Beitragsatz	Minimalfördersatz HFM 2015: Verbesserung um... Einfamilienhaus Mehrfamilienhaus Nicht-Wohnbau			
In Abhängigkeit der Klassenverbesserung bei Gebäudehülle <u>und</u> Gesamtenergieeffizienz. Bsp.: Verbesserung Gebäudehülle um 3 Klassen, Verbesserung Gesamtenergieeffizienz um 4 Klassen → Massgebliche Verbesserung: 3 Klassen.	2 Klassen	50 Fr./m ² EBF	30 Fr./m ² EBF	20 Fr./m ² EBF
	3 Klassen	75 Fr./m ² EBF	45 Fr./m ² EBF	30 Fr./m ² EBF
	4 Klassen	100 Fr./m ² EBF	60 Fr./m ² EBF	40 Fr./m ² EBF
	5 Klassen	130 Fr./m ² EBF	70 Fr./m ² EBF	50 Fr./m ² EBF
	6 Klassen	155 Fr./m ² EBF	90 Fr./m ² EBF	65 Fr./m ² EBF
	Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um ein Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Zusatzbeitrag bei Erstinstallation Wärmeverteilsystem (zur Orientierung: Im Einfamilienhaus dürften die notwendigen Zusatzinvestitionen dafür etwa 25 Fr./m² EBF betragen, im Mehrfamilienhaus je nach Grösse um 10 Fr./m² EBF) 			
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze).			

3.2. Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf

M-11: Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf				Basisförderprogramm: ✓																								
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind Gebäude mit Baubewilligungsjahr vor 2000 ▪ Massgeblich ist die Reduktion des Heizwärmebedarfs q_h <u>und</u> des Heizenergiebedarfs e_h aus Heizöl, Erdgas, Fernwärme, Strom (e_h aus Heizöl, Erdgas, Fernwärme, Strom, ungewichtet). Bsp.: Verbesserung Heizwärmebedarf um 3 Stufen gemäss untenstehender Stufeneinteilung, Verbesserung Heizenergiebedarf aus Öl, Gas, FW, Strom um 4 Stufen → Massgebliche Verbesserung: 3 Stufen. ▪ Kombination mit Förderbeiträgen an Einzelbauteile (M-01), Einzelanlagen (M-02 bis M-09) oder Gesamtsanierung (M-12, M-13) im gleichen Bauprojekt nicht möglich ▪ Fachgerechte Heizwärme- und Heizenergiebedarfsrechnung gemäss SIA-Normen vor sowie nach Umsetzung ▪ Auszahlung erfolgt auf Nachweis Heizwärme- und Heizenergiebedarfsberechnung nach Umsetzung (bis spätestens drei Jahre nach Förderantrag einzureichen) 																											
Bezugsgrösse	Energiebezugsfläche EBF in m^2																											
Beitragsatz	Minimalfördersatz HFM 2015: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Reduktion um...</th> <th style="text-align: center;">Einfamilienhaus</th> <th style="text-align: center;">Mehrfamilienhaus</th> <th style="text-align: center;">Nicht-Wohnbau</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 Stufen</td> <td style="text-align: center;">50 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">30 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">20 Fr./m^2 EBF</td> </tr> <tr> <td>3 Stufen</td> <td style="text-align: center;">75 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">45 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">30 Fr./m^2 EBF</td> </tr> <tr> <td>4 Stufen</td> <td style="text-align: center;">100 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">60 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">40 Fr./m^2 EBF</td> </tr> <tr> <td>5 Stufen</td> <td style="text-align: center;">130 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">70 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">50 Fr./m^2 EBF</td> </tr> <tr> <td>6 Stufen</td> <td style="text-align: center;">155 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">90 Fr./m^2 EBF</td> <td style="text-align: center;">65 Fr./m^2 EBF</td> </tr> </tbody> </table> <p>In Abhängigkeit der Stufenverbesserung beim Heizwärme- <u>und</u> beim Heizenergiebedarf. Stufeneinteilung vgl. unten. Bsp.: Verbesserung Heizwärmebedarf um 3 Stufen, Verbesserung Heizenergiebedarf aus Öl, Gas, FW, Strom um 4 Stufen → Massgebliche Verbesserung: 3 Stufen.</p> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um ein Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur verstärkten Förderung umfassender Sanierungen (vgl. Kap. 4.3) ▪ Zusatzbeitrag bei Erstinstallation Wärmeverteilsystem (zur Orientierung: Im Einfamilienhaus dürften die notwendigen Zusatzinvestitionen dafür etwa 25 Fr./m^2 EBF betragen, im Mehrfamilienhaus je nach Grösse um 10 Fr./m^2 EBF) 				Reduktion um...	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau	2 Stufen	50 Fr./ m^2 EBF	30 Fr./ m^2 EBF	20 Fr./ m^2 EBF	3 Stufen	75 Fr./ m^2 EBF	45 Fr./ m^2 EBF	30 Fr./ m^2 EBF	4 Stufen	100 Fr./ m^2 EBF	60 Fr./ m^2 EBF	40 Fr./ m^2 EBF	5 Stufen	130 Fr./ m^2 EBF	70 Fr./ m^2 EBF	50 Fr./ m^2 EBF	6 Stufen	155 Fr./ m^2 EBF	90 Fr./ m^2 EBF	65 Fr./ m^2 EBF
Reduktion um...	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau																									
2 Stufen	50 Fr./ m^2 EBF	30 Fr./ m^2 EBF	20 Fr./ m^2 EBF																									
3 Stufen	75 Fr./ m^2 EBF	45 Fr./ m^2 EBF	30 Fr./ m^2 EBF																									
4 Stufen	100 Fr./ m^2 EBF	60 Fr./ m^2 EBF	40 Fr./ m^2 EBF																									
5 Stufen	130 Fr./ m^2 EBF	70 Fr./ m^2 EBF	50 Fr./ m^2 EBF																									
6 Stufen	155 Fr./ m^2 EBF	90 Fr./ m^2 EBF	65 Fr./ m^2 EBF																									
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersatzes).																											
Stufeneinteilung	Energetische Verbesserung bezogen auf den Zustand vor der Sanierung	Δq_h	Δe_h	Hinweis: Im kantonalen Förderprogramm können entweder die hier aufgeführten Beiträge je Stufe oder – alternativ – kontinuierliche Beiträge angeboten werden (pro % Heizwärme- sowie Heizenergiebedarfsreduktion, unter Einhaltung der durch die Minimalfördersatzes definierten Fördersatzuntergrenzen).																								
	2 Stufen	-25%	-30%																									
	3 Stufen	-35%	-45%																									
	4 Stufen	-50%	-60%																									
	5 Stufen	-60%	-75%																									
	6 Stufen	-70%	-90%																									

4. Umfassende Gebäudesanierung ohne Etappierung

4.1. Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat

M-12: Umfassende Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat (ohne Etappierung)		Basisförderprogramm: ✓																	
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind Gebäude mit Baubewilligungsjahr vor 2000 ▪ Zertifikat Minergie, Minergie-P (mit oder ohne Zusatzzertifizierung „Eco“, mit oder ohne Zusatzzertifizierung nach Minergie A) ▪ Kombination mit Förderbeiträgen an Einzelbauteile (M-01), Einzelanlagen (M-02 bis M-09) und Sanierung in Etappen (M-10, M-11) nicht möglich 																		
Bezugsgrösse	Energiebezugsfläche EBF in m ²																		
Beitragssatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Erreichter Standard:</th> <th style="text-align: center;">Einfamilienhaus</th> <th style="text-align: center;">Mehrfamilienhaus</th> <th style="text-align: center;">Nicht-Wohnbau</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Minergie(-A)</td> <td style="text-align: center;">100 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">60 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">40 Fr./m² EBF</td> </tr> <tr> <td>Minergie-P(-A)</td> <td style="text-align: center;">155 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">90 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">65 Fr./m² EBF</td> </tr> <tr> <td>Zusatzbeitrag „Eco“</td> <td style="text-align: center;">5 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">5 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">5 Fr./m² EBF</td> </tr> </tbody> </table> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Zusatzbeitrag bei Erstinstallation Wärmeverteilsystem (zur Orientierung: Im Einfamilienhaus dürften die notwendigen Zusatzinvestitionen dafür etwa 25 Fr./m² EBF betragen, im Mehrfamilienhaus je nach Grösse um 10 Fr./m² EBF) 			Erreichter Standard:	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau	Minergie(-A)	100 Fr./m ² EBF	60 Fr./m ² EBF	40 Fr./m ² EBF	Minergie-P(-A)	155 Fr./m ² EBF	90 Fr./m ² EBF	65 Fr./m ² EBF	Zusatzbeitrag „Eco“	5 Fr./m ² EBF	5 Fr./m ² EBF	5 Fr./m ² EBF
Erreichter Standard:	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau																
Minergie(-A)	100 Fr./m ² EBF	60 Fr./m ² EBF	40 Fr./m ² EBF																
Minergie-P(-A)	155 Fr./m ² EBF	90 Fr./m ² EBF	65 Fr./m ² EBF																
Zusatzbeitrag „Eco“	5 Fr./m ² EBF	5 Fr./m ² EBF	5 Fr./m ² EBF																
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Möchte man bei der Förderung umfassender Gesamtsanierungen ohne Etappierung ausschliessen, dass Gebäude mit guter Ausgangslage (z.B. Blockrandbauten oder bereits teilsanierte Bauten) zu stark bevorteilt werden, kann die Massnahme M-12 z.B. nur für Gebäude angeboten werden, die vor der Sanierung einen vergleichsweise hohen Heizwärmebedarf aufweisen (Festlegung einer Untergrenze für den Heizwärmebedarf oder in Bezug auf die GEAK-Klassierung). Gebäude mit besserer Ausgangslage bezüglich energetischer Qualität können dann z.B. über die Massnahmen M-10 und/oder M-11 gefördert werden, bei denen sich der Förderbeitrag an der effektiv erreichten energetischen Verbesserung bemisst. ▪ Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze). 																		

4.2. Gesamtsanierung mit GEAK

M-13: Umfassende Gesamtsanierung mit GEAK (ohne Etappierung)		Basisförderprogramm: ✓																			
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderberechtigt sind Gebäude mit Baubewilligungsjahr vor 2000 ▪ Nur für Bauten, für die GEAK erstellt werden kann ▪ GEAK Effizienzklasse Gebäudehülle C oder B <u>und</u> GEAK Effizienzklasse Gesamtenergieeffizienz B resp. A ▪ Kombination mit Förderbeiträgen an Einzelbauteile (M-01), Einzelanlagen (M-02 bis M-09) und Sanierung in Etappen (M-10, M-11) nicht möglich ▪ GEAK Plus (vor Umsetzung) 																				
Bezugsgrösse	Energiebezugsfläche EBF in m ²																				
Beitragssatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 35%;">Erreichter Standard:</td> <td style="width: 20%;">Einfamilienhaus</td> <td style="width: 20%;">Mehrfamilienhaus</td> <td style="width: 25%;">Nicht-Wohnbau</td> </tr> <tr> <td>GEAK Gebäudehülle C,</td> <td style="text-align: center;">90 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">50 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">35 Fr./m² EBF</td> </tr> <tr> <td>Gesamtenergieeffizienz B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>GEAK Gebäudehülle B,</td> <td style="text-align: center;">140 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">80 Fr./m² EBF</td> <td style="text-align: center;">60 Fr./m² EBF</td> </tr> <tr> <td>Gesamtenergieeffizienz A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Basisfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Zusatzbeitrag bei Erstinstallation Wärmeverteilsystem (zur Orientierung: Im Einfamilienhaus dürften die notwendigen Zusatzinvestitionen dafür etwa 25 Fr./m² EBF betragen, im Mehrfamilienhaus je nach Grösse um 10 Fr./m² EBF) 	Erreichter Standard:	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau	GEAK Gebäudehülle C,	90 Fr./m ² EBF	50 Fr./m ² EBF	35 Fr./m ² EBF	Gesamtenergieeffizienz B				GEAK Gebäudehülle B,	140 Fr./m ² EBF	80 Fr./m ² EBF	60 Fr./m ² EBF	Gesamtenergieeffizienz A			
Erreichter Standard:	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau																		
GEAK Gebäudehülle C,	90 Fr./m ² EBF	50 Fr./m ² EBF	35 Fr./m ² EBF																		
Gesamtenergieeffizienz B																					
GEAK Gebäudehülle B,	140 Fr./m ² EBF	80 Fr./m ² EBF	60 Fr./m ² EBF																		
Gesamtenergieeffizienz A																					
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Möchte man bei der Förderung umfassender Gesamtsanierungen ohne Etappierung ausschliessen, dass Gebäude mit guter Ausgangslage (z.B. Blockrandbauten oder bereits teilsanierte Bauten) zu stark bevorteilt werden, kann die Massnahme M-13 z.B. nur für Gebäude angeboten werden, die vor der Sanierung einen vergleichsweise hohen Heizwärmebedarf aufweisen (Festlegung einer Untergrenze für den Heizwärmebedarf oder in Bezug auf die GEAK-Klassierung). Gebäude mit besserer Ausgangslage bezüglich energetischer Qualität können dann z.B. über die Massnahmen M-10 und/oder M-11 gefördert werden, bei denen sich der Förderbeitrag an der effektiv erreichten energetischen Verbesserung bemisst. ▪ Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze). 																				

4.3. Bonus für umfassende Sanierung

M-14: Bonus Gebäudehülleneffizienz		Basisförderprogramm: ✘
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nur als Zusatzbeitrag für Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen gemäss M-01 resp. für Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen gemäss M-10 und M-11 ▪ Keine Kombination mit Bonus Gesamtenergieeffizienz (M-15) möglich ▪ Drei Varianten der Bedingung an die energetische Qualität der Gebäudehülle möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ V1: Mindestens 90% aller Hauptflächen (Fassade und Dach, exkl. Wand und Boden gegen Erdreich) des Gebäudes sind gemäss Anforderungen M-01 wärmegeklämt. ▪ V2: Das Gebäude weist nach der Sanierung eine GEAK Effizienzklasse Gebäudehülle von C oder B auf. ▪ V3: Der Heizwärmebedarf des Gebäudes liegt unter dem Grenzwert von 150% des Grenzwerts für den Heizwärmebedarf von Neubauten gemäss MuKE 2014 	
Bezugsgrösse	m ² wärmegeklämte Bauteile (V1) resp. m ² Energiebezugsfläche EBF (V2, V3)	
Beitragssatz	Durch den Kanton festzulegen	
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang. Diesen reinen Bonusmassnahmen wird in Bezug auf das einzelne Projekt keine zusätzliche Förderwirkung unterstellt. Die Förderwirkung des Einzelprojekts ergibt sich anhand der Massnahmen M-01 bis M-09 resp. M-10 oder M-11 – mit dem Bonus wird ausschliesslich die Nachfrage stimuliert, die Wirkung des Bonus zeigt sich in Form einer höheren Anzahl von umfassenden Gebäudesanierungen.	

M-15: Bonus Gesamtenergieeffizienz		Basisförderprogramm: ✘
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nur als Zusatzbeitrag für Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen gemäss M-01 bis M-09 resp. für Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen gemäss M-10 und M-11 ▪ Keine Kombination mit Bonus Gebäudehülleneffizienz (M-14) möglich ▪ Vier Varianten der Förderbeitragsbedingung an die energetische Qualität des Gebäudes möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ V1: Mindestens 90% aller Hauptflächen (Fassade und Dach, exkl. Wand und Boden gegen Erdreich) des Gebäudes sind gemäss Anforderungen M-01 wärmegeklämt und eine Massnahme bei der Wärmeerzeugung gemäss M-02 bis M-08 ist umgesetzt. ▪ V2: Das Gebäude weist nach der Sanierung eine GEAK Effizienzklasse Gebäudehülle von C resp. B und eine GEAK Gesamtenergieeffizienz von B resp. A auf. ▪ V3: Der Heizwärmebedarf des Gebäudes liegt unter dem Grenzwert von 150% des Grenzwerts für den Heizwärmebedarf von Neubauten gemäss MuKE 2014 und es ist kein fossiles oder direkt-elektrisches Hauptheizsystem mehr installiert. ▪ V4: Das Gebäude ist Minergie- oder Minergie-P-zertifiziert. 	
Bezugsgrösse	m ² wärmegeklämte Bauteile (V1) resp. m ² Energiebezugsfläche EBF (V2, V3, V4)	
Beitragssatz	Durch den Kanton festzulegen	
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang. Diesen reinen Bonusmassnahmen wird in Bezug auf das einzelne Projekt keine zusätzliche Förderwirkung unterstellt (die Förderwirkung des Einzelprojekts ergibt sich anhand der Massnahmen M-01 bis M-09 resp. M-10 oder M-11 – mit dem Bonus wird ausschliesslich die Nachfrage stimuliert, die Wirkung des Bonus zeigt sich in Form einer höheren Anzahl von umfassenden Gebäudesanierungen.	

5. Neubauten

5.1. Neubau/Ersatzneubau Minergie-P

M-16: Neubau/Ersatzneubau Minergie-P		Basisförderprogramm: ✘		
Förderbeitragsbedingungen	Standard Minergie-P (mit oder ohne Zusatzzertifizierung Eco, mit oder ohne Zusatzzertifizierung nach Minergie A)			
Bezugsgrösse	Energiebezugsfläche EBF in m ²			
Beitragssatz	Minimalfördersatz HFM 2015:			
		Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau
	Minergie-P(-A)	75 Fr./m ² EBF	40 Fr./m ² EBF	30 Fr./m ² EBF
	Zusatzbeitrag „Eco“	5 Fr./m ² EBF	5 Fr./m ² EBF	5 Fr./m ² EBF
	Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:			
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Minimalfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag zur Förderung von Minergie-P-A-Bauten 			
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze).			

5.2. Neubau/Ersatzneubau GEAK A/A

M-17: Neubau/Ersatzneubau GEAK A/A		Basisförderprogramm: ✘		
Förderbeitragsbedingungen	GEAK Effizienzklasse A bei Gebäudehülle <u>und</u> Gesamtenergieeffizienz			
Bezugsgrösse	Energiebezugsfläche EBF in m ²			
Beitragssatz	Minimalfördersatz HFM 2015:			
		Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau
	GEAK Gebäudehülle A, Gesamtenergieeffizienz A	65 Fr./m ² EBF	35 Fr./m ² EBF	25 Fr./m ² EBF
	Optionen zur Erhöhung des Fördersatzes:			
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz gegenüber Minimalfördersatz, ohne zusätzliche Beitragsbedingungen (z.B. Erhöhung Basisfördersatz um einen Drittel) ▪ Bonusbeitrag für den Einbau einer kontrollierten Wohnungslüftung inkl. Nachweis der Luftdichtigkeit des Gebäudes 			
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhang (A1: Zu erhebende Daten; A2/A3: Wirkung der finanziellen Förderung; A4: Bestimmung der Minimalfördersätze).			

6. Wärmenetzprojekte

M-18: Neubau/Erweiterung Wärmenetz, Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage		Basisförderprogramm: X									
Förderbeitragsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drei Grundvoraussetzungen für die Förderberechtigung: <ol style="list-style-type: none"> 1. Aufgrund des Netzneubaus/der Netzerweiterung (Wärmenetz, Anergienetz) oder des Neubaus/Erweiterung von Wärmeerzeugungsanlagen (Holzheizwerk, Wärmepumpe, Solarkollektoranlage etc.) wird gegenüber dem Zustand vor der Umsetzung zusätzlich Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme verteilt (reine Ersatzanlagen ohne Erweiterung sind nicht förderberechtigt). 2. Die zusätzlich verteilte Wärme wird für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser eingesetzt (Prozesswärme ist nicht förderberechtigt). 3. Die Wärmelieferung erfolgt (auch) an bestehende Bauten (Wärmelieferung an Neubauten ist nicht förderberechtigt). ▪ Vollständige, termingerechte Anwendung von QM Holzheizwerke ist nachzuweisen (www.qmholzheizwerke.ch) ▪ Anlagen mit Kostendeckender Einspeisevergütung KEV: Förderberechtigt ist ausschliesslich die Wärmeproduktion aus Anlagen mit Stromproduktion, die über die energetischen Mindestanforderungen der KEV hinausgeht (projektspezifisch nachzuweisen). ▪ Wärmenetzbetreiber stellt dem Kanton die notwendigen Angaben zur Vermeidung von Doppelzählungen zur Verfügung (vgl. unten). 										
Bezugsgrösse	<p>Die Bezugsgrösse in MWh/Jahr (Planungswert gemäss Anlagenauslegung) ist durch den Wärmenetzbetreiber zu bestimmen und nachvollziehbar zu dokumentieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Neubau/Erweiterung Wärmenetz</u>: Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt. ▪ <u>Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungszentrale</u>: Gegenüber dem Zustand vor Neubau/Erweiterung der Wärmeerzeugungszentrale zusätzlich an bestehende Bauten gelieferte Wärme (netto, exkl. Netzverluste) aus erneuerbaren Energien oder Abwärme. 										
Beitragsatz	<p>Minimalfördersatz HFM 2015:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Doppelförderung (DF) M-07/M-18?</th> <th style="text-align: center;">Neubau/Erweiterung Wärme-/Anergienetz</th> <th style="text-align: center;">Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ohne DF</td> <td style="text-align: center;">150 Fr./ (MWh/Jahr)</td> <td style="text-align: center;">130 Fr./ (MWh/Jahr)</td> </tr> <tr> <td>Mit DF</td> <td style="text-align: center;">40 Fr./ (MWh/Jahr)</td> <td style="text-align: center;">130 Fr./ (MWh/Jahr)</td> </tr> </tbody> </table> <p>„Doppelförderung M-07/M-18“: Ein Kanton zahlt im selben Netzgebiet sowohl Beiträge an die Bauherrschaften der anzuschliessenden Gebäude (M-07) wie auch an den Wärmenetzbetreiber (M-18). Herleitung der Fördersatzes: Vgl. Anhang A4.</p> <p>Option zur Erhöhung des Fördersatzes als reine Nachfragestimulierung: Erhöhung Fördersatz ohne zusätzlichen Bedingungen (z.B. Erhöhung Minimalfördersatz um einen Drittel)</p>	Doppelförderung (DF) M-07/M-18?	Neubau/Erweiterung Wärme-/Anergienetz	Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage	Ohne DF	150 Fr./ (MWh/Jahr)	130 Fr./ (MWh/Jahr)	Mit DF	40 Fr./ (MWh/Jahr)	130 Fr./ (MWh/Jahr)	
Doppelförderung (DF) M-07/M-18?	Neubau/Erweiterung Wärme-/Anergienetz	Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage									
Ohne DF	150 Fr./ (MWh/Jahr)	130 Fr./ (MWh/Jahr)									
Mit DF	40 Fr./ (MWh/Jahr)	130 Fr./ (MWh/Jahr)									
Bemerkungen	Hintergrundinformationen vgl. Anhänge A1 bis A4.										
<p>Erläuterungen zu Bezugsgrössen, Vermeidung von Doppelzählungen, Förderbeitragsbemessung und Berichterstattung vgl. Faktenblatt „Förderung von Nah- und Fernwärmeprojekten im Rahmen des HFM 2015“ (BFE)</p> <p>Notwendige Angaben des Wärmenetzbetreibers zur Vermeidung von Doppelzählungen → Bei Fragen und Unklarheiten: Geschäftsstelle Kompensation BAFU/BFE, kop-ch@bafu.admin.ch Falls am Projekt direkt oder indirekt andere Akteure beteiligt sind, die damit Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung erfüllen, ist durch den Wärmenetzbetreiber nachzuweisen, welcher Anteil der deklarierten Wärmemenge bereits durch andere Akteure beansprucht wird (Stand 2015, Liste nicht abschliessend):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kanton (wurde das Wärmenetz oder die Wärmeerzeugung zu einem früheren Zeitpunkt schon gefördert?) 											

- KVA (wird die Wärmemenge zur Erfüllung der Zielvereinbarung der VBSA mit dem BAFU angerechnet?)
- Projekte zur Emissionsverminderung im Inland bzw. Kompensationsprojekte (wird die Wärmemenge zur Erfüllung der Kompensationspflicht der Treibstoffimporteure resp. zur Beantragung von Bescheinigungen beim BAFU angerechnet?)
- Unternehmen: Mit Verminderungsverpflichtung (wird die Wärmemenge zur Erfüllung der Bedingungen für die Rückerstattung der CO₂-Abgabe angerechnet?) resp. im Emissionshandelssystem (führt die Wärmemenge beim EHS-Unternehmen zu einer Erhöhung der Zuteilung von Emissionsrechten?)

Anhang

A1. Zu erhebende Daten

Anhang A1 definiert pro HFM-Massnahme die Minimalauswahl an Daten, damit eine den Fördervolumen angemessene und empirisch genügend gut abgestützte Wirkungsanalyse zur finanziellen Förderung durchgeführt werden kann. Drei konkrete Beispiele zur Datenerfassung sind im Anschluss an Tabelle 3 aufgeführt.

Gebäudespezifische Wirkungsanalyse notwendig

Die Evaluation der Eidgenössischen Finanzkontrolle zum Wirkungsmodell des Gebäudeprogramms empfiehlt (EFK 2014; Empfehlung 4, Seite 72), nur die vom Programm effektiv verursachten Wirkungen auszuweisen. Dazu ist eine einheitliche Datenerhebung für die bisherigen Programmteile A und B des Gebäudeprogramms anzustreben. Teil B soll die Energieträger ebenfalls erheben. Diese Empfehlung wird im Rahmen des Wirkungsmodells des HFM 2015 umgesetzt, indem u.a. die Datenerhebung ab 2017 so vereinheitlicht wird, dass für die Wirkungsanalyse zukünftig gebäudespezifische Informationen zur Verfügung stehen.

Tabelle 3: Zu erhebende Daten je Datensatz	
Struktur des Datensatzes	
Struktur	<p>Datensatz resp. Förderprojekt wird definiert durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eindeutige Identifikation gefördertes Objekt (Gebäude oder ein Wärmenetz) Identifikation über die Kontaktangaben des Antragsstellers, über die EGID und die Objektadresse wie bisher für die Abwicklung des Globalbeitragsystems; für die Wirkungsanalyse des BFE ist eine anonymisierte Identifikation z.B. über eine eindeutige Nummer je Objekt ausreichend. ▪ Eindeutige Identifikation geförderte HFM-Massnahme (HFM-Massnahmen-Nummer)
Daten, die für jeden Datensatz zu erheben sind	
Formalien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verpflichteter Förderbeitrag (Fr.) ▪ Jahr, in dem der Förderbeitrag verpflichtet wurde ▪ Ausbezahlter Förderbeitrag (Fr.) Falls Auszahlung in einzelnen Tranchen erfolgt, sind die Teilzahlungen einzeln zu erfassen. ▪ Jahr, in dem die (Teil-)Auszahlung erfolgte Falls Auszahlung in einzelnen Tranchen erfolgt, sind die Jahre der Teilzahlungen einzeln zu erfassen. ▪ Gesuchsstatus «verpflichtet / in Auszahlung», «abgeschlossen (Schlusszahlung erfolgt)», «abgesagt / abgebrochen» ▪ Öffentliche Hand als Antragsstellerin? ja, nein <p>Bei Gebäuden zusätzlich immer zu erheben (nicht direkt für die Wirkungsanalyse benötigt, aber wichtige Grunddaten für allgemeine Analysen):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Objektadresse ▪ EGID Einfach nachzuschlagen unter map.geo.admin.ch (1. im Suchfeld „GWR“ eingeben. 2. „Gebäude- und Wohnungsregister-Karte“ per Mausklick hinzufügen. 3. Gesuchte Adresse ins Suchfeld eingeben. 4. Mausklick auf Gebäude-Hausnummer) ▪ Baubewilligungsjahr ▪ Hauptnutzung (Nutzungskategorie SIA) ▪ Falls Gebäude einem Unternehmen gehört: UID (Unternehmens-

	<p>Identifikationsnummer)</p> <p>Bei Wärmenetzprojekten (M-18) zusätzlich zu erheben: Firmenname sowie UID des Wärmenetzbetreibers (bei Privatperson: Name)</p> <p>Bei Förderung eines Kompensationsprojekts zu liefern: Identifikations-Nummer Kompensationsprojekt</p>
Daten je Datensatz, die für die Wirkungsanalyse je nach HFM-Massnahme zu erheben sind	
M-01: Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wärmedämmte Fläche Fassade (m²) ▪ Wärmedämmte Fläche Dach (m²) ▪ Wärmedämmte Fläche Wand und Boden gegen Erdreich (m²) ▪ Hauptheizsystem nach Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung ▪ Gebäude unter Denkmalschutz? (Auswahl) ja, nein
M-02: Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl Anlagen ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Elektroheizung
M-03: Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermische Nennleistung (kW) ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Elektroheizung
M-04: Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermische Nennleistung (kW) ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Elektroheizung
M-05: Luft/Wasser-Wärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermische Nennleistung (kW) ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Elektroheizung
M-06: Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermische Nennleistung (kW) ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Elektroheizung ▪ Doppelförderung Kanton (M-18/M-07/M-06)? (Auswahl) ja, nein (wird dem Kanton durch den Anergienetzbetreiber gemeldet)
M-07: Anschluss an ein Wärmenetz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anschlussleistung (kW) ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Elektroheizung ▪ Doppelförderung Kanton (M-18/M-07/M-06)? (Auswahl) ja, nein (wird dem Kanton durch den Wärmenetzbetreiber gemeldet) ▪ Anteil der gelieferten Wärme im entsprechenden Versorgungsgebiet, der aus erneuerbaren Energien und/oder Abwärme stammt (%). Wert wird durch Netzbetreiber bestimmt und dem Kanton gemeldet ▪ Anteil der gelieferten Wärme im entsprechenden Versorgungsgebiet (%), der durch andere am Projekt direkt oder indirekt beteiligte Akteure beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung erfüllen. Wert wird durch Netzbetreiber bestimmt und dem Kanton gemeldet
M-08: Solarkollektoranlage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermische Nennleistung der Kollektoranlage (kW) ▪ Hauptheizsystem nach Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-09: Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl Wohneinheiten ▪ Hauptheizsystem nach Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-10: Verbesserung GEAK-Effizienzklasse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudetyp (Auswahl) Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau ▪ Energiebezugsfläche vor Massnahme (m² EBF)

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl GEAK-Effizienzklassen, um die das Gebäude sowohl bei Gebäudehülle wie in Bezug auf die Gesamtenergieeffizienz verbessert wurde (Auswahl) 2, 3, 4, 5, 6 ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung ▪ Hauptheizsystem nach Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-11: Reduktion Heizwärme- und Endenergiebedarf	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudetyp (Auswahl) Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau ▪ Energiebezugsfläche vor Massnahme (m² EBF) ▪ Anzahl Stufen (Stufeneinteilung vgl. Kap. 3.2), um die das Gebäude sowohl in Bezug auf den Heizwärmebedarf wie auch den Heizenergiebedarf aus Öl, Gas, Strom resp. Fernwärme verbessert wurde (Auswahl) 2, 3, 4, 5, 6 ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung ▪ Hauptheizsystem nach Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-12: Umfassende Gesamtanierung mit Minergie-Zertifikat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudetyp (Auswahl) Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau ▪ Energiebezugsfläche (m² EBF) ▪ Erreichter Standard (Auswahl) Minergie(-A)(-Eco), Minergie-P(-A)(-Eco) ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung ▪ Hauptheizsystem nach Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-13: Umfassende Gesamtanierung mit GEAK	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudetyp (Auswahl) Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau ▪ Energiebezugsfläche vor Massnahme (m² EBF) ▪ Erreichter Standard (Auswahl) Hülle mind. C und Gesamtenergieeffizienz mind. B, Hülle mind. B und Gesamtenergieeffizienz A ▪ Hauptheizsystem vor Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung ▪ Hauptheizsystem nach Massnahme (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-14: Bonus Gebäudehülleneffizienz	–
M-15: Bonus Gesamtenergieeffizienz	–
M-16: Neubau/Ersatzneubau Minergie-P	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudetyp (Auswahl) Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau ▪ Energiebezugsfläche (m² EBF) ▪ Hauptheizsystem (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-17: Neubau/Ersatzneubau GEAK A/A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudetyp (Auswahl) Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau ▪ Energiebezugsfläche (m² EBF) ▪ Hauptheizsystem (Auswahl) Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung
M-18: Neubau/Erweiterung Wärmenetz, Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Angabe, welche Massnahme umgesetzt wurde (Auswahl) Netzneubau/Netzerweiterung, Neubau Wärmeerzeugungsanlage ▪ Bezugsgrösse in MWh/Jahr (Planungswert gemäss Anlagenauslegung): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Neubau/Erweiterung Wärmenetz: Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungszentrale: Gegenüber dem Zustand vor Neubau/Erweiterung der Wärmeerzeugungszentrale zusätzlich an bestehende Bauten gelieferte Wärme (netto, exkl. Netzverluste) aus erneuerbaren Energien oder Abwärme. <small>Werte werden durch Netzbetreiber bestimmt, dem Kanton gemeldet und nachvollziehbar dokumentiert</small> ▪ Zur Plausibilisierung: Angabe, aus welcher Energiequelle die zusätzlich gelieferte Wärme stammt (Auswahl) <small>Holz, Umweltwärme, Sonstige</small> <p>Erläuterungen zu Bezugsgrössen, Vermeidung von Doppelzählungen, Förderbeitragsbemessung und Berichterstattung vgl. Faktenblatt „Förderung von Nah- und Fernwärmeprojekten im Rahmen des HFM 2015“ (BFE)</p>
--	---

Wichtig: Die folgenden drei Beispiele zeigen analog zur Tabelle 3 ausschliesslich auf, welches Minimalset an Daten zu erheben ist, damit eine den Fördervolumen angemessene und empirisch genügend gut abgestützte Wirkungsanalyse zur finanziellen Förderung durchgeführt werden kann.

Beispiel 1

- Ein Kanton fördert Gebäudesanierungen mit Einzelmassnahmen (Gebäudehülle: M-01; Wärmeerzeugung: M-02 bis M-08).
- Antragssteller ist Hans Muster, der im Jahr 2017 für das Mehrfamilienhaus an der Beispielstrasse 3,5 und 7 (EGID 1111117, 1111118, 1111119) einen Antrag auf Fördergelder für eine Fassadensanierung stellt (Massnahme M-01 des HFM 2015).
- Der Kanton prüft den Antrag und verpflichtet einen Beitrag (z.B. 40'000 Fr.). Er definiert eine eindeutige Nummer (z.B. F-000001), die mit der EGID und der Gebäudeadresse verknüpft ist.
- Datensatz mit der Identifikation F-000001_M-01 wird generiert. Erste Einträge:
 - Verpflichteter Förderbeitrag: 40'000 Fr.
 - Verpflichtungsjahr: 2017
- Die Fassadensanierung wird im gleichen Jahr umgesetzt. Der Kanton macht die Abschlussprüfung und zahlt den bewilligten Förderbeitrag von z.B. 36'000 Fr. in zwei Tranchen in den Jahren 2017 und 2018 aus.
- Weitere Dateneinträge zum Datensatz F-000001_M-01:
 - Ausbezahlter Förderbeitrag Tranche 1: 18'000 Fr., Auszahlungsjahr: 2017
 - Ausbezahlter Förderbeitrag Tranche 2: 18'000 Fr., Auszahlungsjahr: 2018
 - Wärme gedämmte Fassadenfläche umgesetzt: 900 m²
 - Installiertes Hauptheizsystem nach Massnahme: Ölheizung
- Im Jahr 2019 wird für das Mehrfamilienhaus an der Beispielstrasse 3,5 und 7 erneut ein Antrag auf Fördergelder gestellt, dieses Mal für den Ersatz der alten Ölheizung durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe (Massnahme M-05 des HFM 2015). Beim Antrag stellt der Kanton

aufgrund der EGID und der Gebäudeadresse fest, dass 2017/2018 bereits Fördergelder ausbezahlt worden sind (Identifikation: F-000001). Er prüft den Antrag und verpflichtet einen Beitrag (z.B. 5'000 Fr.).

- Datensatz mit der Identifikation F-000001_M-05 wird generiert. Erste Einträge:
 - Verpflichteter Förderbeitrag: 5000 Fr.
 - Verpflichtungsjahr: 2019
- Der Heizungsersatz wird im gleichen Jahr umgesetzt. Der Kanton macht die Abschlussprüfung und zahlt den bewilligten Förderbeitrag von z.B. 5000 Fr. aus.
- Weitere Dateneinträge zum Datensatz F-000001_M-05:
 - Ausbezahlter Förderbeitrag: 5000 Fr., Auszahlungsjahr: 2019
 - Installierte thermische Nennleistung umgesetzt: 50 kW
 - Installiertes Hauptheizsystem vor Massnahme: Ölheizung

Beispiel 2

- Ein Kanton fördert Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen (z.B. M-10). Zusätzlich wird für umfassende Sanierungen ein Bonus angeboten (z.B. M-15).
- Antragssteller ist Hans Muster, der im Jahr 2017 einen Antrag auf Fördergelder für eine umfassende Gesamtsanierung des Mehrfamilienhauses an der Beispielstrasse 3,5 und 7 (EGID 1111117, 1111118, 1111119) stellt (betrifft beide angebotenen Massnahmen M-10 und M-15 des HFM 2015).
- Der Kanton prüft den Antrag und verpflichtet einen Beitrag (z.B. 60'000 Fr.). Er definiert eine eindeutige Nummer (z.B. F-000002), die mit der EGID und der Gebäudeadresse verknüpft ist.
- Datensatz mit der Identifikation F-000002_M-10 wird generiert. Erste Einträge:
 - Verpflichteter Förderbeitrag: 50'000 Fr.
 - Verpflichtungsjahr: 2017
- Datensatz mit der Identifikation F-000002_M-15 wird generiert. Erste Einträge:
 - Verpflichteter Förderbeitrag: 10'000 Fr.
 - Verpflichtungsjahr: 2017
- Die Gesamtsanierung wird 2018 umgesetzt. Der Kanton macht die Abschlussprüfung und zahlt den bewilligten Förderbeitrag von z.B. 60'000 Fr. im selben Jahr aus.
- Weitere Dateneinträge zum Datensatz F-000002_M-10:
 - Ausbezahlter Förderbeitrag: 50'000 Fr., Auszahlungsjahr: 2018
 - Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus
 - Energiebezugsfläche EBF vor Massnahme: 1000 m²
 - Anzahl GEAK-Effizienzklassen, um die das Gebäude sowohl bei Gebäudehülle wie in Bezug auf die Gesamtenergieeffizienz verbessert wurde: 4

- Hauptheizsystem vor Massnahme: Ölheizung
- Hauptheizsystem nach Massnahme: Holzfeuerung
- Weitere Dateneinträge zum Datensatz F-000002_M15:
 - Ausbezahlter Förderbeitrag: 10'000 Fr., Auszahlungsjahr: 2018

Beispiel 3

- Ein Kanton gewährt Förderbeiträge an Wärmenetzbetreiber (Massnahme M-18 des HFM).
- Antragssteller ist die Muster AG, die im Jahr 2017 einen Antrag auf Fördergelder stellt (für die Erweiterung des Wärmenetzes im Beispielgebiet).
- Der Kanton prüft den Antrag und verpflichtet einen Beitrag (z.B. 300'000 Fr.). Er definiert eine eindeutige Nummer (z.B. F-000003), die mit dem Wärmenetzgebiet verknüpft ist.
- Datensatz mit der Identifikation F-000003_M-18 wird generiert. Erste Einträge:
 - Verpflichteter Förderbeitrag: 300'000 Fr.
 - Verpflichtungsjahr: 2017
- Das Projekt wird 2018 bis 2019 umgesetzt. Der Kanton macht die Abschlussprüfung und zahlt den bewilligten Förderbeitrag von z.B. 300'000 Fr. in zwei Tranchen aus.
- Weitere Dateneinträge zum Datensatz F-000003_M-18:
 - Ausbezahlter Förderbeitrag Tranche 1: 150'000 Fr., Auszahlungsjahr: 2018
 - Ausbezahlter Förderbeitrag Tranche 2: 150'000 Fr., Auszahlungsjahr: 2019
 - Angabe, welche Massnahme umgesetzt wurde: Netzneubau/Netzerweiterung.
 - Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt hat: 2000 MWh/a.
 - Angabe, ob im selben Netzgebiet auch Fördergelder für Wärmenetzanschlüsse angeboten werden resp. ob im Netzgebiet M-07 und M-18 gefördert werden: Nein
 - Anteil der zusätzlich gelieferten Wärmemenge aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, auf die ein anderer Akteur Anspruch erhebt: 0%.
 - Angabe, aus welchen Energiequellen die zusätzlich gelieferte Wärme stammt: 100% Holz.

A2. Wirkung der finanziellen Förderung

Der Bund ist gesetzlich dazu verpflichtet, teilzweckgebundene Mittel aus der CO₂-Abgabe für die finanzielle Förderung nach deren Wirksamkeit auszubezahlen. Die dafür massgeblichen Energie- und CO₂-Wirkungen der finanziellen Förderung gemäss HFM 2015 werden ab 2017 mit einem überarbeiteten Wirkungsmodell des BFE geschätzt, das die veränderten energie- und klimapolitischen Rahmenbedingungen sowie die stark gestiegenen Fördervolumen angemessen berücksichtigt. Weil dabei auch projektspezifische Informationen für die Schätzung verwendet werden (z.B. das Hauptheizsystem vor und nach einer Minergie-Sanierung), können die definitiven massgeblichen Energie- und CO₂-Wirkungen nicht mehr in Form eines einzigen Wirkungsfaktors pro Massnahme ausgedrückt werden. Für eine provisorische ex-ante-Schätzung der Wirkungen können die in folgender Tabelle 4 dargestellten Richtwerte verwendet werden. Im Anschluss ist das Wirkungsmodell im Detail dokumentiert.

Inhaltsverzeichnis Dokumentation des Wirkungsmodells

A2.1	Einzelmassnahmen Gebäudehülle (M-01)	42
A2.2	Einzelmassnahmen Hauptheizung (M-02 bis M-07)	48
A2.3	Ergänzende Haustechnikanlagen (M-08, M-09)	59
A2.4	Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen (M-10, M-11)	66
A2.5	Umfassende Gebäudesanierungen ohne Etappierung (M-12, M-13)	81
A2.6	Boni für umfassende Sanierungen (M-14, M-15)	96
A2.7	Neubauten (M-16, M-17)	97
A2.8	Wärmenetzprojekte (M-18)	105

→ Erläuterungen zum Wirkungsmodell: Vgl. Anhang A3

Tabelle 4: Richtwerte für die anrechenbare Wirkung über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen						
Massnahme		Nutzenergie	CO₂	Mehrinvestitionen	Nicht amortisierbare Kosten	
M-01	Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich	1,0 MWh/m ² Bauteil	0,19 t CO ₂ /m ² Bauteil	75 Fr./m ² Bauteil	9.20 Fr./m ² Bauteil	
M-02	Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	200 MWh/ Anlage	57 t CO ₂ / Anlage	9800 Fr./ Anlage	10'500 Fr./ Anlage	
M-03	Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	20 MWh/kW _{th}	5,7 t CO ₂ /kW _{th}	510 Fr./kW _{th}	360 Fr./kW _{th}	
M-04	Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	26 MWh/kW _{th}	7,6 t CO ₂ /kW _{th}	630 Fr./kW _{th}	300 Fr./kW _{th}	
M-05	Luft/Wasser-Wärmepumpe	13 MWh/kW _{th}	5,6 t CO ₂ /kW _{th}	340 Fr./kW _{th}	-610 Fr./kW _{th} ¹⁾	
M-06	Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	14 MWh/kW _{th}	5,6 t CO ₂ /kW _{th}	670 Fr./kW _{th}	-390 Fr./kW _{th} ¹⁾	
M-07	Anschluss an ein Wärmenetz	21 MWh/kW _{th}	6,2 t CO ₂ /kW _{th}	210 Fr./kW _{th}	-320 Fr./kW _{th} ¹⁾	
M-08	Solarkollektoranlage	14 MWh/kW _{th}	3,9 t CO ₂ /kW _{th}	2600 Fr./kW _{th}	1600 Fr./kW _{th}	
M-09	Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung	20 MWh/ Wohneinheit	5,6 t CO ₂ / Wohneinheit	9600 Fr./ Wohneinheit	9200 Fr./ Wohneinheit	
M-10	Verbesserung GEA-Klasse Gebäudehülle und Gesamte-nergieeffizienz Bsp.: Verbesserung Gebäudehülle um 3 Klassen, Gesamte-nergieeffizienz um 4 Klassen → Massgebliche Verbesserung: 3 Klassen.	2 Klassen	0,54 MWh/m ² EBF	0,12 t CO ₂ /m ² EBF	43 Fr./m ² EBF	17 Fr./m ² EBF
		3 Klassen	0,87 MWh/m ² EBF	0,17 t CO ₂ /m ² EBF	63 Fr./m ² EBF	20 Fr./m ² EBF
		4 Klassen	1,2 MWh/m ² EBF	0,23 t CO ₂ /m ² EBF	85 Fr./m ² EBF	23 Fr./m ² EBF
		5 Klassen	1,6 MWh/m ² EBF	0,28 t CO ₂ /m ² EBF	110 Fr./m ² EBF	31 Fr./m ² EBF
		6 Klassen	1,9 MWh/m ² EBF	0,30 t CO ₂ /m ² EBF	130 Fr./m ² EBF	40 Fr./m ² EBF
M-11	Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf Bsp.: Verbesserung Gebäudehülle um 3 Stufen, Gesamte-nergieeffizienz um 4 Klassen → Massgebliche Verbesserung: 3 Klassen.	2 Stufen	0,54 MWh/m ² EBF	0,12 t CO ₂ /m ² EBF	43 Fr./m ² EBF	17 Fr./m ² EBF
		3 Stufen	0,87 MWh/m ² EBF	0,17 t CO ₂ /m ² EBF	63 Fr./m ² EBF	20 Fr./m ² EBF
		4 Stufen	1,2 MWh/m ² EBF	0,23 t CO ₂ /m ² EBF	85 Fr./m ² EBF	23 Fr./m ² EBF
		5 Stufen	1,6 MWh/m ² EBF	0,28 t CO ₂ /m ² EBF	110 Fr./m ² EBF	31 Fr./m ² EBF
		6 Stufen	1,9 MWh/m ² EBF	0,30 t CO ₂ /m ² EBF	130 Fr./m ² EBF	40 Fr./m ² EBF
M-12	Umfassende Gesamt-sanierung mit Minergie-Zertifikat (ohne Etappierung)	Minergie (-A)(-Eco)	1,2 MWh/m ² EBF	0,23 t CO ₂ /m ² EBF	85 Fr./m ² EBF	23 Fr./m ² EBF
		Minergie-P(-A)(-Eco)	1,9 MWh/m ² EBF	0,30 t CO ₂ /m ² EBF	130 Fr./m ² EBF	40 Fr./m ² EBF

M-13	Umfassende Gesamtsanierung mit GEAK (ohne Etappierung)	Geb.H. C / Ges.E-Eff B	1,1 MWh/m ² EBF	0,21 t CO ₂ /m ² EBF	75 Fr./m ² EBF	21 Fr./m ² EBF
		Geb.H. B / Ges.E-Eff A	1,7 MWh/m ² EBF	0,29 t CO ₂ /m ² EBF	120 Fr./m ² EBF	34 Fr./m ² EBF
M-14	Bonus Gebäuhülleneffizienz		– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾
M-15	Bonus Gesamtenergieeffizienz		– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾
M-16	Neubau/Ersatzneubau Minergie-P		0,57 MWh/m ² EBF	0,11 t CO ₂ /m ² EBF	210 Fr./m ² EBF	220 Fr./m ² EBF
M-17	Neubau/Ersatzneubau GEAK A/A		0,45 MWh/m ² EBF	0,11 t CO ₂ /m ² EBF	190 Fr./m ² EBF	200 Fr./m ² EBF
M-18	Netzneubau/Netzweiterung (Netz), Neubau Wärmeerzeugungsanlage (Erz.)	Ohne DF DF: Doppelförderung M-07/M-18	Netz: 13 Erz.: 20 MWh/(MWh/a)	Netz: 3,6 Erz.: 5,6 t CO ₂ /(MWh/a)	Netz: 670 Erz.: 650 Fr./(MWh/a)	Netz: 470 Erz.: 750 Fr./(MWh/a)
		Mit DF DF: Doppelförderung M-07/M-18	Netz: – ³⁾ Erz.: 20 MWh/(MWh/a)	Netz: – ³⁾ Erz.: 5,6 t CO ₂ /(MWh/a)	Netz: 120 Erz.: 650 Fr./(MWh/a)	Netz: 140 Erz.: 750 Fr./(MWh/a)

Richtwerte Förderwirkungen. Berechnung/Aggregation ist in den Abschnitten A2.1 im Detail A2.8 beschrieben.

1) Ein NAM-Wert < 0 zeigt an (NAM: Nicht amortisierbare Kosten), dass die Anwendung bei den getroffenen Annahmen wirtschaftlich ist. Zu beachten ist jedoch, dass die Installation von Wärmepumpen und Wärmenetzanschlüssen bei kleinen Gebäuden im Vergleich zum hypothetischen Referenzfall ohne Förderung unwirtschaftlich ist (NAM > 0). Dies, weil der Heizsystemwechsel pro kW_{th} installierter Nennleistung vergleichsweise hohe Mehrinvestitionen verursacht (die systemgrössenunabhängig anfallenden Grundinvestitionen sind anteilmässig an der Gesamtinvestition hoch), die mit den Energiekosteneinsparungen nicht kompensiert werden können. Erst ab 8 kW_{th} installierter Nennleistung bei Luft-Wasser-Wärmepumpen, ab 18 kW_{th} bei Sole/Wasser-Wasser-Wärmepumpen sowie 30 kW_{th} bei Wärmenetzanschlüssen sind die Massnahmen im Vergleich zum hypothetischen Referenzfall ohne Förderung wirtschaftlich (nicht amortisierbare Kosten NAM < 0). Diese „Grenzsystemgrössen“ hängen selbstredend von den detaillierten Modellannahmen ab, die im Abschnitt A2.2 beschrieben sind. Der Grund, wieso diese Heizsysteme im HFM 2015 trotzdem aufgeführt werden ist der, dass alte fossile Heizungen häufig „flickwerkartig“ in kleineren Erneuerungsschritten am Leben erhalten werden und die anfallenden Mehrinvestitionen für einen Systemwechsel im Vergleich zu diesem Vorgehen viel höher sind. Dies ist mit ein Grund, weshalb die fossilen Anteile bei bestehenden Bauten trotz dynamischen Heizungsmärkten seit Jahrzehnten nur sehr langsam abnehmen. Mit der finanziellen Förderung will die Energie- und Klimapolitik hier eingreifen und einen Beitrag zur Beschleunigung der Substitution von fossilen Heizungen leisten, auch wenn in einer „mittleren“ Investitionsrechnung mit voller Berücksichtigung der Erneuerungskosten von fossilen Heizungen die entsprechenden Investitionen in einzelnen Anwendungsfällen wirtschaftlich sind. In allen diesen Fällen bestehen aber bedeutende Mehrinvestitionen gegenüber dem Referenzfall – ebenfalls ein zentrales Hemmnis, das mit der finanziellen Förderung abgebaut werden soll.

2) Die Boni für umfassende Sanierungen sind reine Zusatzbeiträge für Gebäudesanierungen mit Einzelmassnahmen gemäss M-01 bis M-09 resp. für Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gemäss M-10 oder M-11. Diesen Zusatzbeiträgen wird grundsätzlich keine zusätzliche Wirkung unterstellt (Datenerhebung und Nachweis zu Massnahmen im Rahmen einer umfassenden Gebäudesanierung, die über M-01 bis M-09 resp. M-10 oder M-11 hinausgehen, ist aus Vollzugssicht nicht praktikabel, wie bereits die Erfahrungen in den Jahren 2010 bis 2014 gezeigt haben). Die Wirkung der entsprechenden umfassenden Gebäudesanierungen wird mit den Modellen zu den Massnahmen M-01 bis M-09 resp. M-10 oder M-11 bestimmt, zu denen Daten erhoben werden.

3) Werden Netzneubauten sowie Netzerweiterungen in einem Netzgebiet sowohl Netzbetreiber-seitig (Wärmenetz gemäss M-18) wie auch Gebäudeeigentümer-seitig (dezentraler Wärmenetzanschluss gemäss M-07) gefördert, so wird die Energie- und CO₂-Wirkung zur Vermeidung von Doppelzählungen nur bei M-07 angerechnet.

A2.1. Einzelmassnahmen Gebäudehülle (M-01)

A2.1.1. Zu erhebende Daten (Modellinput)

Für die Bestimmung der Förderwirkungen von Einzelmassnahmen an der Gebäudehülle (M-01) sind für jedes Förderprojekt folgende Daten zu erheben:

- Wärme gedämmte Fläche Fassade (m²)
- Wärme gedämmte Fläche Dach (m²)
- Wärme gedämmte Fläche Wand und Boden gegen Erdreich (m²)
- Hauptheizsystem nach der Sanierung (6 Kategorien): Öl, Gas, Elektro, Fernwärme, Wärmepumpe, Holz

A2.1.2. Energiewirkung der finanziellen Förderung

Die Energiewirkung der finanziellen Förderung von Einzelmassnahmen an der Gebäudehülle entspricht der Nutzenergieeinsparung (erzielt durch Massnahmen an der Gebäudehülle) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

$$EW = LDGH * \sum_{b,i} [(qtref_b - qt1_b) * BF_{b,i}] \quad [\text{MWh Nutzwärme}]$$

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i Index Förderprojekt *i*.

b *b* = {b1,b2,b3}; Kategorie geförderter Bauteile.
b1: Fassade. b2: Dach. b3: Wand/Boden gegen Erdreich.

qtref_b Transmissionswärmeverlust (kWh Nutzwärme pro m² Bauteil und Jahr) über Bauteil *b* im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. Formel unten).

qt1_b Transmissionswärmeverlust (kWh Nutzwärme pro m² Bauteil und Jahr) über Bauteil *b* nach der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).

BF_{b,i} Fläche (in 1000 m²) der geförderten Bauteile *b* im Förderprojekt *i*.

Der Transmissionswärmeverlust über Bauteil *b* im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung respektive im Zustand nach der Sanierung werden dabei wie folgt bestimmt:

$$qtref_b = [f0_b * U0_b - mgh * (f0_b * U0_b - f1_b * U1_b)] * C_{hgt} \quad [\text{kWh Nutzwärme/m}^2 \text{ Bauteil/Jahr}]$$

$$qt1_b = f1_b * U1_b * C_{hgt} \quad [\text{kWh Nutzwärme/m}^2 \text{ Bauteil/Jahr}]$$

U0_b U-Wert (W/m²K) Bauteil *b* vor der Sanierung (vgl. Tabelle 5).

U_{1b}	U-Wert (W/m ² K) Bauteil b <u>nach der Sanierung</u> (vgl. Tabelle 5).
f_{0b}	Reduktionsfaktor für Wärmeverluste gegen Erdreich (-) Bauteil b <u>vor der Sanierung</u> (vgl. Tabelle 5).
f_{1b}	Reduktionsfaktor für Wärmeverluste gegen Erdreich (-) Bauteil b <u>nach der Sanierung</u> (vgl. Tabelle 5).
C_{hgt}	Konstante des Heizgradtagmodells. 78 kWh*K/W (=3250*24/1000). Die Konstante basiert auf der Annahme von 3250 Heizgradtagen (Basis: langjähriger Durchschnitt 1990 bis 2013 gemäss BFE 2014a beträgt 3320 Heizgradtage; leicht reduziert, um in Anbetracht des Betrachtungszeitraums von 40 Jahren der fortschreitenden Klimaerwärmung Rechnung zu tragen).
mgh	Anteil des durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich erzielten Einspareffekts über die Lebensdauer der Massnahmen gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).

b = {b1, b2, b3}; Bau- teilkategorie	U-Wert vor Sanie- rung ¹⁾ U _{0b} (W/m ² K)	U-Wert nach Sanierung ²⁾ U _{1b} (W/m ² K)	Reduktionsfaktor ³⁾ vor Sanierung f _{0b} (-)	Reduktionsfaktor ³⁾ nach Sanierung f _{1b} (-)
b1: Fassade	U _{0b1} = 1,0	U _{1b1} = 0,20	f _{0b1} = 1	f _{1b1} = 1
b2: Dach	U _{0b2} = 0,6	U _{1b2} = 0,20	f _{0b2} = 1	f _{1b2} = 1
b3: Wand/Boden gegen Erdreich	U _{0b3} = 1,0	U _{1b3} = 0,25	f _{0b3} = 0,42	f _{1b3} = 0,69

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) U-Werte vor der Sanierung in Anlehnung an TEP 2010 und econcept/A+W 2011. Der Dach U-Wert liegt dabei tiefer (entspricht dem Median gemäss TEP 2010, der auch in econcept/A+W 2011 sowie in den Wirkungsmodellen gemäss HFM 2003 verwendet wurde), weil der wärmdämmende Effekt allfällig bereits bestehender Luftschichten, Dämmungen resp. eines allfällig vorhandenen Estrichbodens miteinbezogen ist.

2) U-Werte nach der Sanierung entsprechen der Förderbeitragsbedingung gemäss HFM 2015.

3) Reduktionsfaktoren Wand und Boden gegen Erdreich: Zur Berücksichtigung des wärmedämmenden Effekts des Erdreichs. Basierend auf Standardwerten gemäss SIA 380/1:2009, Tabelle 16 (Annahmen: Wand/Boden 50%/50%; Tiefe UK Bodenplatte unter OK 2 m; A_{FG}/P_{FG} = 5m).

A2.1.3. CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte CO₂-Emissionsreduktion von Einzelmassnahmen an der Gebäudehülle gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) berechnet sich wie folgt:

$$CO2W = LDGH * \sum_{b,i} [(qt_{ref_b} - qt_{1b}) * \epsilon_{h_i} * BF_{b,i}] \quad [t \text{ CO}_2]$$

$LDGH$ Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i Index Förderprojekt i .

b	$b = \{b1, b2, b3\}$; Kategorie geförderter Bauteile. b1: Fassade. b2: Dach. b3: Wand/Boden gegen Erdreich.
h	$h = \{h1, \dots, h6\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1: Öl. h2: Gas. h3: Elektro. h4: Fernwärme. h5: Wärmepumpe. h6: Holz.
$qt_{ref,b}$	Transmissionswärmeverlust (kWh Nutzwärme pro m ² Bauteil und Jahr) über Bauteil b <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> (Berechnung vgl. Formel in A2.1.2, oben).
$qt1_b$	Transmissionswärmeverlust (kWh Nutzwärme pro m ² Bauteil und Jahr) über Bauteil b <u>nach der Sanierung</u> (Berechnung vgl. Formel in A2.1.2, oben).
ε_h	Über die Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahme durchschnittlicher Emissionsfaktor (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) des Hauptheizsystems h bezogen auf die Nutzwärme (Berechnung vgl. Formel unten).
$BF_{b,i}$	Fläche (in 1000 m ²) der geförderten Bauteile b im Förderprojekt i (Werte sind zu erheben).

Der über die Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahme durchschnittliche Emissionsfaktor (kg CO₂/kWh Nutzwärme) berechnet sich dabei wie folgt:

$$\varepsilon_h = \frac{e_h}{n_h} * r_h \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh Nutzwärme}]$$

e_h	Emissionsfaktor (kg CO ₂ /kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h bezogen auf die Endenergie (vgl. Tabelle 6).
n_h	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 6).
r_h	Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem h zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen (40 Jahre). $r_{h1} = 75\%$ (Öl). $r_{h2} = 95\%$ (Gas). $r_{h4} = 90\%$ (Fernwärme). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $r_{h3} = r_{h5} = r_{h6} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.

Tabelle 6: Angenommene Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren		
$h = \{h1, \dots, h6\}$ Hauptheizsystem nach Sanierung	Nutzungsgrade Raumwärme ¹⁾ n_h in kWh Nutzwärme/kWh Endenergie	Emissionsfaktoren ²⁾ e_h in kg CO ₂ /kWh Endenergie
h1: Öl	$n_{h1} = 0,85$	$e_{h1} = 0,265$
h2: Gas	$n_{h2} = 0,90$	$e_{h2} = 0,202$
h3: Elektro	$n_{h3} = 0,95$	$e_{h3} = 0,024$
h4: Fernwärme	$n_{h4} = 1$ (per Definition)	$e_{h4} = 0,170$
h5: Wärmepumpe	$n_{h5} = 3,5$	$e_{h5} = 0,024$
h6: Holz	$n_{h6} = 0,75$	$e_{h6} = 0$

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Nutzungsgrade pauschal festgelegt, in Anlehnung an Prognos 2012.

2) Emissionsfaktoren: Grundsätzlich Standardwerte BAFU/CO₂-Gesetzgebung. Emissionsfaktor Fernwärme: Ausgegangen wird von der Annahme des BFE für Gebäudeprogramm Teil A (basierend auf dem Bericht zum Schweizer Treibhausgasinventar,

Kategorie 1A1a), gemäss derer der durchschnittliche Emissionsfaktor von Fernwärme pro kWh bezogene Wärme rund 0,17 kg CO₂/kWh beträgt, weil knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien stammt (v.a. fossile Abfälle).

A2.1.4. Wirkung der finanziellen Förderung auf die Investitionen

Die durch die finanzielle Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen von Einzelmassnahmen an der Gebäudehülle gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) berechnen sich wie folgt:

$$MI = [1 - mgh] * \sum_{b,i} [(ie_b - ip_b) * BF_{b,i}] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i Index Förderprojekt i .

b $b = \{b1, b2, b3\}$; Kategorie geförderter Bauteile.
b1: Fassade. b2: Dach. b3: Wand/Boden gegen Erdreich.

ie_b Investition (Fr./m² Bauteil) für die energetische Sanierung des Bauteils b gemäss Anforderungen HFM 2015 (vgl. Tabelle 7).

ip_b Investition (Fr./m² Bauteil) für eine nicht energetische Erneuerung des Bauteils b (vgl. Tabelle 7).

$BF_{b,i}$ Fläche (in 1000 m²) der geförderten Bauteile b im Förderprojekt i (Werte sind zu erheben).

mgh Anteil der durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich bedingten Mehrinvestitionen über die Lebensdauer der Massnahmen im Vergleich zu einer nicht energetischen Erneuerung, der auch ohne die finanzielle Förderung angefallen wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).

Tabelle 7: Annahmen Investitionen		
$b = \{b1, b2, b3\}$; Bauteilkategorie	Investition für eine energetische Sanierung gemäss HFM ¹⁾ ie_b in Fr./m ² Bauteil	Investition für eine nicht energetische Erneuerung ¹⁾ ip_b in Fr./m ² Bauteil
b1: Fassade	$ie_{b1} = 240$	$ip_{b1} = 100$
b2: Dach	$ie_{b2} = 260$	$ip_{b2} = 150$
b3: Wand/Boden gegen Erdreich	$ie_{b3} = 240$	$ip_{b3} = 100$

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) In Anlehnung an TEP 2010 (Tabellen 119 bis 123, Annahme Wand/Boden gegen Erdreich: Mangels direkt verwendbarer Angaben wird der gerundete Kostenwert für Fassaden angesetzt).

A2.1.5. Wirkung der finanziellen Förderung auf die nicht amortisierbaren Kosten

Die Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten entspricht bei Massnahmen an der Gebäudehülle der Differenz aus den durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen und den durch die Förderung bewirkten, diskontierten Energiekosteneinsparungen (Unterhaltskosten werden nicht berücksichtigt, weil sich diese in

der Einschätzung von INFRAS und der AG Erfolgskontrolle in der Ist-Situation und im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung nicht wesentlich unterscheiden).

$$NAM = MI - EK \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>NAM</i>	Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten (1000 Fr.) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne finanzielle Förderung (für Massnahmen an der Gebäudehülle).
<i>EK</i>	Durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen an der Gebäudehülle gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten)
<i>MI</i>	Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) von Massnahmen an der Gebäudehülle gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.1.4).

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen an der Gebäudehülle (diskontiert) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$EK = LDGH * df * \sum_{b,i} [(qtref_b - qt1_b) * \varphi_{h_i} * BF_{b,i}] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>LDGH</i>	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).
<i>df</i>	Diskontierungsfaktor in Abhängigkeit der angenommenen Lebensdauer (40 Jahre) sowie eines angenommenen Zinssatzes von 3%. $df = 0,60$.
<i>i</i>	Index Förderprojekt i.
<i>b</i>	$b = \{b1, b2, b3\}$; Kategorie geförderter Bauteile. b1: Fassade. b2: Dach. b3: Wand/Boden gegen Erdreich.
<i>h</i>	$h = \{h1, \dots, h6\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1: Öl. h2: Gas. h3: Elektro. h4: Fernwärme. h5: Wärmepumpe. h6: Holz.
<i>qtref_b</i>	Transmissionswärmeverlust (kWh Nutzwärme pro m ² Bauteil und Jahr) über Bauteil b <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> (Berechnung vgl. Formel in A2.1.2, oben).
<i>qt1_b</i>	Transmissionswärmeverlust (kWh Nutzwärme pro m ² Bauteil und Jahr) über Bauteil b <u>nach der Sanierung</u> (Berechnung vgl. Formel in A2.1.2, oben).
<i>φ_h</i>	Über die Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahme durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme (Fr./kWh Nutzwärme) für Hauptheizsystem h (Berechnung vgl. Formel unten).
<i>BF_{b,i}</i>	Fläche (in 1000 m ²) der geförderten Bauteile b im Förderprojekt i (Werte sind zu erheben).

Der über die Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahme durchschnittliche Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme berechnet sich dabei wie folgt:

$$\varphi_h = \frac{p_h}{n_h} * rp_h \quad [\text{Fr./kWh Nutzwärme}]$$

p_h Endenergiepreis (kg CO₂/kWh Endenergie) Hauptheizsystem h (vgl. Tabelle 8).

n_h Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) Hauptheizsystem h (vgl. Tabelle 8).

rp_h Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem h zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs von Ölheizungen bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen. $rp_{h1} = 90\%$ (Öl). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $rp_{h3} = rp_{h4} = rp_{h5} = rp_{h6} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.

Tabelle 8: Angenommene Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren		
h = {h1, ..., h6} Hauptheizsystem nach Sanierung	Nutzungsgrade Raumwärme ¹⁾ n_h in kWh Nutzwärme/kWh Endenergie	Energiepreise ²⁾ p_h in Fr./kWh Endenergie
h1: Öl	$n_{h1} = 0,85$	$p_{h1} = 0.10$
h2: Gas	$n_{h2} = 0,90$	$p_{h2} = 0.10$
h3: Elektro	$n_{h3} = 0,95$	$p_{h3} = 0.20$
h4: Fernwärme	$n_{h4} = 1$ (per Definition)	$p_{h4} = 0.10$
h5: Wärmepumpe	$n_{h5} = 3,5$	$p_{h5} = 0.20$
h6: Holz	$n_{h6} = 0,75$	$p_{h6} = 0.075$

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Nutzungsgrade pauschal festgelegt, in Anlehnung an Prognos 2012.

2) Energiepreise pauschal festgelegt, in Anlehnung an BFE/BAFU 2015a (Öl, Gas), BFE 2014a (Strom), HFM 2009 (Fernwärme), WVS 2015 (Holz). Die hier angenommenen Energiepreise entsprechen den durchschnittlichen Energiepreisen über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen. Weil die Prognoseunsicherheiten über derart lange Zeiträume sowieso sehr hoch sind (es geht um Zeiträume bis rund 2060) und vertiefte Analysen den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt hätten, wurden die Preisannahmen durch die AG Erfolgskontrolle für alle Massnahmen pauschal festgelegt und nicht weiter vertieft.

A2.1.6. Annahmen für die Aggregation auf die Richtwerte gemäss Tabelle 4

Für die Bestimmung der in Tabelle 4 (S. 40) dargestellten, aggregierten Richtwerte der Wirkungen je Massnahme wurden folgende Annahmen gemacht:

Tabelle 9: Annahmen zur Aggregation auf die Richtwerte in Tabelle 4			
Anteile je Bauteilkategorie ¹⁾		Anteil je Heizsystem ¹⁾	
Fassade	40%	Öl	60%
Dach	50%	Gas	15%
Wand/Boden gegen Erdreich	10%	Elektro	5%
		Fernwärme	7,5%
		Wärmepumpe	5%
		Holz	7,5%

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS. 1) Die Anteile entsprechen in etwa jenen gemäss Gebäudeprogramm Teil A 2010 bis 2014 (Statistik gemäss nationaler Dienstleistungszentrale nDLZ des Gebäudeprogramms).

Für die effektiv resultierenden Wirkungen eines Förderprogramms gilt gemäss angenommenem Wirkungsmodell grundsätzlich:

- Je mehr Fassadenwärmedämmungen gefördert werden, desto höher liegt die resultierende Energie- und CO₂-Wirkung.
- Je mehr Wärmedämmmassnahmen in fossil beheizten Gebäuden und speziell in ölbeheizten Gebäuden gefördert werden, desto höher liegt die resultierende CO₂-Wirkung.

A2.2. Einzelmassnahmen Hauptheizung (M-02 bis M-07)

A2.2.1. Zu erhebende Daten (Modellinput)

Für die Bestimmung der Förderwirkungen von Einzelmassnahmen an der Hauptheizung sind für jedes Förderprojekt folgende Daten zu erheben:

- Je Massnahme jeweils ein Parameter zur Quantifizierung der Systemgrösse:
 - M-02: Anzahl Anlagen (-)
 - M-03 bis M-06: Thermische Nennleistung der Hauptheizungsanlage (kW_{th})
 - M-07: Thermische Anschlussleistung (kW_{th})
- Hauptheizsystem vor der Sanierung (6 Kategorien): Öl, Gas, Elektro, Fernwärme, Wärmepumpe, Holz
- Zusatzangaben, ausschliesslich zu M-07:
 - Anteil der gelieferten Wärme im entsprechenden Versorgungsgebiet, der aus erneuerbaren Energien und/oder Abwärme stammt (%).
 - Anteil der gelieferten Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme (%), der durch andere am Projekt direkt oder indirekt beteiligte Akteure beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung erfüllen.

A2.2.2. Energiewirkung der finanziellen Förderung

Die Energiewirkung der finanziellen Förderung von Einzelmassnahmen am Hauptheizsystem entspricht der Substitution von Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen):

$$EW = \sum_i [(a_{ref_{h0_i, h1_i}} - a_{1_{h1_i}}) * k_{h1_i} * G_i * LD_{h1_i} * z_{h1_i}] \quad [\text{MWh Nutzwärme}]$$

i Index Förderprojekt *i*.

h0 *h0* = {*h0a*, *h0b*, *h0c*}; Hauptheizsystem vor der Sanierung.
h0a: Öl. *h0b*: Gas. *h0c*: Elektro.

$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter. h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe. h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe. h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz.
G_i	Grössenparameter Förderprojekt i zum neu installierten Hauptheizsystem (vgl. Tabelle 10).
k_{h1}	Umrechnungsfaktor zur Bestimmung der jährlichen Wärmeproduktion je nach neu installiertem Hauptheizsystem $h1$ auf Basis des Grössenparameters (vgl. Tabelle 10).
LD_{h1}	Angenommene Lebensdauer des neu installierten Hauptheizsystems $h1$ (vgl. Tabelle 10).
$aref_{h0,h1}$	Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor ($h0$) sowie nach ($h1$) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$a1_{h1}$	Anteil Nutzwärme (%), der beim neu installierten Hauptheizsystem $h1$ <u>nicht</u> aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt (vgl. Tabelle 11).
z_{h1}	Ausschliesslich für das Hauptheizsystem $h1f$ (Anschluss an ein Wärmenetz) relevanter Reduktionsfaktor ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$). z_{h1f} entspricht demjenigen Anteil der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der <u>nicht</u> von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO ₂ -Gesetzgebung zu erfüllen. Für alle anderen neu installierten Hauptheizsysteme gilt $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.

Der Anteil Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, berechnet sich dabei wie folgt:

$$aref_{h0,h1} = mwe * a1_{h1} + [1 - mwe] * a0_{h0} \quad [\%]$$

$a0_{h0}$	Anteil Nutzwärme (%), der beim alten Hauptheizsystem $h0$ (vor der Sanierung) nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt (vgl. Tabelle 11).
$a1_{h1}$	Anteil Nutzwärme (%), der beim neu installierten Hauptheizsystem $h1$ nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt (vgl. Tabelle 11).
mwe	Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

Tabelle 10: Erhobene Grösseparameter, angenommene Umrechnungsfaktoren und Lebensdauer			
h1 = {h1a, ... , h1f}; installiertes Hauptheizsystem nach der Sanierung	Erhobener Grösseparameter ¹⁾ G	Umrechnungsfaktor k_{h1} zur Bestimmung der jährlichen Wärmeproduktion ²⁾	Technische Lebensdauer ³⁾ LD _{h1} (Jahre)
h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	G: Anzahl Anlagen	$k_{h1a} = 20 \text{ MWh/Anlage}$	LD _{h1a} = 15
h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	G: kW _{th} installierte Nennleistung	$k_{h1b} = 2 \text{ MWh/kW}_{th}$	LD _{h1b} = 15
h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	G: kW _{th} installierte Nennleistung	$k_{h1c} = 2 \text{ MWh/kW}_{th}$	LD _{h1c} = 20
h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe	G: kW _{th} installierte Nennleistung	$k_{h1d} = 2 \text{ MWh/kW}_{th}$	LD _{h1d} = 15
h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe	G: kW _{th} installierte Nennleistung	$k_{h1e} = 2 \text{ MWh/kW}_{th}$	LD _{h1e} = 15
h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz	G: kW _{th} Anschlussleistung	$k_{h1f} = 2 \text{ MWh/kW}_{th}$	LD _{h1f} = 20

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Definition Grösseparameter in Anlehnung an HFM 2009. In Anbetracht der sowieso hohen Parameter- und Modellunsicherheiten schien es INFRAS und der AG Erfolgskontrolle geeigneter, auf einen standardisierten erhobenen Systemparameter (kW_{th} installierte Nennleistung) abzustützen, anstatt die jährliche Wärmeproduktion direkt zu erheben. V.a. bei kleineren Anlagen wird diese in der Regel sowieso ebenfalls über Grobschätzungen bestimmt – ein konsistenter Datensatz zu den installierten Nennleistungen bringt hier insgesamt mehr Nutzen (Voraussetzung war aufgrund der Vollzugstauglichkeit, dass nur ein Grösseparameter erhoben werden kann).

2) Umrechnungsfaktoren (2000 Vollbetriebsstunden im Mittel über alle geförderten Projekte) in Anlehnung an HFM 2009; Ausnahme k(h1a): Pauschalbetrag pro Anlage bei rund 800 Vollbetriebsstunden pro Jahr und einer mittleren Leistung von 25 kW – 25 kW entspricht gemäss INFRAS 2015 dem Durchschnitt pro Anlage aller in den Jahren 2010 bis 2013 geförderten 1400 Anlagen.

3) Lebensdauer in Anlehnung an HFM 2009/Richtwerte SIA.

Tabelle 11: Anteil Nutzwärme nicht aus Erneuerbaren/Abwärme, Nutzungsgrade, Emissionsfaktoren			
h0 = {h0a, h0b, h0c} / h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem vor/nach der Sanierung	Anteil Nutzwärme, der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt ¹⁾ (%)	Nutzungsgrade Raumwärme und Warmwasser ²⁾ (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie)	Emissionsfaktoren ³⁾ (kg CO ₂ /kWh Endenergie)
h0a: Öl	a _{h0a} = 100%	n _{h0a} = 0,80	e _{h0a} = 0,265
h0b: Gas	a _{h0b} = 100%	n _{h0b} = 0,85	e _{h0b} = 0,202
h0c: Elektro	a _{h0c} = 100%	n _{h0c} = 0,95	e _{h0c} = 0,024
h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	a _{h1a} = 0%	n _{h1a} = 0,60	e _{h1a} = 0
h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	a _{h1b} = 0%	n _{h1b} = 0,65	e _{h1b} = 0
h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	a _{h1c} = 0%	n _{h1c} = 0,70	e _{h1c} = 0
h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe	a _{h1d} = 33%	n _{h1d} = 3,0	e _{h1d} = 0,024
h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe	a _{h1e} = 29%	n _{h1e} = 3,5	e _{h1e} = 0,024
h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz	a _{h1f} wird erhoben	n _{h1f} = 1 (per def.)	e _{h1f} = a _{h1f} * 0,27

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Luft-Wasser-Wärmepumpe mit JAZ 3 bezogen auf die Warmwasser- und Raumwärmeproduktion. Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit JAZ 3,5 bezogen auf die Warmwasser- und Raumwärmeproduktion.

2) Pauschal festgelegt, in Anlehnung an Prognos 2012.

3) Emissionsfaktoren: Standardwerte BAFU/CO₂-Gesetzgebung. Emissionsfaktor Fernwärme: Durchschnittlicher Emissionsfaktor in Bezug auf die netto ans Haus gelieferte Wärme (t CO₂/MWh), die nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt (Pauschalannahme Anteil Gas/Öl 75%/25% und Nutzungsgrad inkl. Lieferung ans Haus von 80%).

A2.2.3. CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung

Die CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung von Einzelmaßnahmen am Hauptheizsystem gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) wird wie folgt bestimmt:

$$CO2W = \sum_i \left[\left(e_{ref_{h0i,h1i}} - \frac{e_{h1i}}{n_{h1i}} \right) * k_{h1i} * G_i * LD_{h1i} * z_{h1i} \right] \quad [t \text{ CO}_2]$$

i Index Förderprojekt *i*.

h0 h0 = {h0a,h0b,h0c}; Hauptheizsystem vor der Sanierung.
h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro.

h1 h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem nach der Sanierung.
h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter. h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW_{FL} Feuerungswärmeleistung. h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung

über 70 kW_{Fl} Feuerungswärmeleistung. h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe. h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe. h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz.

G_i	Grössenparameter Förderprojekt i zum neu installierten Hauptheizsystem (vgl. Tabelle 10).
k_{h1}	Umrechnungsfaktor zur Bestimmung der jährlichen Wärmeproduktion je nach neu installiertem Hauptheizsystem h1 auf Basis des Grössenparameters (vgl. Tabelle 10).
LD_{h1}	Angenommene Lebensdauer des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 10).
z_{h1}	Ausschliesslich für das Hauptheizsystem h1f (Anschluss an ein Wärmenetz) relevanter Reduktionsfaktor ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$). z_{h1f} entspricht demjenigen Anteil der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der <u>nicht</u> von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO ₂ -Gesetzgebung zu erfüllen. Für alle anderen neu installierten Hauptheizsysteme gilt $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.
$\epsilon_{ref_{h0,h1}}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor (h0) sowie nach (h1) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$e1_{h1}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 11).
$n1_{h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 11).

Der Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich dabei wie folgt:

$$\epsilon_{ref_{h0,h1}} = mwe * \frac{e1_{h1}}{n1_{h1}} + [1 - mwe] * \frac{e0_{h0}}{n0_{h0}} \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh Nutzwärme}]$$

$e0_{h0}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) des alten Hauptheizsystems h0 (vgl. Tabelle 11).
$e1_{h1}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 11).
$n0_{h0}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des alten Hauptheizsystems h0 (vgl. Tabelle 11).
$n1_{h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 11).
mwe	Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

A2.2.4. Wirkung der finanziellen Förderung auf die Investitionen

Die durch die finanzielle Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen von Einzelmassnahmen an der Wärmeerzeugung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnen sich wie folgt:

$$MI = \sum_i mi_i = \sum_i [(g1_{h1_i} - gref_{h0_i,h1_i} + (v1_{h1_i} - vref_{h0_i,h1_i}) * G_i) * z_{h1_i}] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i	Index Förderprojekt i .
$h0$	$h0 = \{h0a, h0b, h0c\}$; Hauptheizsystem <u>vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter. h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe. h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe. h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz.
G_i	Grössenparameter Förderprojekt i zum neu installierten Hauptheizsystem (vgl. Tabelle 10).
z_{h1}	Ausschliesslich für das Hauptheizsystem h1f (Anschluss an ein Wärmenetz) relevanter Reduktionsfaktor ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$). z_{h1f} entspricht demjenigen Anteil der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der <u>nicht</u> von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO ₂ -Gesetzgebung zu erfüllen. Für alle anderen neu installierten Hauptheizsysteme gilt $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.
$gref_{h0,h1}$	Unabhängig von der Systemgrösse anfallende Grundinvestition (in 1000 Fr.) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor ($h0$) und nach ($h1$) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$g1_{h1}$	Unabhängig von der Systemgrösse anfallende Grundinvestition (in 1000 Fr.) für das neu installierte Hauptheizsystem $h1$ (vgl. Tabelle 12).
$vref_{h0,h1}$	Abhängig von der Systemgrösse und zusätzlich zur Grundinvestition anfallende Investition (in 1000 Fr./Einheit des erhobenen Grössenparameters) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor ($h0$) und nach ($h1$) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$v1_{h1}$	Abhängig von der Systemgrösse und zusätzlich zur Grundinvestition anfallende Investition (in 1000 Fr./Einheit des erhobenen Grössenparameters) für das neu installierte Hauptheizsystem $h1$ (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: Annahmen Investitionen je Hauptheizsystem				
h0 = {h0a, h0b, h0c} / h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem vor/nach der Sanierung	Unabhängig von der Systemgrösse anfallende Grundinvestition ¹⁾ g0 _{h0} resp. g1 _{h1} in 1000 Fr.		Abhängig von der Systemgrösse und zusätzlich zur Grundinvestition anfallende Investition ¹⁾ v0 _{h0} resp. v1 _{h1} in 1000 Fr./Einheit des erhobenen Grösseparameters	
Hauptheizsystem vor der Sanierung				
	falls h1a installiert	falls h1b, h1c, h1d, h1e, h1f installiert	falls h1a installiert	falls h1b, h1c, h1d, h1e, h1f installiert
h0a: Öl	g0 _{h0a} = 0	g0 _{h0a} = 5	v0 _{h0a} = 10 (pro Anlage)	v0 _{h0a} = 0,5 (pro kW _{th})
h0b: Gas	g0 _{h0b} = 0	g0 _{h0b} = 5	v0 _{h0b} = 10 (pro Anlage)	v0 _{h0b} = 0,5 (pro kW _{th})
h0c: Elektro	g0 _{h0c} = 0	g0 _{h0c} = 5	v0 _{h0c} = 10 (pro Anlage)	v0 _{h0c} = 0,5 (pro kW _{th})
Hauptheizsystem nach der Sanierung				
h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	g1 _{h1a} = 0		v1 _{h1a} = 25 (pro Anlage)	
h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungs-wärmeleistung	g1 _{h1b} = 20		v1 _{h1b} = 0,75 (pro kW _{th})	
h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungs-wärmeleistung	g1 _{h1c} = 0 ²⁾		v1 _{h1c} = 1,5 (pro kW _{th}) ²⁾	
h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe	g1 _{h1d} = 13		v1 _{h1d} = 0,80 (pro kW _{th})	
h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe	g1 _{h1e} = 17		v1 _{h1e} = 1,4 (pro kW _{th})	
h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz	g1 _{h1f} = 25		v1 _{h1f} = 0,6 (pro kW _{th})	

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Kostenfunktionen in Anlehnung an HFM 2009 sowie einer Plausibilisierung der resultierenden Kosten für typische Systemgrössen. Über die für das HFM 2009 verwendeten Grundlagen lagen keine weitergehenden direkt verwertbaren empirischen Grundlagen vor. Eine Vertiefung zu den Kostenfunktionen hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt – zumal es sich bei den angenommenen Kosten um Durchschnittswerte in Bezug auf schweizweit geförderte Anlagen handelt, die in der Regel sowieso nur plausibilisiert und nicht empirisch abgestützt werden können (empirische Grundlagen beziehen sich in der Regel auf sehr eng definierte Rahmenbedingungen und Annahmen für die Kostenermittlung, so dass sich direkt kaum belastbare Durchschnittswerte ableiten lassen).

2) Die Kostenfunktion wurde so festgelegt, dass zwischen M-03 zu M-04 in der Einschätzung der AG Erfolgskontrolle und INFRAS ein plausibler Kostensprung resultiert. 70 kW_{FL} Feuerungs-wärmeleistung entsprechen rund 50 kW_{th}, bei denen sich für M-03 Gesamtkosten von 57'500 Fr. ergeben (durchschnittliche Gesamtkosten für die Desinstallation der alten Heizung, notwendige bauliche Anpassungen sowie die schlüsselfertige Installation der neuen Holzfeuerung). Für M-04 ergeben sich bei der Grenze von 50kW_{th} im Vergleich dazu Gesamtkosten von 75'000 Fr., wobei der Kostensprung ggü. M-03 mit den erhöhten Anforderungen der Luftreinhalteverordnung begründet wird.

Die Grundinvestition sowie die zusätzliche systemgrössenabhängige Investition im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnen sich dabei wie folgt:

$$g_{ref_{h0}} = mwe * g_{1_{h1}} + [1 - mwe] * g_{0_{h0}} \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

$$vref_{h0,h1} = mwe * v1_{h1} + [1 - mwe] * v0_{h0} \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

$g0_{h0}$	Unabhängig von der Systemgrösse anfallende Grundinvestition (in 1000 Fr.) für die Erneuerung des alten Hauptheizsystems h0 (vgl. Tabelle 12).
$g1_{h1}$	Unabhängig von der Systemgrösse anfallende Grundinvestition (in 1000 Fr.) für das neu installierte Hauptheizsystem h1 (vgl. Tabelle 12).
$v0_{h0}$	Abhängig von der Systemgrösse und zusätzlich zur Grundinvestition anfallende Investition (in 1000 Fr./Einheit des erhobenen Grössenparameters) für die Erneuerung des alten Hauptheizsystems h0 (vgl. Tabelle 12).
$v1_{h1}$	Abhängig von der Systemgrösse und zusätzlich zur Grundinvestition anfallende Investition (in 1000 Fr./Einheit des erhobenen Grössenparameters) für das neu installierte Hauptheizsystem h1 (vgl. Tabelle 12).
mwe	Anteil der geförderten Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme, der auch ohne die finanzielle Förderung stattgefunden hätte (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

A2.2.5. Wirkung der finanziellen Förderung auf die nicht amortisierbaren Kosten

Die Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten entspricht bei Massnahmen an der Wärmeerzeugung der Summe aus den durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen sowie Unterhaltsmehrkosten, abzüglich den durch die Förderung bewirkten, diskontierten Energiekosteneinsparungen.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

NAM	Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten (1000 Fr.) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne finanzielle Förderung (für Massnahmen an der Wärmeerzeugung).
EK	Durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen an der Wärmeerzeugung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten)
MI	Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) von Massnahmen an der Wärmeerzeugung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.2.4).
UK	Durch die finanzielle Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten (1000 Fr.) von Massnahmen an der Wärmeerzeugung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten).

Dabei werden die durch die Förderung bewirkten jährlichen Unterhaltsmehrkosten vereinfachend auf pauschal 1% der durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen festgelegt (angelehnt an HFM 2009 sowie die Grössenordnung gemäss SIA-Richtwerten):

$$UK = (1\%/Jahr) * \sum_i [mi_i * LD_{h1_i} * df_{h1_i}] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i	Index Förderprojekt i .
$h0$	$h0 = \{h0a, h0b, h0c\}$; Hauptheizsystem <u>vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter. h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe. h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe. h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz.
mi_i	Durch die Förderung im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen Förderprojekt i (Berechnung vgl. A2.2.4).
LD_{h1}	Lebensdauer des neu installierten Systems $h1$ (vgl. Tabelle 10).
df_{h1}	Diskontierungsfaktor in Abhängigkeit des neu installierten Hauptheizsystems $h1$ (resp. dessen Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. Für die Hauptheizsysteme $h1a$, $h1b$, $h1d$ und $h1e$ beträgt der Diskontierungsfaktor $df_{h1a} = df_{h1b} = df_{h1d} = df_{h1e} = 0,82$. Für die Heizsysteme $h1c$ und $h1f$ beträgt er $df_{h1c} = df_{h1f} = 0,77$.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen an der Wärmeerzeugung (diskontiert) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$EK = \sum_i \left[\left(pref_{h0_i, h1_i} - \frac{p1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} \right) * k_{h1_i} * G_i * z_{h1_i} * LD_{h1_i} * df_{h1_i} \right] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i	Index Förderprojekt i .
$h0$	$h0 = \{h0a, h0b, h0c\}$; Hauptheizsystem <u>vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter. h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung. h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe. h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe. h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz.

$pref_{h0,h1}$	Über die Lebensdauer der Wärmeerzeugungsmassnahme durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme (Fr./MWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor (h0) und nach (h1) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$p1_{h1}$	Über die Lebensdauer der Wärmeerzeugungsmassnahme durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die ans Haus gelieferte Endenergie (Fr./MWh Endenergie) in Abhängigkeit des neu installierten Hauptheizsystems h1 (Tabelle 13).
$n1_{h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 11).
G_i	Grössenparameter Förderprojekt i zum neu installierten Hauptheizsystem (vgl. Tabelle 10).
k_{h1}	Umrechnungsfaktor zur Bestimmung der jährlichen Wärmeproduktion je nach neu installiertem Hauptheizsystem h1 auf Basis des Grössenparameters (vgl. Tabelle 10).
LD_{h1}	Angenommene Lebensdauer des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 10).
z_{h1}	Ausschliesslich für das Hauptheizsystem h1f (Anschluss an ein Wärmenetz) relevanter Reduktionsfaktor ($0\% \leq z_{h1f} \leq 100\%$). z_{h1f} entspricht demjenigen Anteil der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der <u>nicht</u> von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO ₂ -Gesetzgebung zu erfüllen. Für alle anderen neu installierten Hauptheizsysteme gilt $z_{h1a} = z_{h1b} = z_{h1c} = z_{h1d} = z_{h1e} = 100\%$.
df_{h1}	Diskontierungsfaktor in Abhängigkeit des neu installierten Hauptheizsystems h1 (resp. dessen Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. Für die Hauptheizsysteme h1a, h1b, h1d und h1e beträgt der Diskontierungsfaktor $df_{h1a} = df_{h1b} = df_{h1d} = df_{h1e} = 0,82$. Für die Heizsysteme h1c und h1f beträgt er $df_{h1c} = df_{h1f} = 0,77$.

Der über die Lebensdauer der Wärmeerzeugungsmassnahme durchschnittliche Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich dabei wie folgt:

$$pref_{h0,h1} = mwe * \frac{p1_{h1}}{n1_{h1}} + [1 - mwe] * \frac{p0_{h0}}{n0_{h0}} \quad [\text{Fr./kWh Nutzwärme}]$$

$p1_{h1}$	Über die Lebensdauer der Wärmeerzeugungsmassnahme durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die ans Haus gelieferte Endenergie (Fr./MWh Endenergie) in Abhängigkeit des neu installierten Hauptheizsystems h1 (Tabelle 13).
$p0_{h0}$	Über die Lebensdauer der Wärmeerzeugungsmassnahme durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die ans Haus gelieferte Endenergie (Fr./MWh Endenergie) in Abhängigkeit des alten Hauptheizsystems h0 (Tabelle 13).
$n1_{h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des neu installierten Hauptheizsystems h1 (vgl. Tabelle 11).

- n_{0h0} Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h_0 (vgl. Tabelle 11).
- m_{we} Anteil der geförderten Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme, der auch ohne die finanzielle Förderung stattgefunden hätte (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

Tabelle 13: Annahmen Energiepreise (durchschnittlich über die Lebensdauer der Massnahmen)	
$h_0 = \{h_{0a}, h_{0b}, h_{0c}\} / h_1 = \{h_{1a}, \dots, h_{1f}\}$; Hauptheizsystem vor/nach der Sanierung	Fr./MWh ans Haus gelieferte Endenergie ¹⁾ p_{0h_0} resp. p_{1h_1}
h0a: Öl	100
h0b: Gas	100
h0c: Elektro	200
h1a: M-02 Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	75
h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	75
h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	75
h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe	200
h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe	200
h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz	100

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Energiepreise pauschal festgelegt, in Anlehnung an BFE/BAFU 2015a (Öl, Gas), BFE 2014a (Strom), HFM 2009 (Fernwärme), WVS 2015 (Holz). Die hier angenommenen Energiepreise entsprechen den durchschnittlichen Energiepreisen über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen. Weil die Prognoseunsicherheiten über lange Zeiträume sowieso sehr hoch sind (es geht um Zeiträume bis über 2030 hinaus) und vertiefte Analysen den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt hätten, wurden die Preisannahmen durch die AG Erfolgskontrolle für alle Massnahmen pauschal festgelegt und nicht weiter vertieft.

A2.2.6. Annahmen für die Aggregation auf die Richtwerte gemäss Tabelle 4

Für die Bestimmung der in Tabelle 4 (S. 40) dargestellten, aggregierten Richtwerte der Energie- und CO₂-Wirkungen je Massnahme wurden folgende Annahmen gemacht:

- Vor der Installation des geförderten Hauptheizsystems war in 75% der Fälle eine Ölheizung, in 20% der Fälle eine Gasheizung und in 5% der Fälle eine Elektroheizung installiert (Werte wurden in Anlehnung an die Statistik zum Gebäudeprogramm Teil A 2010 bis 2014 definiert). Liegen die effektiven fossilen Anteil und insbesondere die Anteile von Ölheizungen eines Förderprogramms tiefer resp. höher, resultiert entsprechend eine tiefere resp. höhere CO₂-Wirkung.
- Bei den Fernwärmenetzanschlüssen (M-07) wird davon ausgegangen, dass 20% der gelieferten Wärme nicht aus erneuerbaren Energien resp. Abwärme stammt und die gesamte im entsprechenden Wärmenetz verteilte Wärmemenge nicht von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung zu erfüllen. Unterstützt ein Förderprogramm Wärmenetzanschlüsse in Netzgebieten, in denen höhere Anteile der gelieferten Wärme nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammen oder auch andere Akteure Wirkung beanspruchen, reduzieren sich die Wirkungen entsprechend.

Für die Aggregation der Wirkungen bezüglich Mehrinvestitionen und nicht amortisierbaren Kosten auf die Richtwerte in Tabelle 4 (S. 40) wurde ausserdem folgende Verteilung geförderter Systemgrössen angenommen:

	10 kW _{th}	25 kW _{th}	50 kW _{th}	100 kW _{th}	200 kW _{th}	500 kW _{th}
h1b: M-03 Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	33%	33%	33%	–	–	–
h1c: M-04 Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	–	–	10%	40%	40%	10%
h1d: M-05 Luft-Wasser-Wärmepumpe	30%	30%	30%	10%	–	–
h1e: M-06 Sole-Wasser-, Wasser-Wasser-Wärmepumpe	10%	15%	30%	30%	10%	5%
h1f: M-07 Anschluss an ein Wärmenetz	10%	20%	35%	20%	10%	5%

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Pauschal angesetzt auf Basis eigener Einschätzung (nicht weiter vertieft, da nur bezüglich Wirkungen auf Mehrinvestitionen und in Kauf genommene nicht amortisierbare Kosten ergebnisrelevant).

A2.3. Ergänzende Haustechnikanlagen (M-08, M-09)

A2.3.1. Zu erhebende Daten (Modellinput)

Für die Bestimmung der Förderwirkungen von Solarkollektoren (M-08) resp. Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung (M-09) sind für jedes Förderprojekt folgende Daten zu erheben:

- Mengenparameter zur Definition der Systemgrösse:
 - Solarkollektoranlage (M-08): Thermische Nennleistung der Kollektoranlage (kW_{th})
 - Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung (M-09): Anzahl Wohneinheiten (-)
- Hauptheizsystem nach der Installation der Anlage (6 Kategorien): Öl, Gas, Elektro, Fernwärme, Wärmepumpe, Holz

A2.3.2. Energiewirkung der finanziellen Förderung

Die Energiewirkung der finanziellen Förderung von Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen entspricht der substituierten Nutzenergie (Solarkollektor), die nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, resp. der eingesparten Nutzenergie (Wohnungslüftung) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen), wobei bei der Wohnungslüftung der mit dieser verbundene Strommehrbedarf abgezogen wird:

$$EW = [1 - mht] * \sum_{t,i} [(a_{hi} * k_t + w_t - el_t) * G_{t,i} * LD_t] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

i	Index Förderprojekt i .
t	$t = \{t1, t2\}$; geförderte ergänzende Haustechnikanlage. t1: M-08 Solarkollektoranlage. t2: M-09 Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung
h	$h = \{h1, \dots, h6\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Installation</u> der ergänzenden Haustechnikanlage. h1: Öl. h2: Gas. h3: Elektro. h4: Fernwärme. h5: Wärmepumpe. h6: Holz.
a_h	Anteil Nutzwärme (%), der beim installierten Hauptheizsystem nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt (vgl. Tabelle 15).
$G_{t,i}$	Grössenparameter für Haustechnikanlage t im Förderprojekt i . Bei Solarkollektoranlagen (t1) in kW _{th} installierter Nennleistung, bei Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung (t2) in Anzahl Wohneinheiten.
k_t	Umrechnungsfaktor zur Bestimmung der jährlichen Nutzwärmeproduktion der Solarkollektoranlage (t1) auf Basis des Grössenparameters (in MWh pro kW _{th} und Jahr). $k_{t1} = 0,835$ (Annahme auf Basis Swissolar 2014b). Parameter für Wohnungslüftungen (t2) nicht relevant: $k_{t2} = 0$.
w_t	Jährliche Nutzwärmeeinsparung (MWh Raumwärme pro Wohneinheit und Jahr) bedingt durch die Wohnungslüftung (t2). $w_{t2} = 2,0$. Gerundeter Wert, Basis: Durchschnittlicher flächenbezogener Luftvolumenstrom $0,8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$; durchschnittliche EBF pro Wohneinheit: 120 m^2 ; Rückwärmzahl 80%; Heizgradtage: 3250. Spezifische Wärmekapazität Luft: $1,15 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \text{ K})$. Parameter für Solarkollektoranlagen (t1) nicht relevant: $w_{t1} = 0$.
el_t	Jährlicher Strommehrverbrauch (MWh Strom pro Wohneinheit und Jahr) bedingt durch die Wohnungslüftung (t2). $el_{t2} = 0,3$. Gerundeter Wert, Basis: Durchschnittlicher flächenbezogener Luftvolumenstrom $0,8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. Durchschnittliche EBF pro Wohneinheit: 120 m^2 . Antriebsleistung (Dauerleistung): $0,35 \text{ W}/(\text{m}^3 \text{ h})$. Parameter für Solarkollektoranlagen (t1) nicht relevant: $el_{t1} = 0$.
LD_t	Angenommene Lebensdauer der installierten Anlage t (in Jahren). Für Solarkollektoranlagen $LD_{t1} = 25$. Für Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung: $LD_{t2} = 15$. Angesetzt auf Basis HFM 2009/Richtwerte SIA.
mht	Anteil der geförderten Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen, die auch ohne die finanzielle Förderung installiert worden wären (20%; Erläuterungen vgl. A3.4).

Tabelle 15: Annahmen in Abhängigkeit des installierten Hauptheizsystems					
h = {h1, ..., h6}; installiertes Hauptheizsystem	Anteil (%) Nutzwärme a _h , der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt ¹⁾	Nutzungsgrade der Wärmeerzeugung n _{t,h} in kWh Nutzwärme pro kWh Endenergie ²⁾		Emissionsfaktoren e _h in kg CO ₂ /kWh ans Haus gelieferte Endenergie ³⁾	Energiepreise p _h in Fr./MWh ans Haus gelieferte Endenergie ⁴⁾
		t = t1 (Solarkollektoranlage)	t = t2 (Wohnungslüftung)		
h1: Öl	a _{h1} = 100%	n _{t1,h1} = 0,75	n _{t2,h1} = 0,85	e _{h1} = 0,265	p _{h1} = 100
h2: Gas	a _{h2} = 100%	n _{t1,h2} = 0,80	n _{t2,h2} = 0,90	e _{h2} = 0,202	p _{h2} = 100
h3: Elektro	a _{h3} = 100%	n _{t1,h3} = 0,95	n _{t2,h3} = 0,95	e _{h3} = 0,024	p _{h3} = 200
h4: Fernwärme	a _{h4} = 20%	n _{t1,h4} = 1 (per Definition)	n _{t2,h4} = 1 (per Definition)	e _{h4} = 0,170	p _{h4} = 100
h5: Wärmepumpe	a _{h5} = 33%	n _{t1,h5} = 3,0	n _{t2,h5} = 3,5	e _{h5} = 0,024	p _{h5} = 200
h6: Holz	a _{h6} = 0%	n _{t1,h6} = 0,65	n _{t2,h6} = 0,75	e _{h6} = 0	p _{h6} = 75

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Anteile sind im Modell nur für die Solarkollektoranlagen relevant, daher zu einem grossen Teil auf die Warmwassererzeugung bezogen, bei der die Nutzungsgrade typischerweise tiefer liegen als bei der Raumwärmeerzeugung. Wärmepumpe: Annahme JAZ 3,0. Anschluss an ein Wärmenetz: Anteil von 20% wird in Übereinstimmung mit der im HFM aufgeführten Förderbeitragsbedingung für die Massnahme M-07 pauschal festgelegt. Diese Anforderung entspricht grob dem schweizerischen Durchschnitt (nicht im Detail überprüft; gemäss Treibhausgasinventar stammen knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien, davon aber ein grosser Teil aus verbrannten Abfällen, wobei die daraus genutzte Wärme als „Abwärme“ betrachtet wird).

2) Pauschal festgelegt, in Anlehnung an Prognos 2012. Annahme: Mit Solarkollektoren wird v.a. Warmwasser aus anderen Energiequellen substituiert, sodass die angenommenen Nutzungsgrade etwas tiefer liegen als bei den Wohnungslüftungen, bei denen Raumwärme eingespart wird.

3) Emissionsfaktoren: Standardwerte BAFU/CO₂-Gesetzgebung. Ausnahme Emissionsfaktor Fernwärme: Ausgegangen wird von der Annahme des BFE für Gebäudeprogramm Teil A (basierend auf dem Bericht zum Schweizer Treibhausgasinventar, Kategorie 1A1a), gemäss derer der durchschnittliche Emissionsfaktor von Fernwärme pro kWh bezogene Wärme rund 0,17 kg CO₂/kWh beträgt, weil knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien stammt (v.a. fossile Abfälle).

4) Über die Lebensdauer der Massnahmen durchschnittliche Energiepreise. Pauschal festgelegt, in Anlehnung an BFE/BAFU 2015a (Öl, Gas), BFE 2014a (Strom), HFM 2009 (Fernwärme), WVS 2015 (Holz). Die hier angenommenen Energiepreise entsprechen den durchschnittlichen Energiepreisen über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen. Weil die Prognoseunsicherheiten über lange Zeiträume sowieso sehr hoch sind (es geht um Zeiträume bis 2040) und vertiefte Analysen den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt hätten, wurden die Preisannahmen durch die AG Erfolgskontrolle für alle Massnahmen pauschal festgelegt und nicht weiter vertieft.

A2.3.3. CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte CO₂-Emissionsreduktion bei Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) berechnet sich wie folgt:

$$CO2W = [1 - mht] * \sum_{t,i} \left[\left((k_t + w_t) * \varepsilon_{t,hi} - e_{l_t} * EF_{el} \right) * G_{t,i} * LD_t \right] \quad [t \text{ CO}_2]$$

i Index Förderprojekt *i*.

t t = {t1,t2}; geförderte ergänzende Haustechnikanlage.
t1: M-08 Solarkollektoranlage. t2: M-09 Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

h h = {h1, ..., h6}; Hauptheizsystem nach der Installation der ergänzenden Haustechnikanlage.
h1: Öl. h2: Gas. h3: Elektro. h4: Fernwärme. h5: Wärmepumpe. h6: Holz.

$G_{t,i}$	Grössenparameter für Haustechnikanlage t im Förderprojekt i. Bei Solarkollektoranlagen (t1) in kW _{th} installierter Nennleistung, bei Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung (t2) in Anzahl Wohneinheiten.
k_t	Umrechnungsfaktor zur Bestimmung der jährlichen Nutzwärmeproduktion der Solarkollektoranlage (t1) auf Basis des Grössenparameters (in MWh pro kW _{th} und Jahr). $k_{t1} = 0,835$ (Annahme auf Basis Swissolar 2014b). Parameter für Wohnungslüftungen (t2) nicht relevant: $k_{t2} = 0$.
w_t	Jährliche Nutzwärmeeinsparung (MWh Raumwärme pro Wohneinheit und Jahr) bedingt durch die Wohnungslüftung (t2). $w_{t2} = 2,0$. Gerundeter Wert, Basis: Durchschnittlicher flächenbezogener Luftvolumenstrom $0,8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$; durchschnittliche EBF pro Wohneinheit: 120 m^2 ; Rückwärmzahl 80%; Heizgradtage: 3250. Spezifische Wärmekapazität Luft: $1,15 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \text{ K})$. Parameter für Solarkollektoranlagen (t1) nicht relevant: $w_{t1} = 0$.
el_t	Jährlicher Strommehrverbrauch (MWh Strom pro Wohneinheit und Jahr) bedingt durch die Wohnungslüftung (t2). $el_{t2} = 0,3$. Gerundeter Wert, Basis: Durchschnittlicher flächenbezogener Luftvolumenstrom $0,8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. Durchschnittliche EBF pro Wohneinheit: 120 m^2 . Antriebsleistung (Dauerleistung): $0,35 \text{ W}/(\text{m}^3 \text{ h})$. Parameter für Solarkollektoranlagen (t1) nicht relevant: $el_{t1} = 0$.
LD_t	Angenommene Lebensdauer der installierten Anlage t (in Jahren). Für Solarkollektoranlagen $LD_{t1} = 25$. Für Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung: $LD_{t2} = 15$. Angesetzt auf Basis HFM 2009/Richtwerte SIA.
mht	Anteil der geförderten Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen, die auch ohne die finanzielle Förderung installiert worden wären (20%; Erläuterungen vgl. A3.4).
$\varepsilon_{t,h}$	Durchschnittlicher Emissionsfaktor über die Lebensdauer der geförderten Massnahme (kg CO ₂ pro kWh Nutzwärme) in Abhängigkeit der installierten Anlage t sowie des Hauptheizsystems h (Berechnung vgl. Formel unten).
$EFel$	Durchschnittlicher Emissionsfaktor Strom über die Lebensdauer der geförderten Massnahme (kg CO ₂ pro kWh Strom). $EFel = 0,024$. In Übereinstimmung mit den Vorgaben gemäss CO ₂ -Gesetzgebung.

Der über die Lebensdauer der Massnahmen durchschnittliche Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme berechnet sich dabei wie folgt:

$$\varepsilon_{t,h} = \frac{e_h}{n_{t,h}} * r_{t,h} \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh Nutzwärme}]$$

e_h Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO₂/kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 15).

$n_{t,h}$ Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) je nach installierter Anlage t und Hauptheizsystem h (vgl. Tabelle 15).

$r_{t,h}$ Reduktionsfaktor (%) zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme über die Lebensdauer der geförderten Massnahme in Abhängigkeit der geförderten Anlage t sowie des Hauptheizsystems h . $r_{t1,h1} = 87\%$. $r_{t1,h4} = 94\%$. Für alle übrigen Heizsysteme sowie generell für Wohnungslüftungen ist der Reduktionsfaktor nicht relevant und beträgt $r_{t1,h2} = r_{t1,h3} = r_{t1,h5} = r_{t1,h6} = r_{t2,h1} = r_{t2,h2} = r_{t2,h3} = r_{t2,h4} = r_{t2,h5} = r_{t2,h6} = 0$. Erläuterungen vgl. A3.5.

A2.3.4. Wirkung der finanziellen Förderung auf die Investitionen

Die durch die finanzielle Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen bei Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnen sich wie folgt:

$$MI = \sum_{t,i} mih_{t,i} = \sum_{t,i} [(1 - mht) * (gin_t * d_{t,i} + vin_t * G_{t,i})] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i Index Förderprojekt i .

t $t = \{t1,t2\}$; geförderte ergänzende Haustechnikanlage.
t1: M-08 Solarkollektoranlage. t2: M-09 Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

$d_{t,i}$ Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung, ob die ergänzende Haustechnikanlage t im Projekt i installiert worden ist. Es gilt: $d_{t,i} = 1$ falls $G_{t,i} > 0$ und $d_{t,i} = 0$ falls $G_{t,i} = 0$.

gin_t Unabhängig vom Grössenparameter anfallende Grundinvestition (in 1000 Fr.) je nach installierter Anlage t1 oder t2. Für Solarkollektoranlagen (t1) gilt $gin_{t1} = 8,0$ (Swissolar/INFRAS in Anlehnung an HFM 2009 und EBP 2014). Für Wohnungslüftungen (t2) gilt definitionsgemäss $gin_{t2} = 0$ (angesetztes Kostenmodell berücksichtigt ausschliesslich Kosten pro Wohneinheit (vgl. unten).

$G_{t,i}$ Grössenparameter für Haustechnikanlage t im Förderprojekt i . Bei Solarkollektoranlagen (t1) in kW_{th} installierter Nennleistung, bei Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung (t2) in Anzahl Wohneinheiten.

vin_t Abhängig vom Grössenparameter und zusätzlich zur Grundinvestition anfallende Investition (in 1000 Fr. pro Einheit des erhobenen Grössenparameters) je nach installierter Anlage t1 oder t2. Für Solarkollektoranlagen (t1) gilt $vin_{t1} = 2,5$ (Swissolar/INFRAS in Anlehnung an HFM 2009 und EBP 2014). Für Wohnungslüftungen (t2) gilt $vin_{t2} = 12$ (in Anlehnung an HFM 2009).

mht Anteil der geförderten Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen, die auch ohne die finanzielle Förderung installiert worden wären (20%; Erläuterungen vgl. A3.4).

A2.3.5. Wirkung der finanziellen Förderung auf die nicht amortisierbaren Kosten

Die Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten entspricht bei Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen der Summe aus den durch die

Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen sowie Unterhaltsmehrkosten (diskontiert) abzüglich den durch die Förderung bewirkten, diskontierten Energiekosteneinsparungen.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

NAM Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten (1000 Fr.) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne finanzielle Förderung (für Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen).

EK Durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Anlagen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten)

MI Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) bei Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.3.4).

UK Durch die finanzielle Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten (1000 Fr.) bei Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten).

Dabei werden die durch die Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten vereinfachend auf pauschal 1% der durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen festgelegt (angelehnt an HFM 2009 sowie die Grössenordnung gemäss SIA-Richtwerten):

$$UK = 1\%/Jahr * \sum_{t,i} [miht_{t,i} * LD_t * df_t] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i Index Förderprojekt i.

t $t = \{t_1, t_2\}$; geförderte ergänzende Haustechnikanlage.
t1: M-08 Solarkollektoranlage. t2: M-09 Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

miht_{t,i} Durch die Förderung von Anlage t im Projekt i im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (Berechnung vgl. A2.3.4).

LD_t Angenommene Lebensdauer der installierten Anlage t (in Jahren). Für Solarkollektoranlagen $LD_{t1} = 25$. Für Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung: $LD_{t2} = 15$. Angesetzt auf Basis HFM 2009/Richtwerte SIA.

df_t Diskontierungsfaktor in Abhängigkeit installierten Anlage t (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. Für Solarkollektoren beträgt $df_{t1} = 0,72$. Für Wohnungslüftungen beträgt $df_{t2} = 0,82$.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Anlagen (diskontiert) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$EK = [1 - mht] * \sum_{t,i} \left[\left((k_t + w_t) * \frac{p_{h_i}}{n_{t,h_i}} - el_t * Pel \right) * G_{t,i} * LD_t * df_t \right] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>i</i>	Index Förderprojekt i.
<i>t</i>	t = {t1,t2}; geförderte ergänzende Haustechnikanlage. t1: M-08 Solarkollektoranlage. t2: M-09 Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung
<i>h</i>	h = {h1, ..., h6}; Hauptheizsystem <u>nach der Installation</u> der ergänzenden Haustechnikanlage. h1: Öl. h2: Gas. h3: Elektro. h4: Fernwärme. h5: Wärmepumpe. h6: Holz.
<i>G_{t,i}</i>	Grössenparameter für Haustechnikanlage t im Förderprojekt i. Bei Solarkollektoranlagen (t1) in kW _{th} installierter Nennleistung, bei Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung (t2) in Anzahl Wohneinheiten.
<i>k_t</i>	Umrechnungsfaktor zur Bestimmung der jährlichen Nutzwärmeproduktion der Solarkollektoranlage (t1) auf Basis des Grössenparameters (in MWh pro kW _{th} und Jahr). k _{t1} = 0,835 (Annahme auf Basis Swissolar 2014b). Parameter für Wohnungslüftungen (t2) nicht relevant: k _{t2} = 0.
<i>w_t</i>	Jährliche Nutzwärmeeinsparung (MWh Raumwärme pro Wohneinheit und Jahr) bedingt durch die Wohnungslüftung (t2). w _{t2} = 2,0. Gerundeter Wert, Basis: Durchschnittlicher flächenbezogener Luftvolumenstrom 0,8 m ³ /(h m ²); durchschnittliche EBF pro Wohneinheit: 120 m ² ; Rückwärmzahl 80%; Heizgradtage: 3250. Spezifische Wärmekapazität Luft: 1,15 kJ/(m ³ K). Parameter für Solarkollektoranlagen (t1) nicht relevant: w _{t1} = 0.
<i>el_t</i>	Jährlicher Strommehrverbrauch (MWh Strom pro Wohneinheit und Jahr) bedingt durch die Wohnungslüftung (t2). el _{t2} = 0,3. Gerundeter Wert, Basis: Durchschnittlicher flächenbezogener Luftvolumenstrom 0,8 m ³ /(h m ²). Durchschnittliche EBF pro Wohneinheit: 120 m ² . Antriebsleistung (Dauerleistung): 0,35 W/(m ³ h). Parameter für Solarkollektoranlagen (t1) nicht relevant: el _{t1} = 0.
<i>LD_t</i>	Angenommene Lebensdauer der installierten Anlage t (in Jahren). Für Solarkollektoranlagen LD _{t1} = 25. Für Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung: LD _{t2} = 15. Angesetzt auf Basis HFM 2009/Richtwerte SIA.
<i>p_h</i>	Endenergiepreis (Fr./kWh Endenergie) in Abhängigkeit des installierten Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 15).
<i>n_{t,h}</i>	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) je nach installierter Anlage t und Hauptheizsystem h (vgl. Tabelle 15).
<i>Pel</i>	Durchschnittlicher Strompreis (Fr. pro kWh Strombezug) über die Lebensdauer der geförderten Massnahme. Pel = 0.20. Erläuterung zur Festlegung der Energiepreise vgl. Kommentar zur Tabelle 15.

mht	Anteil der geförderten Solarkollektoren resp. Wohnungslüftungen, die auch ohne die finanzielle Förderung installiert worden wären (20%; Erläuterungen vgl. A3.4).
df_t	Diskontierungsfaktor in Abhängigkeit installierten Anlage t (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. Für Solarkollektoren beträgt $df_{t1} = 0,72$. Für Wohnungslüftungen beträgt $df_{t2} = 0,82$.

A2.3.6. Annahmen für die Aggregation auf die Richtwerte gemäss Tabelle 4

Für die Bestimmung der in Tabelle 4 (S. 40) dargestellten, aggregierten Richtwerte der Energie- und CO₂-Wirkungen je Massnahme wurden folgende Annahmen gemacht:

- In den bestehenden Gebäuden, in denen die Solarkollektoranlage resp. die Wohnungslüftung installiert wird, war als Hauptheizsystem in 60% der Fälle eine Ölheizung, in 15% der Fälle eine Gasheizung, in 5% der Fälle eine Elektroheizung, in 7,5% der Fälle ein Fernwärmenetzanschluss, in 5% der Fälle eine Wärmepumpe und in 7,5% der Fälle eine Holzfeuerung installiert (Werte wurden in Anlehnung an die Statistik zum Gebäudeprogramm Teil A 2010 bis 2014 definiert). Die mit einem Förderprogramm effektiv erzielten Energiewirkungen liegen bei geförderten Solarkollektoranlagen umso höher, je höher der Anteil nicht erneuerbar (Öl, Gas, Elektro) betriebener Hauptheizsysteme liegt (Wohnungslüftungen betrifft dies nicht). Ausserdem gilt für Solarkollektoranlagen und Wohnungslüftungen generell, dass höhere fossile Anteile und speziell höhere Anteile ölbeheizter Gebäude zu einer entsprechend höheren CO₂-Wirkung führen.
- Für die Aggregation der Wirkungen bezüglich Mehrinvestitionen und nicht amortisierbaren Kosten für Solarkollektoranlagen auf die Richtwerte in Tabelle 4 (S. 40) wurde ausserdem eine durchschnittliche Systemgrösse von 10 kW_{th} angenommen.

A2.4. Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen (M-10, M-11)

A2.4.1. Zu erhebende Daten (Modellinput)

Für die Bestimmung der Förderwirkungen von Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen (M-10, M-11) sind für jedes Förderprojekt folgende Daten zu erheben:

- Gebäudetyp (3 Kategorien): Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau
- Energiebezugsfläche vor Massnahme (m² EBF)
- Parameter zur Bemessung der Sanierungsqualität:
 - M-10: Anzahl GEAK-Effizienzklassen, um die das Gebäude sowohl bei Gebäudehülle wie auch in Bezug auf die Gesamtenergieeffizienz verbessert wurde (Erhebung in 5 Kategorien): 2 Klassen, 3 Klassen, 4 Klassen, 5 Klassen, 6 Klassen.

- M-11: Anzahl Stufen, um die sowohl der Heizwärmebedarf wie auch der Heizenergiebedarf aus Öl, Gas, Strom resp. Fernwärme verbessert wurde (Stufeneinteilung vgl. Kap. 3.2; Erhebung in 5 Kategorien): 2 Stufen, 3 Stufen, 4 Stufen, 5 Stufen, 6 Stufen.
- Hauptheizsystem vor Massnahme (6 Kategorien): Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung.
- Hauptheizsystem nach Massnahme (6 Kategorien): Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung.

A2.4.2. Energiewirkung der finanziellen Förderung

Die Energiewirkung der finanziellen Förderung von Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen entspricht der Summe aus der Nutzenergieeinsparung (erzielt durch Massnahmen an der Gebäudehülle) und der darüber hinaus zusätzlich substituierten Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen (erzielt durch Heizsystemwechsel) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

$$EW = \Delta Q + S \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

EW Energiewirkung der finanziellen Förderung von Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen (MWh, Stufe Nutzenergie) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

ΔQ Durch die finanzielle Förderung bewirkte Nutzenergieeinsparung (MWh) bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

S Durch die finanzielle Förderung zusätzlich zur Nutzenergieeinsparung bewirkte Substitution von Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen (MWh) bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Nutzenergieeinsparung bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) berechnet sich wie folgt:

$$\Delta Q = LDGH * \sum_i [(q_{ref_{n_i, s_i}} - q_{1_{n_i, s_i}}) * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i Index Förderprojekt *i*.

n	$n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
s	$s = \{s1, \dots, s5\}$; erzielte energetische Verbesserung. s1: 2 Klassen/Stufen. s2: 3 Klassen/Stufen. s3: 4 Klassen/Stufen. s4: 5 Klassen/Stufen. s5: 6 Klassen/Stufen.
$q_{ref,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (Berechnung vgl. Formel unten).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (angenommene Werte vgl. Tabelle 16).
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i <u>vor der Sanierung</u> .

Der Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh/m² EBF/Jahr) im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung wird dabei wie folgt bestimmt:

$$q_{ref,n,s} = q_{0,n} - M - mgh * [q_{0,n} - M - q_{1,n,s}] \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ EBF/Jahr}]$$

$q_{0,n}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>vor der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n (vgl. Tabelle 16).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (angenommene Werte vgl. Tabelle 16).
M	Nutzenergieeinspareffekt von Fensterersatz sowie Wärmedämmung gegen unbeheizte Räume im Durchschnitt über alle geförderten ganzheitlichen Gebäudesanierungen. Es gilt: $M = 10 \text{ kWh pro m}^2 \text{ EBF und Jahr}$. Erläuterungen vgl. A3.2.
mgh	Anteil des durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich erzielten Einspareffekts über die Lebensdauer der Massnahmen gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).

Tabelle 16: Annahmen Wärmebedarf¹⁾ Raumwärme und Warmwasser in kWh/m² EBF/Jahr			
s = {s1, ... , s5}; Verbesserung der Gebäudehülle	n = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie		
	n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
s1: 2 Klassen/Stufen	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s1} = 98	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s1} = 89	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s1} = 76
s2: 3 Klassen/Stufen	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s2} = 82	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s2} = 76	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s2} = 64
s3: 4 Klassen/Stufen	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s3} = 66	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s3} = 63	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s3} = 52
s4: 5 Klassen/Stufen	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s4} = 50	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s4} = 50	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s4} = 40
s5: 6 Klassen/Stufen	q _{0n1} = 130 q _{1n1,s5} = 34	q _{0n2} = 115 q _{1n2,s5} = 37	q _{0n3} = 100 q _{1n3,s5} = 28

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Werte vor der Sanierung in Anlehnung an Prognos 2012, Werte nach der Sanierung unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten typischer Gebäude sowie Anforderungen Minergie resp. SIA 380/1:2009 (Verbesserung je Klasse/Stufe: -16 kWh/m² EBF bei EFH, -13 kWh/m² EBF bei MFH, -12 kWh/m² EBF bei NWB). Die effektiv erreichte Verbesserung hängt stark von der spezifischen Ausgangslage eines Gebäudes bezüglich bestehender Bausubstanz sowie Gebäudegeometrie ab. Bei der Förderung nach GEAK-Effizienzklasse besteht zudem Spielraum innerhalb einer Klassierung. Weil zur Bestimmung des Einspareffekts nur die Anzahl verbesserter Klassen/Stufen sowie die Gebäudenutzungskategorie zur Verfügung steht (die Erhebung weiterer Parameter ist gemäss AG Erfolgskontrolle nicht vollzugstauglich), die Unsicherheiten in den Wirkungsschätzungen generell hoch sind und weitergehende Analysen im Budgetrahmen des HFM-Revisionsprojekts nicht möglich waren, wurde auf eine weitere Vertiefung der Annahmen verzichtet. Sollten zukünftig bessere Grundlagen zur Verfügung stehen, können die Annahmen entsprechend angepasst werden.

Die zusätzlich bewirkte Substitution von Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) wird wie folgt bestimmt:

$$S = LDWE * \sum_i [(a_{ref_{h0i,h1i}} - a_{h1i}) * q_{1n_i,s_i} * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

LDWE Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Wärmeerzeugung (15 Jahre).

i Index Förderprojekt *i*.

n *n* = {n1,n2,n3}; Gebäudenutzungskategorie.
n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.

s *s* = {s1, ... ,s5}; erzielte energetische Verbesserung.
s1: 2 Klassen/Stufen. s2: 3 Klassen/Stufen. s3: 4 Klassen/Stufen. s4: 5 Klassen/Stufen. s5: 6 Klassen/Stufen.

h0 *h0* = {h0a, ... ,h0f}; Hauptheizsystem vor der Sanierung.
h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.

h1 *h1* = {h1a, ... ,h1f}; Hauptheizsystem nach der Sanierung.
h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.

$aref_{h0,h1}$	Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor (h_0) und nach (h_1) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$a1_{h1}$	Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h_1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
$q1_{n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (angenommene Werte vgl. Tabelle 16).
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i <u>vor der Sanierung</u> .

Der Anteil Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, berechnet sich dabei wie folgt:

$$aref_{h0,h1} = [1 - d_{h0,h1}] * a1_{h1} + d_{h0,h1} * [mwe * a1_{h1} + [1 - mwe] * a0_{h0}] \quad [\%]$$

$d_{h0,h1}$	Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmaßnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 17).
$a0_{h0}$	Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor der Sanierung h_0 (vgl. Tabelle 18).
$a1_{h1}$	Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, in Abhängigkeit des Hauptheizsystems nach der Sanierung h_1 (vgl. Tabelle 18).
mwe	Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

Tabelle 17: Heizsystemwechsel, die als Einzelmassnahmen im HFM 2015 enthalten sind (1=ja, 0=nein)

h0 = {h0a, ... , h0f}; Hauptheizsystem vor der Sanierung	h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem <u>nach</u> Sanierung					
	h1a: Öl	h1b: Gas	h1c: Elektro	h1d: Fernwärme	h1e: Wärmepumpe	h1f: Holz
h0a: Öl	d _{h0a,h1a} = 0	d _{h0a,h1b} = 0	d _{h0a,h1c} = 0	d _{h0a,h1d} = 1	d _{h0a,h1e} = 1	d _{h0a,h1f} = 1
h0b: Gas	d _{h0b,h1a} = 0	d _{h0b,h1b} = 0	d _{h0b,h1c} = 0	d _{h0b,h1d} = 1	d _{h0b,h1e} = 1	d _{h0b,h1f} = 1
h0c: Elektro	d _{h0c,h1a} = 0	d _{h0c,h1b} = 0	d _{h0c,h1c} = 0	d _{h0c,h1d} = 1	d _{h0c,h1e} = 1	d _{h0c,h1f} = 1
h0d: Fernwärme	d _{h0d,h1a} = 0	d _{h0d,h1b} = 0	d _{h0d,h1c} = 0	d _{h0d,h1d} = 0	d _{h0d,h1e} = 0	d _{h0d,h1f} = 0
h0e: Wärmepumpe	d _{h0e,h1a} = 0	d _{h0e,h1b} = 0	d _{h0e,h1c} = 0	d _{h0e,h1d} = 0	d _{h0e,h1e} = 0	d _{h0e,h1f} = 0
h0f: Holz	d _{h0f,h1a} = 0	d _{h0f,h1b} = 0	d _{h0f,h1c} = 0	d _{h0f,h1d} = 0	d _{h0f,h1e} = 0	d _{h0f,h1f} = 0

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS im Rahmen der strategischen Auswahl der Massnahmen des HFM 2015 (vgl. dazu die Erläuterungen im Kap. 1.3), das bei Hauptheizungswechsel in bestehenden Bauten ausschliesslich Wechsel von fossilen oder direkt-elektrischen Heizsystemen auf Wärmenetzanschlüsse, Wärmepumpen sowie Holzfeuerungen umfasst.

Tabelle 18: Anteil Nutzwärme nicht aus Erneuerbaren/Abwärme, Nutzungsgrade, Emissionsfaktoren

h0 = {h0a, ... , h0f}/ h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem vor/nach der Sanierung	Anteil Nutzwärme, der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt ¹⁾ (%)	Nutzungsgrade Raum- wärme und Warmwas- ser ²⁾ (kWh Nutzwär- me/kWh Endenergie)	Emissionsfaktoren ³⁾ (kg CO ₂ /kWh Endenergie)
h0a/h1a: Öl	a _{h0a} = a _{h1a} = 100%	n _{h0a} = n _{h1a} = 0,80	e _{h0a} = e _{h1a} = 0,265
h0b/h1b: Gas	a _{h0b} = a _{h1b} = 100%	n _{h0b} = n _{h1b} = 0,85	e _{h0b} = e _{h1b} = 0,202
h0c/h1c: Elektro	a _{h0c} = a _{h1c} = 100%	n _{h0c} = n _{h1c} = 0,95	e _{h0c} = e _{h1c} = 0,024
h0d/h1d: Fernwärme	a _{h0d} = a _{h1d} = 20%	n _{h0d} = n _{h1d} = 1	e _{h0d} = e _{h1d} = 0,170
h0e/h1e: Wärmepumpe	a _{h0e} = a _{h1e} = 33%	n _{h0e} = n _{h1e} = 3,0	e _{h0e} = e _{h1e} = 0,024
h0f/h1f: Holz	a _{h0f} = a _{h1f} = 0%	n _{h0f} = n _{h1f} = 0,65	e _{h0f} = e _{h1f} = 0

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Wärmepumpe mit JAZ 3,0 bezogen auf die Warmwasser- und die Raumwärmeproduktion. Anschluss an ein Wärmenetz: Anteil von 20% wird in Übereinstimmung mit der im HFM aufgeführten Förderbeitragsbedingung für M-07 festgelegt. Diese Anforderung entspricht grob dem schweizerischen Durchschnitt (nicht im Detail überprüft; gemäss Treibhausgasinventar stammen knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien, davon aber ein grosser Teil aus verbrannten Abfällen, wobei die daraus genutzte Wärme als „Abwärme“ betrachtet wird).

2) Pauschal festgelegt, in Anlehnung an Prognos 2012.

3) Emissionsfaktoren: Grundsätzlich Standardwerte BAFU/CO₂-Gesetzgebung. Emissionsfaktor Fernwärme: Ausgegangen wird von der Annahme des BFE für Gebäudeprogramm Teil A (basierend auf dem Bericht zum Schweizer Treibhausgasinventar, Kategorie 1A1a), gemäss derer der durchschnittliche Emissionsfaktor von Fernwärme pro kWh bezogene Wärme rund 0,17 kg CO₂/kWh beträgt, weil knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien stammt (v.a. fossile Abfälle).

A2.4.3. CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte CO₂-Emissionsreduktion bei Sanierungen in umfangreichen Etappen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) berechnet sich wie folgt:

$$CO2W = LDGH * \sum_i \left[\left(qref_{n_i, s_i} * eref_{h0, h1_i} - q1_{n_i, s_i} * \frac{e1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} * r1_{h1_i} \right) * EBF_i \right] \quad [t CO_2]$$

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i	Index Förderprojekt i .
n	$n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
s	$s = \{s1, \dots, s5\}$; erzielte energetische Verbesserung. s1: 2 Klassen/Stufen. s2: 3 Klassen/Stufen. s3: 4 Klassen/Stufen. s4: 5 Klassen/Stufen. s5: 6 Klassen/Stufen.
$h0$	$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}$; Hauptheizsystem <u>vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.
$q_{ref,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (Berechnung vgl. Formel unten).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (angenommene Werte vgl. Tabelle 16).
$\epsilon_{ref,h0,h1}$	Durchschnittlicher Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor ($h0$) und nach ($h1$) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$e_{1,h1}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems $h1$ nach der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
$n_{1,h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems $h1$ nach der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
$r_{1,h1}$	Reduktionsfaktor (%) zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme in den nächsten 40 Jahren in Abhängigkeit des Hauptheizsystems $h1$ nach der Sanierung. $r_{1,h1a} = 60\%$ (Öl). $r_{1,h1b} = 75\%$ (Gas). $r_{1,h1d} = 90\%$. (Fernwärme). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $r_{1,h1c} = r_{1,h1e} = r_{1,h1f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i <u>vor der Sanierung</u> .

Der Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh/m² EBF/Jahr) im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung wird dabei wie folgt bestimmt:

$$q_{ref,n,s} = q_{0,n} - M - mgh * [q_{0,n} - M - q_{1,n,s}] \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ EBF/Jahr}]$$

$q_{0,n}$ Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m² EBF und Jahr) vor der Sanierung in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n (vgl. Tabelle 16).

$q1_{n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (angenommene Werte vgl. Tabelle 16).
M	Nutzenergieeinspareffekt von Fensterersatz sowie Wärmedämmung gegen unbeheizte Räume im Durchschnitt über alle geförderten ganzheitlichen Gebäudesanierungen. Es gilt: $M = 10$ kWh pro m ² EBF und Jahr. Erläuterungen vgl. A3.2.
mg_h	Anteil des durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich erzielten Einspareffekts über die Lebensdauer der Massnahmen gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).

Der Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme (kg CO₂/kWh Nutzwärme) im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$e_{ref_{h0,h1}} = (1 - d_{h0,h1}) * \frac{e1_{h1}}{n1_{h1}} * r1_{h1} + d_{h0,h1} * \left[mwe * \frac{e1_{h1}}{n1_{h1}} * r1_{h1} + (1 - mwe) * \frac{e0_{h0}}{n0_{h0}} * r0_{h0} \right] \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh Nutzwärme}]$$

$d_{h0,h1}$	Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmaßnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 17).
$e0_{h0}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
$e1_{h1}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
$n0_{h0}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
$n1_{h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
mwe	Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).
$r0_{h0}$	Reduktionsfaktor (%) zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme in den nächsten 40 Jahren in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung. $r0_{h0a} = 60\%$ (Öl). $r0_{h0b} = 75\%$ (Gas). $r0_{h0d} = 90\%$. (Fernwärme). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $r0_{h0c} = r0_{h0e} = r0_{h0f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.
$r1_{h1}$	Reduktionsfaktor (%) zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme in den nächsten 40 Jahren in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung. $r1_{h1a} = 60\%$ (Öl). $r1_{h1b} = 75\%$ (Gas). $r1_{h1d} = 90\%$. (Fernwärme). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $r1_{h1c} = r1_{h1e} = r1_{h1f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.

A2.4.4. Wirkung der finanziellen Förderung auf die Investitionen

Die durch die finanzielle Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnen sich wie folgt:

$$MI = \sum_i migh_i + \sum_i miwe_i$$

$$= \sum_i [(1 - mgh) * (ie_{n_i,s_i} - ip_{n_i,s_i}) * EBF_i] + \sum_i [d_{h0_i,h1_i} * (1 - mwe) * iw_{n_i,s_i,h1_i} * EBF_i] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i	Index Förderprojekt i .
n	$n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
s	$s = \{s1, \dots, s5\}$; erzielte energetische Verbesserung. s1: 2 Klassen/Stufen. s2: 3 Klassen/Stufen. s3: 4 Klassen/Stufen. s4: 5 Klassen/Stufen. s5: 6 Klassen/Stufen.
$h0$	$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}$; <u>Hauptheizsystem vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; <u>Hauptheizsystem nach der Sanierung</u> . h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.
mgh	Anteil des durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich erzielten Einspareffekts über die Lebensdauer der Massnahmen gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).
$ie_{n,s}$	Investitionen (in 1000 Fr./m ² EBF) für die Sanierung der Gebäudehülle in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s , wobei für Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich von einer <u>energetischen Sanierung</u> gemäss Anforderungen HFM 2015 und für Fenster und Bauteile gegen unbeheizte Räume von einer <u>energetischen Sanierung</u> gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE 2014) ausgegangen wird. Angenommene Werte inkl. Erläuterungen vgl. Tabelle 19.
$ip_{n,s}$	Investitionen (in 1000 Fr./m ² EBF) für die Sanierung der Gebäudehülle in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s , wobei für Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich von einer <u>nicht energetischen Sanierung</u> und für Fenster und Bauteile gegen unbeheizte Räume von einer <u>energetischen Sanierung</u> gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE 2014) ausgegangen wird. Angenommene Werte inkl. Erläuterungen vgl. Tabelle 19.
$d_{h0,h1}$	Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmassnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 17).

mwe Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

iW_{n,s,h1} Mehrinvestitionen (in 1000 Fr./m² EBF) für den Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt elektrisch auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz im Vergleich zur Kompletterneuerung des alten Hauptheizsystems. Nur relevant, falls vor der Sanierung ein fossiles oder direkt elektrisches Hauptheizsystem und nach der Sanierung ein Wärmenetzanschluss, eine Wärmepumpe oder eine Holzfeuerung installiert ist (wird über die Schaltvariable $d_{h0,h1}$ berücksichtigt, vgl. oben). Angenommene Werte inkl. Erläuterungen vgl. Tabelle 20.

Tabelle 19: Angenommene Investitionen in die Gebäudehülle ¹⁾ (in Fr./m ² EBF)			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ip_{n,s3}: Geschätzte Investitionen (in Fr./m² EBF) Gesamtsanierung Gebäudehülle für eine <u>nicht energetische Sanierung</u> von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich und eine <u>energetische Sanierung</u> der Fenster und der Bauteile gegen unbeheizte Räume gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE n 2014). ▪ ie_{n,s3}: Geschätzte Investitionen (in Fr./m² EBF) Gesamtsanierung Gebäudehülle für eine <u>energetische Sanierung</u> von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich gemäss Anforderungen HFM 2015 sowie eine <u>energetische Sanierung</u> der Fenster und der Bauteile gegen unbeheizte Räume gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE n 2014). 			
s = {s1, ... , s5}; energetische Verbesserung	n = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie		
	n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
s1: 2 Klassen/ Stufen	ip _{n1,s1} = 50% * ip _{n1,s3} ³⁾ ie _{n1,s1} = 50% * ie _{n1,s3} ³⁾	ip _{n2,s1} = 50% * ip _{n2,s3} ³⁾ ie _{n2,s1} = 50% * ie _{n2,s3} ³⁾	ip _{n3,s1} = 50% * ip _{n3,s3} ³⁾ ie _{n3,s1} = 50% * ie _{n3,s3} ³⁾
s2: 3 Klassen/ Stufen	ip _{n1,s2} = 75% * ip _{n1,s3} ³⁾ ie _{n1,s2} = 75% * ie _{n1,s3} ³⁾	ip _{n2,s2} = 75% * ip _{n2,s3} ³⁾ ie _{n2,s2} = 75% * ie _{n2,s3} ³⁾	ip _{n3,s2} = 75% * ip _{n3,s3} ³⁾ ie _{n3,s2} = 75% * ie _{n3,s3} ³⁾
s3: 4 Klassen/ Stufen	ip _{n1,s3} = 580 ²⁾ ie _{n1,s3} = 790 ²⁾	ip _{n2,s3} = 360 ²⁾ ie _{n2,s3} = 480 ²⁾	ip _{n3,s3} = 300 ²⁾ ie _{n3,s3} = 380 ²⁾
s4: 5 Klassen/ Stufen	ip _{n1,s4} = 125% * ip _{n1,s3} ³⁾ ie _{n1,s4} = 125% * ie _{n1,s3} ³⁾	ip _{n2,s4} = 125% * ip _{n2,s3} ³⁾ ie _{n2,s4} = 125% * ie _{n2,s3} ³⁾	ip _{n3,s4} = 125% * ip _{n3,s3} ³⁾ ie _{n3,s4} = 125% * ie _{n3,s3} ³⁾
s5: 6 Klassen/ Stufen	ip _{n1,s5} = 150% * ip _{n1,s3} ³⁾ ie _{n1,s5} = 150% * ie _{n1,s3} ³⁾	ip _{n2,s5} = 150% * ip _{n2,s3} ³⁾ ie _{n2,s5} = 150% * ie _{n2,s3} ³⁾	ip _{n3,s5} = 150% * ip _{n3,s3} ³⁾ ie _{n3,s5} = 150% * ie _{n3,s3} ³⁾

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Angenommene Kostenfunktionen in Anlehnung an HFM 2009, TEP 2010 und econcept/A+W 2011, EFK 2014 und BFE 2004 sowie einer groben Plausibilisierung der resultierenden Kosten für typische Sanierungsprojekte durch INFRAS und die AG Erfolgskontrolle. Es lagen keine weitergehenden, direkt verwertbaren empirischen Grundlagen für Kostenschätzungen von Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen vor. Eine Vertiefung zu den Kostenfunktionen hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt – zumal es sich bei den angenommenen Kosten um Durchschnittswerte in Bezug auf schweizweit geförderte Gebäudesanierungen handelt, die in der Regel sowieso nur plausibilisiert und nicht empirisch abgestützt werden können (empirische Grundlagen beziehen sich meistens auf sehr eng definierte Rahmenbedingungen und Annahmen für die Kostermittlung). Die Kostenfunktionen können, falls zukünftig weitergehende Grundlagen vorliegen, angepasst werden.

2) Herleitung: Ausgangslage bilden die Gebäudehüllenflächen gemäss statistisch gestützten Modellgebäuden BFE 2004 je Gebäudenutzung (u.a. auch in EFK 2014 aufgeführt) jeweils unterteilt in a: Dach, b: Fassade, c: Fenster, d: Türen, e: Gebäudegrundfläche, f: Wände gegen Nachbargebäude, in m² Bauteilfläche für EFH (a: 118, b: 143, c: 47, d: 9, e: 83, f: 8), MFH (a: 244, b: 367, c: 123, d: 13, e: 190, f: 40) sowie NWB (Annahme: Kat. „Bürogebäude“; a: 411, b: 581, c: 309, d: 21, e: 347, f: 88). Aus diesen Werten wird über die Grundfläche sowie die vertikalen Bauteilflächen grob die EBF der Modellgebäude geschätzt, die in BFE 2004 nicht aufgeführt ist: EBF ca. $(b+c+d+f)/4/e^{0,5/3} * e$ ergibt in m² EBF 157/624/1551 für EFH/MFH/NWB. Ausserdem werden in Anlehnung an TEP 2010/econcept/A+W 2011 und in Übereinstimmung zu den Annahmen des HFM zur Massnahme M-01 spezifische Investitionen pro Bauteil für eine nicht energetische (neS) sowie eine energetische Sanierung (eS) festgelegt, in Fr./m² Bauteil je Bauteilkategorie (a_{nes}: 150, a_{es}: 260, b_{nes}: 100, b_{es}: 240, c_{nes}: 50, c_{es}: 750, d_{nes}: 50, d_{es}: 500, e_{nes}: 20, e_{es}: 220, f_{nes}: 20, f_{es}: 220). Unter diesen Annahmen ergeben sich die in der Tabelle aufgeführten Werte (auf 10 Fr./m² EBF gerundet).

3) Herleitung: Ausgehend von den Werten für eine Verbesserung um 4 Klassen/Stufen werden die angenommenen Investitionen linear erhöht resp. gesenkt, und zwar proportional zur angenommenen erzielten Nutzwärmeeinsparung für die Massnahme M-01 gemäss HFM 2015 (Bsp. EFH: Einsparung für 2/3/4/5/6 Klassen/Stufen beträgt gemäss Tabelle 16 32/48/64/80/96 kWh/m² EBF, in % bezogen auf 4 Klassen/Stufen Verbesserung also 50%/75%/100%/125%/150%).

Tabelle 20: Angenommene Investitionen in die Wärmeerzeugung ¹⁾ (in Fr./m ² EBF)				
iW _{n1,s1,h1} : Angenommene Mehrinvestitionen für den Ersatz einer bestehenden Öl-, Gas-, Elektroheizung durch ein neues Hauptheizsystem (schlüsselfertig, inklusive baulichen Massnahmen) im Vergleich zur Kompletterneuerung des bestehenden Hauptheizsystems.				
Hauptheizsystem	Verbesserung Gebäudehülle	Gebäudenutzungskategorie		
		n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
h1d: Fernwärme	s1: 2 Kl./St.	iW _{n1,s1,h1d} = 130 Fr./m ² EBF ²⁾	iW _{n2,s1,h1d} = 35 Fr./m ² EBF ²⁾	iW _{n3,s1,h1d} = 20 Fr./m ² EBF ²⁾
	s2: 3 Kl./St.	iW _{n1,s2,h1d} = 95%* iW _{n1,s1,h1d} ³⁾	iW _{n2,s2,h1d} = 95%* iW _{n2,s1,h1d} ³⁾	iW _{n3,s2,h1d} = 95%* iW _{n3,s1,h1d} ³⁾
	s3: 4 Kl./St.	iW _{n1,s3,h1d} = 90%* iW _{n1,s1,h1d} ³⁾	iW _{n2,s3,h1d} = 90%* iW _{n2,s1,h1d} ³⁾	iW _{n3,s3,h1d} = 90%* iW _{n3,s1,h1d} ³⁾
	s4: 5 Kl./St.	iW _{n1,s4,h1d} = 85%* iW _{n1,s1,h1d} ³⁾	iW _{n2,s4,h1d} = 85%* iW _{n2,s1,h1d} ³⁾	iW _{n3,s4,h1d} = 85%* iW _{n3,s1,h1d} ³⁾
	s5: 6 Kl./St.	iW _{n1,s5,h1d} = 80%* iW _{n1,s1,h1d} ³⁾	iW _{n2,s5,h1d} = 80%* iW _{n2,s1,h1d} ³⁾	iW _{n3,s5,h1d} = 80%* iW _{n3,s1,h1d} ³⁾
h1e: Wärmepumpe	s1: 2 Kl./St.	iW _{n1,s1,h1e} = 80 Fr./m ² EBF ²⁾	iW _{n2,s1,h1e} = 35 Fr./m ² EBF ²⁾	iW _{n3,s1,h1e} = 30 Fr./m ² EBF ²⁾
	s2: 3 Kl./St.	iW _{n1,s2,h1e} = 95%* iW _{n1,s1,h1e} ³⁾	iW _{n2,s2,h1e} = 95%* iW _{n2,s1,h1e} ³⁾	iW _{n3,s2,h1e} = 95%* iW _{n3,s1,h1e} ³⁾
	s3: 4 Kl./St.	iW _{n1,s3,h1e} = 90%* iW _{n1,s1,h1e} ³⁾	iW _{n2,s3,h1e} = 90%* iW _{n2,s1,h1e} ³⁾	iW _{n3,s3,h1e} = 90%* iW _{n3,s1,h1e} ³⁾
	s4: 5 Kl./St.	iW _{n1,s4,h1e} = 85%* iW _{n1,s1,h1e} ³⁾	iW _{n2,s4,h1e} = 85%* iW _{n2,s1,h1e} ³⁾	iW _{n3,s4,h1e} = 85%* iW _{n3,s1,h1e} ³⁾
	s5: 6 Kl./St.	iW _{n1,s5,h1e} = 80%* iW _{n1,s1,h1e} ³⁾	iW _{n2,s5,h1e} = 80%* iW _{n2,s1,h1e} ³⁾	iW _{n3,s5,h1e} = 80%* iW _{n3,s1,h1e} ³⁾
h1f: Holz	s1: 2 Kl./St.	iW _{n1,s1,h1f} = 110 Fr./m ² EBF ²⁾	iW _{n2,s1,h1f} = 35 Fr./m ² EBF ²⁾	iW _{n3,s1,h1f} = 20 Fr./m ² EBF ²⁾
	s2: 3 Kl./St.	iW _{n1,s2,h1f} = 95%* iW _{n1,s1,h1f} ³⁾	iW _{n2,s2,h1f} = 95%* iW _{n2,s1,h1f} ³⁾	iW _{n3,s2,h1f} = 95%* iW _{n3,s1,h1f} ³⁾
	s3: 4 Kl./St.	iW _{n1,s3,h1f} = 90%* iW _{n1,s1,h1f} ³⁾	iW _{n2,s3,h1f} = 90%* iW _{n2,s1,h1f} ³⁾	iW _{n3,s3,h1f} = 90%* iW _{n3,s1,h1f} ³⁾
	s4: 5 Kl./St.	iW _{n1,s4,h1f} = 85%* iW _{n1,s1,h1f} ³⁾	iW _{n2,s4,h1f} = 85%* iW _{n2,s1,h1f} ³⁾	iW _{n3,s4,h1f} = 85%* iW _{n3,s1,h1f} ³⁾
	s5: 6 Kl./St.	iW _{n1,s5,h1f} = 80%* iW _{n1,s1,h1f} ³⁾	iW _{n2,s5,h1f} = 80%* iW _{n2,s1,h1f} ³⁾	iW _{n3,s5,h1f} = 80%* iW _{n3,s1,h1f} ³⁾

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Kostenfunktionen in Anlehnung an HFM 2009 sowie einer Plausibilisierung der resultierenden Kosten für typische Gebäudegrössen. Es gilt der grundsätzliche Kommentar zur Tabelle 19, d.h. die Annahmen sind weder empirisch noch direkt auf vorliegende Studien abgestützt.

2) Herleitung: Ausgegangen wird von den in Tabelle 19 abgeschätzten m² EBF je Gebäudetyp (EFH: 157; MFH: 624; NWB: 1551). Angesetzt werden ausserdem pauschal 50 W/m² EBF thermische Nennleistung bei Gebäuden, die um 2 Klassen/Stufen verbessert worden sind. Der Investitionsbedarf für das neue Hauptheizsystem abzüglich der Investitionen zur Erneuerung des alten Hauptheizsystems wird auf die angenommenen Investitionen je Hauptheizsystem gemäss Massnahmen M-03 bis M-07 des HFM 2015 (Tabelle 12) abgestützt. Für h1d (Fernwärme) werden die dort angenommenen Investitionen abzüglich der Investitionen für das alte Hauptheizsystem direkt übernommen. Für h1e (Wärmepumpe) wird ergänzend angenommen, dass in 75% der Fälle ein Luft-Wasser- und in 25% der Fälle eine Wasser-Wasser-/Sole-Wasser-Wärmepumpe installiert wird. Für h1f (Holz) wird ergänzend angenommen, dass Holzfeuerungen bis 70 kW_{Fl} resp. über 70 kW_{Fl} zu 100% resp. 0% bei EFH, zu 25% resp. 75% bei MFH und zu 0% resp. 100% bei NWB installiert werden. Unter diesen Annahmen ergeben sich die in der Tabelle aufgeführten Werte (auf 5 Fr./m² EBF gerundet).

3) Herleitung: Es wird angenommen, dass die Investitionen mit steigender Verbesserung der Gebäudehülle abnehmen (pauschal angesetzt, ohne auf direkt verwertbare Grundlagen zurückgreifen zu können). Nicht proportional zur möglichen Reduktion des Wärmeleistungsbedarfs (bei Passivhäusern z.B. bis unter 10 W/m² EBF), weil ein grosser Teil der Investition in das Hauptheizsystem als leistungsunabhängige Grundinvestition anfällt.

A2.4.5. Wirkung der finanziellen Förderung auf die nicht amortisierbaren Kosten

Die Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten entspricht bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen der Summe aus den durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen sowie diskontierten Unterhaltsmehrkosten abzüglich den durch die Förderung bewirkten, diskontierten Energiekosteneinsparungen.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>NAM</i>	Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten (1000 Fr.) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne finanzielle Förderung (für Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen).
<i>EK</i>	Durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Gebäudesanierungsmassnahmen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten)
<i>MI</i>	Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.4.4).
<i>UK</i>	Durch die finanzielle Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten (1000 Fr.) bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten).

Dabei werden die durch die Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten vereinfachend auf pauschal 1% der durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen festgelegt (angelehnt an HFM 2009 sowie die Grössenordnung gemäss SIA-Richtwerten):

$$UK = 1\%/Jahr * \sum_i [migh_i * LDGH * dfgh + miwe_i * LDWE * dfwe] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>i</i>	Index Förderprojekt.
<i>migh_i</i>	Durch die Förderung im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen aufgrund von Massnahmen an der Gebäudehülle im Förderprojekt <i>i</i> (Berechnung vgl. A2.4.4).
<i>miwe_i</i>	Durch die Förderung im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen aufgrund von Massnahmen an der Wärmeerzeugung im Förderprojekt <i>i</i> (Berechnung vgl. A2.4.4).
<i>LDGH</i>	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).
<i>LDWE</i>	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Wärmeerzeugung (15 Jahre).
<i>dfgh</i>	Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Gebäudehülle (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. <i>dfgh</i> = 0,60.
<i>dfwe</i>	Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Wärmeerzeugung (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. <i>dfwe</i> = 0,82.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Anlagen (diskontiert) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$EK = LDGH * dfg h * \sum_i \left[\left(qref_{n_i, s_i} * pref_{h0_i, h1_i} - q1_{n_i, s_i} * \frac{p1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} * rp1_{h1_i} \right) * EBF_i \right] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>LDGH</i>	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).
<i>i</i>	Index Förderprojekt i.
<i>n</i>	n = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
<i>s</i>	s = {s1, ... ,s5}; erzielte energetische Verbesserung. s1: 2 Klassen/Stufen. s2: 3 Klassen/Stufen. s3: 4 Klassen/Stufen. s4: 5 Klassen/Stufen. s5: 6 Klassen/Stufen.
<i>h0</i>	h0 = {h0a, ... ,h0f}; Hauptheizsystem <u>vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.
<i>h1</i>	h1 = {h1a, ... ,h1f}; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.
<i>qref_{n,s}</i>	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (Berechnung vgl. Formel in A2.4.3, oben).
<i>q1_{n,s}</i>	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (angenommene Werte vgl. Tabelle 16).
<i>pref_{h0,h1}</i>	Durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme (Fr./kWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor (h0) und nach (h1) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
<i>p1_{h1}</i>	Endenergiepreis (Fr./kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 21).
<i>n1_{h1}</i>	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 18).
<i>rp1_{h1}</i>	Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem h1 zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs von Ölheizungen bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen. rp1 _{h1a} = 90% (Öl). Für alle anderen Heizsysteme beträgt rp1 _{h1b} = rp1 _{h1c} = rp1 _{h1d} = rp1 _{h1e} = rp1 _{h1f} = 100%. Erläuterungen vgl. A3.5.
<i>dfgh</i>	Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Gebäudehülle (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. dfg h = 0,60.

EBF_i Energiebezugsfläche (in 1000 m² EBF) Förderprojekt i vor der Sanierung.

Der durchschnittliche Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich dabei wie folgt:

$$pref_{h0,h1} = (1 - d_{h0,h1}) * \frac{p1_{h1}}{n1_{h1}} * rp1_{h1} + d_{h0,h1} * \left[mwe * \frac{p1_{h1}}{n1_{h1}} * rp1_{h1} + (1 - mwe) * \frac{p0_{h0}}{n0_{h0}} * rp0_{h0} \right] \quad [\text{Fr./kWh Nutzwärme}]$$

$d_{h0,h1}$ Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmaßnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 17).

$p0_{h0}$ Endenergiepreis (Fr./kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung (vgl. Tabelle 21).

$p1_{h1}$ Endenergiepreis (Fr./kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 21).

$n0_{h0}$ Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung (vgl. Tabelle 18).

$n1_{h1}$ Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 18).

mwe Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

$rp0_{h0}$ Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem h0 zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs von Ölheizungen bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen. $rp0_{h0a} = 90\%$ (Öl). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $rp0_{h0b} = rp0_{h0c} = rp0_{h0d} = rp0_{h0e} = rp0_{h0f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.

$rp1_{h1}$ Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem h1 zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs von Ölheizungen bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen. $rp1_{h1a} = 90\%$ (Öl). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $rp1_{h1b} = rp1_{h1c} = rp1_{h1d} = rp1_{h1e} = rp1_{h1f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.

Tabelle 21: Angenommene Endenergiepreise	
$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}/h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem vor/nach der Sanierung	Preis ¹⁾ der ans Haus gelieferten Endenergie (Fr./kWh)
h0a/h1a: Öl	$p0(h0a) = p1(h1a) = 0.10$
h0b/h1b: Gas	$p0(h0b) = p1(h1b) = 0.10$
h0c/h1c: Elektro	$p0(h0c) = p1(h1c) = 0.20$
h0d/h1d: Fernwärme	$p0(h0d) = p1(h1d) = 0.10$
h0e/h1e: Wärmepumpe	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.20$
h0f/h1f: Holz	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.075$

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Über die Lebensdauer der Massnahmen durchschnittliche Energiepreise. Pauschal festgelegt, in Anlehnung an BFE/BAFU 2015a (Öl, Gas), BFE 2014a (Strom), HFM 2009 (Fernwärme), WVS 2015 (Holz). Weil die Prognoseunsicherheiten über lange Zeiträume sowieso sehr hoch sind (es geht um Zeiträume bis 2040) und vertiefte Analysen den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt hätten, wurden die Preisannahmen durch die AG Erfolgskontrolle für alle Massnahmen pauschal festgelegt und nicht weiter vertieft.

A2.4.6. Annahmen für die Aggregation auf die Richtwerte gemäss Tabelle 4

Für die Bestimmung der in Tabelle 4 (S. 40) dargestellten, aggregierten Richtwerte der Energie- und CO₂-Wirkungen je Massnahme wurden folgende Annahmen gemacht:

- Die geförderten Energiebezugsflächen verteilen sich zu 10% auf Einfamilienhäuser, zu 80% auf Mehrfamilienhäuser und zu 10% auf Nicht-Wohnbauten. Die Wirkungen eines Förderprogramms fallen gemäss angenommenem Wirkungsmodell umso höher aus, je höher der Einfamilienhausanteil bei den Wohnbauten resp. höher der Wohnbautenanteil bei allen geförderten Bauten liegt. Der Effekt ist allerdings nicht stark.
- Ausserdem verteilen sich die geförderten Energiebezugsflächen wie in Tabelle 22 dargestellt auf die erzielte energetische Verbesserung (von s1: 2 Klassen/Stufen bis s5: 6 Klassen/Stufen) sowie die möglichen Hauptheizungskombinationen vor (h0) resp. nach (h1) der Sanierung (es wird ausserdem angenommen, dass die entsprechenden Anteile Gebäudenutzungs-unabhängig sind). Die effektive Energiewirkung eines Förderprogramms fällt umso höher aus, je höher der Anteil der geförderten Energiebezugsflächen liegt, bei denen ein Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz stattgefunden hat (der entsprechende Wechsel auf Holz bringt dabei gemäss angenommenen Modellen am meisten Energiewirkung). Die effektive CO₂-Wirkung eines Förderprogramms fällt umso höher aus, je höher der Anteil der geförderten Energiebezugsflächen liegt, bei denen ein Hauptheizsystemwechsel von fossil und im Speziellen von Öl auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz stattgefunden hat (der Wechsel auf Fernwärme bringt dabei etwas weniger CO₂-Wirkung).

Tabelle 22: Energiebezugsflächenanteile¹⁾ Hauptheizungskombinationen vor resp. nach der Sanierung						
Hauptheizsystem h0 vor Sanierung	Hauptheizsystem h1 nach Sanierung					
	h1a: Öl	h1b: Gas	h1c: Elektro	h1d: Fernwärme	h1e: Wärmepumpe	h1f: Holz
h0a: Öl	s1: 40% s2: 34% s3: 25% s4: 5% s5: 0%	s1: 5% s2: 5% s3: 5% s4: 5% s5: 0%	–	s1: 5% s2: 7% s3: 10% s4: 15% s5: 15%	s1: 5% s2: 7% s3: 10% s4: 20% s5: 25%	s1: 5% s2: 7% s3: 10% s4: 15% s5: 20%
h0b: Gas	–	s1: 12% s2: 12% s3: 9% s4: 6% s5: 0%	–	s1: 1% s2: 1% s3: 2% s4: 3% s5: 5%	s1: 1% s2: 1% s3: 2% s4: 3% s5: 5%	s1: 1% s2: 1% s3: 2% s4: 3% s5: 5%
h0c: Elektro	–	–	s1: 2% s2: 2% s3: 0% s4: 0% s5: 0%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1% s5: 1%	s1: 1% s2: 1% s3: 3% s4: 3% s5: 3%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1% s5: 1%
h0d: Fernwärme	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5% s5: 7,5%	–	–
h0e: Wärmepumpe	–	–	–	–	s1: 5% s2: 5% s3: 5% s4: 5% s5: 5%	–
h0f: Holz	–	–	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5% s5: 7,5%

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Die angenommenen Anteile basieren auf einem pauschal angesetzten Ausgangszustand der Gebäude, in dem der EBF-gewichtete Heizsystemmix 60% Öl, 15% Gas, 5% Elektro, 7,5% Fernwärme, 5% Wärmepumpe und 7,5% Holz beträgt (Mix wurde in Anlehnung an Statistik zum Gebäudeprogramm Teil A 2010 bis 2014 angesetzt). Entsprechend beträgt die Zeilensumme je erzielter energetischer Verbesserung s jeweils diesem Heizsystemmix. Die Tabellensumme aller Anteile einer erzielten energetischen Verbesserung s entspricht definitionsgemäss 100%.

Grundsätzlich dürften die Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz umso häufiger sein, je höher die erzielte energetische Verbesserung s bei einem Förderprojekt liegt. Empirische Grundlagen zur Festlegung konkreter Systemwechselhäufigkeiten lagen aber nicht vor und eine Vertiefung hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt. Zur Abschätzung der Richtwerte in Tabelle 4 (S. 40) wurden die Anteile durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS daher pauschal festgelegt und in eigener Einschätzung grob plausibilisiert.

A2.5. Umfassende Gebäudesanierungen ohne Etappierung (M-12, M-13)

A2.5.1. Zu erhebende Daten (Modellinput)

Für die Bestimmung der Förderwirkungen von umfassenden Gesamtsanierungen ohne Etappierung (M-12, M-13) sind für jedes Förderprojekt folgende Daten zu erheben:

- Gebäudetyp (3 Kategorien): Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau
- Energiebezugsfläche vor Massnahme (m² EBF)
- Parameter zur Bemessung der Sanierungsqualität:
 - M-12 (2 Kategorien): Minergie(-A)(-Eco), Minergie-P(-A)(-Eco).
 - M-13 (2 Kategorien): GEAK Gebäudehülle mindestens C und Gesamtenergieeffizienz mindestens B, GEAK Gebäudehülle mindestens B und Gesamtenergieeffizienz A.
- Hauptheizsystem vor Massnahme (6 Kategorien): Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung.
- Hauptheizsystem nach Massnahme (6 Kategorien): Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Elektroheizung, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung.

A2.5.2. Energiewirkung der finanziellen Förderung

Die Energiewirkung der finanziellen Förderung von umfassenden Sanierungen ohne Etappierung entspricht der Summe aus der Nutzenergieeinsparung (erzielt durch Massnahmen an der Gebäudehülle) und der darüber hinaus zusätzlich substituierten Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen (erzielt durch Heizsystemwechsel) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

$$EW = \Delta Q + S \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

EW Energiewirkung der finanziellen Förderung von umfassenden Sanierungen ohne Etappierung (MWh, Stufe Nutzenergie) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

ΔQ Durch die finanzielle Förderung bewirkte Nutzenergieeinsparung (MWh) bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

S Durch die finanzielle Förderung zusätzlich zur Nutzenergieeinsparung bewirkte Substitution von Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen (MWh) bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Nutzenergieeinsparung bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) berechnet sich wie folgt:

$$\Delta Q = LDGH * \sum_i [(q_{ref_{n_i,s_i}} - q_{1_{n_i,s_i}}) * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i	Index Förderprojekt i .
n	$n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
s	$s = \{s1, \dots, s4\}$; erreichter Energiestandard. s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens C und Gesamtenergieeffizienz mindestens B. s4: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens B und Gesamtenergieeffizienz A.
$q_{ref,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (Berechnung vgl. Formel unten).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 23).
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i <u>vor der Sanierung</u> .

Der Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh/m² EBF/Jahr) im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung wird dabei wie folgt bestimmt:

$$q_{ref,n,s} = q_{0,n} - M - mgh * [q_{0,n} - M - q_{1,n,s}] \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ EBF/Jahr}]$$

$q_{0,n}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>vor der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n (vgl. Tabelle 23).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 23).
M	Nutzenergieeinspareffekt von Fensterersatz sowie Wärmedämmung gegen unbeheizte Räume im Durchschnitt über alle geförderten ganzheitlichen Gebäudesanierungen. Es gilt: $M = 10$ kWh pro m ² EBF und Jahr. Erläuterungen vgl. A3.2.
mgh	Anteil des durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich erzielten Einspareffekts über die Lebensdauer der Massnahmen gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).

Tabelle 23: Annahmen Wärmebedarf¹⁾ Raumwärme und Warmwasser in kWh/m² EBF/Jahr			
s = {s1, ... , s4}; erreichter Energiestandard	n = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie		
	n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
s1: M-12 Minergie (-A)(-Eco)	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s1} = 66	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s1} = 63	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s1} = 52
s2: M-12 Minergie-P (-A)(-Eco)	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s2} = 34	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s2} = 37	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s2} = 28
s3: M-13 GEAK Geb.-Hülle mind. C, Ges.-En.-Eff. mind. B	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s3} = 74	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s3} = 70	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s3} = 58
s4: M-13 GEAK Geb.-Hülle mind. B, Ges.-En.-Eff. mind. A	q0 _{n1} = 130 q1 _{n1,s4} = 42	q0 _{n2} = 115 q1 _{n2,s4} = 44	q0 _{n3} = 100 q1 _{n3,s4} = 34

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Werte vor der Sanierung in Anlehnung an Prognos 2012, Werte nach der Sanierung unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten typischer Gebäude, den Anforderungen Minergie resp. SIA 380/1:2009 sowie Daten gemäss Minergie-Datenbank (die Annahmen wurden so gut als möglich mit jenen gemäss Tabelle 16 für Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen abgestimmt). Die effektiv erreichte Verbesserung hängt stark von der spezifischen Ausgangslage eines Gebäudes bezüglich bestehender Bausubstanz sowie Gebäudegeometrie ab. Bei der Förderung nach GEAK-Effizienzklasse besteht zudem Spielraum innerhalb einer Klassierung. Weil zur Bestimmung des Einspareffekts nur die Anzahl verbesserter Klassen/Stufen sowie die Gebäudenutzungskategorie zur Verfügung steht (die Erhebung weiterer Parameter ist gemäss AG Erfolgskontrolle nicht vollzugstauglich), die Unsicherheiten in den Wirkungsschätzungen generell hoch sind und weitergehende Analysen im Budgetrahmen des HFM-Revisionsprojekts nicht möglich waren, wurde auf eine weitere Vertiefung der Annahmen verzichtet. Sollten zukünftig bessere Grundlagen zur Verfügung stehen, können die Annahmen entsprechend angepasst werden.

Die zusätzlich bewirkte Substitution von Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (gerechnet über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) wird wie folgt bestimmt:

$$S = LDWE * \sum_i [(a_{ref_{h0_i, h1_i}} - a_{h1_i}) * q_{1_{n_i, s_i}} * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

LDWE Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Wärmeerzeugung (15 Jahre).

i Index Förderprojekt i.

n n = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie.
n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.

s s = {s1, ... , s4}; erreichter Energiestandard.
s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens C und Gesamtenergieeffizienz mindestens B. s4: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens B und Gesamtenergieeffizienz A.

h0 h0 = {h0a, ... , h0f}; Hauptheizsystem vor der Sanierung.
h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.

h1 h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem nach der Sanierung.
h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.

- $a_{ref,h0,h1}$ Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor (h_0) und nach (h_1) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
- $a_{1,h1}$ Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, nach der Sanierung in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h_1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
- $q_{1,n,s}$ Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m² EBF und Jahr) nach der Sanierung in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 23).
- EBF_i Energiebezugsfläche (in 1000 m² EBF) Förderprojekt i vor der Sanierung.

Der Anteil Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, berechnet sich dabei wie folgt:

$$a_{ref,h0,h1} = [1 - d_{h0,h1}] * a_{1,h1} + d_{h0,h1} * [mwe * a_{1,h1} + [1 - mwe] * a_{0,h0}] \quad [\%]$$

- $d_{h0,h1}$ Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmassnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 24).
- $a_{0,h0}$ Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor der Sanierung h_0 (vgl. Tabelle 25).
- $a_{1,h1}$ Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, in Abhängigkeit des Hauptheizsystems nach der Sanierung h_1 (vgl. Tabelle 25).
- mwe Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).

Tabelle 24: Heizsystemwechsel, die als Einzelmassnahmen im HFM 2015 enthalten sind (1=ja, 0=nein)						
h0 = {h0a, ... , h0f}; Hauptheizsystem vor der Sanierung	h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem <u>nach</u> Sanierung					
	h1a: Öl	h1b: Gas	h1c: Elektro	h1d: Fernwärme	h1e: Wärmepumpe	h1f: Holz
h0a: Öl	$d_{h0a,h1a} = 0$	$d_{h0a,h1b} = 0$	$d_{h0a,h1c} = 0$	$d_{h0a,h1d} = 1$	$d_{h0a,h1e} = 1$	$d_{h0a,h1f} = 1$
h0b: Gas	$d_{h0b,h1a} = 0$	$d_{h0b,h1b} = 0$	$d_{h0b,h1c} = 0$	$d_{h0b,h1d} = 1$	$d_{h0b,h1e} = 1$	$d_{h0b,h1f} = 1$
h0c: Elektro	$d_{h0c,h1a} = 0$	$d_{h0c,h1b} = 0$	$d_{h0c,h1c} = 0$	$d_{h0c,h1d} = 1$	$d_{h0c,h1e} = 1$	$d_{h0c,h1f} = 1$
h0d: Fernwärme	$d_{h0d,h1a} = 0$	$d_{h0d,h1b} = 0$	$d_{h0d,h1c} = 0$	$d_{h0d,h1d} = 0$	$d_{h0d,h1e} = 0$	$d_{h0d,h1f} = 0$
h0e: Wärmepumpe	$d_{h0e,h1a} = 0$	$d_{h0e,h1b} = 0$	$d_{h0e,h1c} = 0$	$d_{h0e,h1d} = 0$	$d_{h0e,h1e} = 0$	$d_{h0e,h1f} = 0$
h0f: Holz	$d_{h0f,h1a} = 0$	$d_{h0f,h1b} = 0$	$d_{h0f,h1c} = 0$	$d_{h0f,h1d} = 0$	$d_{h0f,h1e} = 0$	$d_{h0f,h1f} = 0$

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS im Rahmen der strategischen Auswahl der Massnahmen des HFM 2015 (vgl. dazu die Erläuterungen im Kap. 1.3), das bei Hauptheizungswechsel in bestehenden Bauten ausschliesslich Wechsel von fossilen oder direkt-elektrischen Heizsystemen auf Wärmenetzanschlüsse, Wärmepumpen sowie Holzfeuerungen umfasst.

Tabelle 25: Anteil Nutzwärme nicht aus Erneuerbaren/Abwärme, Nutzungsgrade, Emissionsfaktoren			
h0 = {h0a, ... , h0f}/ h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem vor/nach der Sanierung	Anteil Nutzwärme, der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt ¹⁾ (%)	Nutzungsgrade Raum- wärme und Warmwas- ser ²⁾ (kWh Nutzwär- me/kWh Endenergie)	Emissionsfaktoren ³⁾ (kg CO ₂ /kWh Endenergie)
h0a/h1a: Öl	a0 _{h0a} = a1 _{h1a} = 100%	n0 _{h0a} = n1 _{h1a} = 0,80	e0 _{h0a} = e1 _{h1a} = 0,265
h0b/h1b: Gas	a0 _{h0b} = a1 _{h1b} = 100%	n0 _{h0b} = n1 _{h1b} = 0,85	e0 _{h0b} = e1 _{h1b} = 0,202
h0c/h1c: Elektro	a0 _{h0c} = a1 _{h1c} = 100%	n0 _{h0c} = n1 _{h1c} = 0,95	e0 _{h0c} = e1 _{h1c} = 0,024
h0d/h1d: Fernwärme	a0 _{h0d} = a1 _{h1d} = 20%	n0 _{h0d} = n1 _{h1d} = 1	e0 _{h0d} = e1 _{h1d} = 0,170
h0e/h1e: Wärmepumpe	a0 _{h0e} = a1 _{h1e} = 33%	n0 _{h0e} = n1 _{h1e} = 3,0	e0 _{h0e} = e1 _{h1e} = 0,024
h0f/h1f: Holz	a0 _{h0f} = a1 _{h1f} = 0%	n0 _{h0f} = n1 _{h1f} = 0,65	e0 _{h0f} = e1 _{h1f} = 0

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Wärmepumpe mit JAZ 3,0 bezogen auf die Warmwasser- und die Raumwärmeproduktion. Anschluss an ein Wärmenetz: Anteil von 20% wird in Übereinstimmung mit der im HFM aufgeführten Förderbeitragsbedingung für M-07 festgelegt. Diese Anforderung entspricht grob dem schweizerischen Durchschnitt (nicht im Detail überprüft; gemäss Treibhausgasinventar stammen knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien, davon aber ein grosser Teil aus verbrannten Abfällen, wobei die daraus genutzte Wärme als „Abwärme“ betrachtet wird).

2) Pauschal festgelegt, in Anlehnung an Prognos 2012.

3) Emissionsfaktoren: Grundsätzlich Standardwerte BAFU/CO₂-Gesetzgebung. Emissionsfaktor Fernwärme: Ausgegangen wird von der Annahme des BFE für Gebäudeprogramm Teil A (basierend auf dem Bericht zum Schweizer Treibhausgasinventar, Kategorie 1A1a), gemäss derer der durchschnittliche Emissionsfaktor von Fernwärme pro kWh bezogene Wärme rund 0,17 kg CO₂/kWh beträgt, weil knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien stammt (v.a. fossile Abfälle).

A2.5.3. CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte CO₂-Emissionsreduktion bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer der geförderten Massnahmen) berechnet sich wie folgt:

$$CO2W = LDGH * \sum_i \left[\left(qref_{n_i, s_i} * \epsilon ref_{h0_i, h1_i} - q1_{n_i, s_i} * \frac{e1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} * r1_{h1_i} \right) * EBF_i \right] \quad [t \text{ CO}_2]$$

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i Index Förderprojekt i.

n n = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie.
n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.

s s = {s1, ... , s4}; erreichter Energiestandard.
s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens C und Gesamtenergieeffizienz mindestens B. s4: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens B und Gesamtenergieeffizienz A.

h0 h0 = {h0a, ... , h0f}; Hauptheizsystem vor der Sanierung.
h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.

h1 h1 = {h1a, ... , h1f}; Hauptheizsystem nach der Sanierung.
h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.

$q_{ref,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (Berechnung vgl. Formel unten).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 23).
$\epsilon_{ref,h0,h1}$	Durchschnittlicher Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor (h0) und nach (h1) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$e_{1,h1}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
$n_{1,h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
$r_{1,h1}$	Reduktionsfaktor (%) zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme in den nächsten 40 Jahren in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung. $r_{1,h1a} = 60\%$ (Öl). $r_{1,h1b} = 75\%$ (Gas). $r_{1,h1d} = 90\%$. (Fernwärme). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $r_{1,h1c} = r_{1,h1e} = r_{1,h1f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i <u>vor der Sanierung</u> .

Der Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh/m² EBF/Jahr) im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung wird dabei wie folgt bestimmt:

$$q_{ref,n,s} = q_{0,n} - M - mgh * [q_{0,n} - M - q_{1,n,s}] \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ EBF/Jahr}]$$

$q_{0,n}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>vor der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n (vgl. Tabelle 23).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie der erzielten energetischen Verbesserung s (angenommene Werte vgl. Tabelle 23).
M	Nutzeneinspareffekt von Fensterersatz sowie Wärmedämmung gegen unbeheizte Räume im Durchschnitt über alle geförderten ganzheitlichen Gebäudesanierungen. Es gilt: $M = 10 \text{ kWh pro m}^2 \text{ EBF und Jahr}$. Erläuterungen vgl. A3.2.
mgh	Anteil des durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich erzielten Einspareffekts über die Lebensdauer der Massnahmen gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).

Der Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme (kg CO₂/kWh Nutzwärme) im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$\varepsilon_{ef_{h0,h1}} = (1 - d_{h0,h1}) * \frac{e1_{h1}}{n1_{h1}} * r1_{h1} + d_{h0,h1} * \left[mwe * \frac{e1_{h1}}{n1_{h1}} * r1_{h1} + (1 - mwe) * \frac{e0_{h0}}{n0_{h0}} * r0_{h0} \right] \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh Nutzwärme}]$$

$d_{h0,h1}$	Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmassnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 24).
$e0_{h0}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
$e1_{h1}$	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
$n0_{h0}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
$n1_{h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
mwe	Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).
$r0_{h0}$	Reduktionsfaktor (%) zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme in den nächsten 40 Jahren in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h0 vor der Sanierung. $r0_{h0a} = 60\%$ (Öl). $r0_{h0b} = 75\%$ (Gas). $r0_{h0d} = 90\%$. (Fernwärme). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $r0_{h0c} = r0_{h0e} = r0_{h0f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.
$r1_{h1}$	Reduktionsfaktor (%) zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme in den nächsten 40 Jahren in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung. $r1_{h1a} = 60\%$ (Öl). $r1_{h1b} = 75\%$ (Gas). $r1_{h1d} = 90\%$. (Fernwärme). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $r1_{h1c} = r1_{h1e} = r1_{h1f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.

A2.5.4. Wirkung der finanziellen Förderung auf die Investitionen

Die durch die finanzielle Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnen sich wie folgt:

$$MI = \sum_i migh_i + \sum_i miwe_i$$

$$= \sum_i [(1 - mgh) * (ie_{n_i,s_i} - ip_{n_i,s_i}) * EBF_i] + \sum_i [d_{h0,h1_i} * (1 - mwe) * iw_{n_i,s_i,h1_i} * EBF_i] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i Index Förderprojekt i .

n	$n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
s	$s = \{s1, \dots, s4\}$; erreichter Energiestandard. s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens C und Gesamtenergieeffizienz mindestens B. s4: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens B und Gesamtenergieeffizienz A.
h_0	$h_0 = \{h_{0a}, \dots, h_{0f}\}$; Hauptheizsystem <u>vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.
h_1	$h_1 = \{h_{1a}, \dots, h_{1f}\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.
mgh	Anteil des durch die Wärmedämmung von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich erzielten Einspareffekts über die Lebensdauer der Massnahmen gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (40%; Erläuterungen vgl. A3.1).
$ie_{n,s}$	Investitionen (in 1000 Fr./m ² EBF) für die Sanierung der Gebäudehülle in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n sowie des erreichten Energiestandards s , wobei für Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich von einer <u>energetischen Sanierung</u> gemäss Anforderungen HFM 2015 und für Fenster und Bauteile gegen unbeheizte Räume von einer <u>energetischen Sanierung</u> gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE n 2014) ausgegangen wird. Angenommene Werte inkl. Erläuterungen vgl. Tabelle 26.
$ip_{n,s}$	Investitionen (in 1000 Fr./m ² EBF) für die Sanierung der Gebäudehülle in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n sowie des erreichten Energiestandards s , wobei für Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich von einer <u>nicht energetischen Sanierung</u> und für Fenster und Bauteile gegen unbeheizte Räume von einer <u>energetischen Sanierung</u> gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE n 2014) ausgegangen wird. Angenommene Werte inkl. Erläuterungen vgl. Tabelle 26.
d_{h_0, h_1}	Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmassnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 24).
mwe	Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).
iW_{n,s,h_1}	Mehrinvestitionen (in 1000 Fr./m ² EBF) für den Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz im Vergleich zur Kompletterneuerung des alten Hauptheizsystems. Nur relevant, falls vor der Sanierung ein fossiles oder direkt-elektrisches Hauptheizsystem und nach der Sanierung ein Wärmenetzanschluss, eine Wärmepumpe oder eine Holzfeuerung installiert ist (wird über die Schaltvariable d_{h_0, h_1} berücksichtigt, vgl. oben). Angenommene Werte inkl. Erläuterungen vgl. Tabelle 27.

Tabelle 26: Angenommene Investitionen in die Gebäudehülle¹⁾ (in Fr./m² EBF)			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ip_{n1,s1}: Geschätzte Investitionen (in Fr./m² EBF) Gesamtsanierung Gebäudehülle für eine <u>nicht energetische Sanierung</u> von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich und eine <u>energetische Sanierung</u> der Fenster und der Bauteile gegen unbeheizte Räume gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE n 2014). ▪ ie_{n1,s1}: Geschätzte Investitionen (in Fr./m² EBF) Gesamtsanierung Gebäudehülle für eine <u>energetische Sanierung</u> von Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich gemäss Anforderungen HFM 2015 sowie eine <u>energetische Sanierung</u> der Fenster und der Bauteile gegen unbeheizte Räume gemäss gesetzlichen Anforderungen (MuKE n 2014). 			
s = {s1, ... , s4}; er-reicherter Energiestandard	n = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie		
	n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
s1: M-12 Minergie (-A)(-Eco)	ip _{n1,s1} = 580 ²⁾ ie _{n1,s1} = 790 ²⁾	ip _{n2,s1} = 360 ²⁾ ie _{n2,s1} = 480 ²⁾	ip _{n3,s1} = 300 ²⁾ ie _{n3,s1} = 380 ²⁾
s2: M-12 Minergie-P (-A)(-Eco)	ip _{n1,s2} = 150% * ip _{n1,s3} ³⁾ ie _{n1,s2} = 150% * ie _{n1,s3} ³⁾	ip _{n2,s2} = 150% * ip _{n2,s3} ³⁾ ie _{n2,s2} = 150% * ie _{n2,s3} ³⁾	ip _{n3,s2} = 150% * ip _{n3,s3} ³⁾ ie _{n3,s2} = 150% * ie _{n3,s3} ³⁾
s3: M-13 GEAK Geb.-Hülle mind. C, Ges.-En.-Eff. mind. B	ip _{n1,s3} = 87,5% * ip _{n1,s1} ie _{n1,s3} = 87,5% * ie _{n1,s1}	ip _{n2,s3} = 87,5% * ip _{n2,s1} ie _{n2,s3} = 87,5% * ie _{n2,s1}	ip _{n3,s3} = 87,5% * ip _{n3,s1} ie _{n3,s3} = 87,5% * ie _{n3,s1}
s4: M-13 GEAK Geb.-Hülle mind. B, Ges.-En.-Eff. mind. A	ip _{n1,s4} = 137,5% * ip _{n1,s3} ³⁾ ie _{n1,s4} = 137,5% * ie _{n1,s3} ³⁾	ip _{n2,s4} = 137,5% * ip _{n2,s3} ³⁾ ie _{n2,s4} = 137,5% * ie _{n2,s3} ³⁾	ip _{n3,s4} = 137,5% * ip _{n3,s3} ³⁾ ie _{n3,s4} = 137,5% * ie _{n3,s3} ³⁾

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Angenommene Kostenfunktionen in Anlehnung an HFM 2009, TEP 2010 und econcept/A+W 2011, EFK 2014 und BFE 2004 sowie einer groben Plausibilisierung der resultierenden Kosten für typische Sanierungsprojekte durch INFRAS und die AG Erfolgskontrolle (die Annahmen wurden so gut als möglich mit jenen gemäss Tabelle 19 für Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen abgestimmt). Es lagen keine weitergehenden, direkt verwertbaren empirischen Grundlagen für Kostenschätzungen von Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen vor. Eine Vertiefung zu den Kostenfunktionen hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt – zumal es sich bei den angenommenen Kosten um Durchschnittswerte in Bezug auf schweizweit geförderte Gebäudesanierungen handelt, die in der Regel sowieso nur plausibilisiert und nicht empirisch abgestützt werden können (empirische Grundlagen beziehen sich meistens auf sehr eng definierte Rahmenbedingungen und Annahmen für die Kostermittlung). Die Kostenfunktionen können, falls zukünftig weitergehende Grundlagen vorliegen, angepasst werden.

2) Herleitung: Ausgangslage bilden die Gebäudehüllenflächen gemäss statistisch gestützten Modellgebäuden BFE 2004 je Gebäudenutzung (u.a. auch in EFK 2014 aufgeführt) jeweils unterteilt in a: Dach, b: Fassade, c: Fenster, d: Türen, e: Gebäudegrundfläche, f: Wände gegen Nachbargebäude, in m² Bauteilfläche für EFH (a: 118, b: 143, c: 47, d: 9, e: 83, f: 8), MFH (a: 244, b: 367, c: 123, d: 13, e: 190, f: 40) sowie NWB (Annahme: Kat. „Bürogebäude“; a: 411, b: 581, c: 309, d: 21, e: 347, f: 88). Aus diesen Werten wird über die Grundfläche sowie die vertikalen Bauteilflächen grob die EBF der Modellgebäude geschätzt, die in BFE 2004 nicht aufgeführt ist: EBF ca. $(b+c+d+f)/4/e^{0,5/3} * e$ ergibt in m² EBF 157/624/1551 für EFH/MFH/NWB. Ausserdem werden in Anlehnung an TEP 2010/econcept/A+W 2011 und in Übereinstimmung zu den Annahmen des HFM zur Massnahme M-01 spezifische Investitionen pro Bauteil für eine nicht energetische (neS) sowie eine energetische Sanierung (eS) festgelegt, in Fr./m² Bauteil je Bauteilkategorie (a_{neS}: 150, a_{eS}: 260, b_{neS}: 100, b_{eS}: 240, c_{neS}: 50, c_{eS}: 750, d_{neS}: 50, d_{eS}: 500, e_{neS}: 20, e_{eS}: 220, f_{neS}: 20, f_{eS}: 220). Unter diesen Annahmen ergeben sich die in der Tabelle aufgeführten Werte (auf 10 Fr./m² EBF gerundet).

3) Herleitung analog zum Vorgehen gemäss Tabelle 19 für Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen.

Tabelle 27: Angenommene Investitionen in die Wärmeerzeugung ¹⁾ (in Fr./m ² EBF)				
i _{w_{n,s,h1}} : Angenommene Mehrinvestitionen für den Ersatz einer bestehenden Öl-, Gas-, Elektroheizung durch ein neues Hauptheizsystem (schlüsselfertig, inklusive baulichen Massnahmen) im Vergleich zur Kompletterneuerung des bestehenden Hauptheizsystems.				
Haupt- heizsys- tem	Verbesse- rung Ge- bäudehülle	Gebäudenutzungskategorie		
		n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
h1d: Fern- wärme	s1: Min	i _{w_{n1,s1,h1d}} = 90% * 130	i _{w_{n2,s1,h1d}} = 90% * 35	i _{w_{n3,s1,h1d}} = 90% * 20
	s2: Min-P	i _{w_{n1,s2,h1d}} = 80% * 130	i _{w_{n2,s2,h1d}} = 80% * 35	i _{w_{n3,s2,h1d}} = 80% * 20
	s3: G C/B	i _{w_{n1,s3,h1d}} = 90% * 130	i _{w_{n2,s3,h1d}} = 90% * 35	i _{w_{n3,s3,h1d}} = 90% * 20
	s4: G B/A	i _{w_{n1,s4,h1d}} = 85% * 130	i _{w_{n2,s4,h1d}} = 85% * 35	i _{w_{n3,s4,h1d}} = 85% * 20
h1e: Wärme- pumpe	s1: Min	i _{w_{n1,s1,h1e}} = 90% * 80	i _{w_{n2,s1,h1e}} = 90% * 35	i _{w_{n3,s1,h1e}} = 90% * 30
	s2: Min-P	i _{w_{n1,s2,h1e}} = 80% * 80	i _{w_{n2,s2,h1e}} = 80% * 35	i _{w_{n3,s2,h1e}} = 80% * 30
	s3: G C/B	i _{w_{n1,s3,h1e}} = 90% * 80	i _{w_{n2,s3,h1e}} = 90% * 35	i _{w_{n3,s3,h1e}} = 90% * 30
	s4: G B/A	i _{w_{n1,s4,h1e}} = 85% * 80	i _{w_{n2,s4,h1e}} = 85% * 35	i _{w_{n3,s4,h1e}} = 85% * 30
h1f: Holz	s1: Min	i _{w_{n1,s1,h1f}} = 90% * 110	i _{w_{n2,s1,h1f}} = 90% * 35	i _{w_{n3,s1,h1f}} = 90% * 20
	s2: Min-P	i _{w_{n1,s2,h1f}} = 80% * 110	i _{w_{n2,s2,h1f}} = 80% * 35	i _{w_{n3,s2,h1f}} = 80% * 20
	s3: G C/B	i _{w_{n1,s3,h1f}} = 90% * 110	i _{w_{n2,s3,h1f}} = 90% * 35	i _{w_{n3,s3,h1f}} = 90% * 20
	s4: G B/A	i _{w_{n1,s4,h1f}} = 85% * 110	i _{w_{n2,s4,h1f}} = 85% * 35	i _{w_{n3,s4,h1f}} = 85% * 20

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Vorgehen und Annahmen zur Herleitung analog und in direktem Bezug zu jenen gemäss Tabelle 20 für Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen (es gilt der grundsätzliche Kommentar zur Tabelle 26, d.h. die Annahmen sind weder empirisch noch direkt auf vorliegende Studien abgestützt). Ausgangswert bilden die in Tabelle 20 aufgeführten Kosten für eine 2-Klassen-/Stufenverbesserung. Zusätzlich wird angenommen, dass die Investitionen mit steigender Verbesserung der Gebäudehülle abnehmen (pauschal angesetzt, ohne auf direkt verwertbare Grundlagen zurückgreifen zu können; vgl. Erläuterung zur Tabelle 20). Für die Festlegung oben aufgeführter Werte wurde angenommen, dass eine 4-Klassen-/Stufenverbesserung einer Minergie-Sanierung sowie einem sanierten Gebäude mit GEAK Gebäudehülle mind. C/Gesamtenergieeffizienz mind. B, eine 5-Klassen-/Stufenverbesserung einem sanierten Gebäude mit GEAK Gebäudehülle mind. B/Gesamtenergieeffizienz A und eine 6-Klassen-/Stufenverbesserung einer Minergie-P-Sanierung entspricht.

A2.5.5. Wirkung der finanziellen Förderung auf die nicht amortisierbaren Kosten

Die Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten entspricht bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung der Summe aus den durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen sowie diskontierten Unterhaltsmehrkosten abzüglich den durch die Förderung bewirkten, diskontierten Energiekosteneinsparungen.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

NAM Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten (1000 Fr.) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne finanzielle Förderung (für umfassende Sanierungen ohne Etappierung).

EK Durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Gebäudesanierungsmassnahmen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten)

MI Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.4.4).

UK Durch die finanzielle Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten (1000 Fr.) bei umfassenden Sanierungen ohne Etappierung gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten).

Dabei werden die durch die Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten vereinfachend auf pauschal 1% der durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen festgelegt (angelehnt an HFM 2009 sowie die Grössenordnung gemäss SIA-Richtwerten):

$$UK = 1\%/Jahr * \sum_i [migh_i * LDGH * dfgh + miwe_i * LDWE * dfwe] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i Index Förderprojekt.

migh_i Durch die Förderung im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen aufgrund von Massnahmen an der Gebäudehülle im Förderprojekt *i* (Berechnung vgl. A2.5.4).

miwe_i Durch die Förderung im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen aufgrund von Massnahmen an der Wärmeerzeugung im Förderprojekt *i* (Berechnung vgl. A2.5.4).

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

LDWE Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Wärmeerzeugung (15 Jahre).

dfgh Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Gebäudehülle (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. $dfgh = 0,60$.

dfwe Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Wärmeerzeugung (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. $dfwe = 0,82$.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Anlagen (diskontiert) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$EK = LDGH * dfgh * \sum_i \left[\left(qref_{n_i, s_i} * pref_{h0_i, h1_i} - q1_{n_i, s_i} * \frac{p1_{h1_i}}{n1_{h1_i}} * rp1_{h1_i} \right) * EBF_i \right] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i Index Förderprojekt *i*.

n $n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie.
n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.

s	$s = \{s1, \dots, s4\}$; erreichter Energiestandard. s1: M-12 Minergie(-A)(-Eco). s2: M-12 Minergie-P(-A)(-Eco). s3: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens C und Gesamtenergieeffizienz mindestens B. s4: M-13 GEAK Gebäudehülle mindestens B und Gesamtenergieeffizienz A.
$h0$	$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}$; Hauptheizsystem <u>vor der Sanierung</u> . h0a: Öl. h0b: Gas. h0c: Elektro. h0d: Fernwärme. h0e: Wärmepumpe. h0f: Holz.
$h1$	$h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem <u>nach der Sanierung</u> . h1a: Öl. h1b: Gas. h1c: Elektro. h1d: Fernwärme. h1e: Wärmepumpe. h1f: Holz.
$q_{ref,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (Berechnung vgl. Formel unten).
$q_{1,n,s}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) <u>nach der Sanierung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Energiestandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 23).
$p_{ref,h0,h1}$	Durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit des Hauptheizsystems vor (h0) und nach (h1) der Sanierung (Berechnung vgl. Formel unten).
$p_{1,h1}$	Endenergiepreis (Fr./kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 28).
$n_{1,h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems h1 nach der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
$rp_{1,h1}$	Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem h1 zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs von Ölheizungen bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen. $rp_{1,h1a} = 90\%$ (Öl). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $rp_{1,h1b} = rp_{1,h1c} = rp_{1,h1d} = rp_{1,h1e} = rp_{1,h1f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.
$dfgh$	Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Gebäudehülle (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. $dfgh = 0,60$.
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i <u>vor der Sanierung</u> .

Der durchschnittliche Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich dabei wie folgt:

$$p_{ref,h0,h1} = (1 - d_{h0,h1}) * \frac{p_{1,h1}}{n_{1,h1}} * rp_{1,h1} + d_{h0,h1} * \left[mwe * \frac{p_{1,h1}}{n_{1,h1}} * rp_{1,h1} + (1 - mwe) * \frac{p_{0,h0}}{n_{0,h0}} * rp_{0,h0} \right] \quad [\text{Fr./kWh Nutzwärme}]$$

$d_{h0,h1}$ Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Hauptheizsystemwechsel, die als Einzelmassnahmen im HFM 2015 enthalten sind (von fossil oder direkt-elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme; vgl. Tabelle 24).

$p0_{h0}$	Endenergiepreis (Fr./kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems $h0$ vor der Sanierung (vgl. Tabelle 28).
$p1_{h1}$	Endenergiepreis (Fr./kWh Endenergie) in Abhängigkeit des Hauptheizsystems $h1$ nach der Sanierung (vgl. Tabelle 28).
$n0_{h0}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems $h0$ vor der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
$n1_{h1}$	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des Hauptheizsystems $h1$ nach der Sanierung (vgl. Tabelle 25).
mwe	Anteil des Substitutionseffekts eines Hauptheizsystemwechsels von fossil oder direkt elektrisch zu Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme (über die Lebensdauer der Massnahme) gegenüber dem Zustand vor der Sanierung, der auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (35%; Erläuterungen vgl. A3.3).
$rp0_{h0}$	Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem $h0$ zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs von Ölheizungen bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen. $rp0_{h0a} = 90\%$ (Öl). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $rp0_{h0b} = rp0_{h0c} = rp0_{h0d} = rp0_{h0e} = rp0_{h0f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.
$rp1_{h1}$	Reduktionsfaktor (%) Hauptheizsystem $h1$ zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs von Ölheizungen bis zum Ende der Lebensdauer der Gebäudehüllenmassnahmen. $rp1_{h1a} = 90\%$ (Öl). Für alle anderen Heizsysteme beträgt $rp1_{h1b} = rp1_{h1c} = rp1_{h1d} = rp1_{h1e} = rp1_{h1f} = 100\%$. Erläuterungen vgl. A3.5.

Tabelle 28: Angenommene Endenergiepreise	
$h0 = \{h0a, \dots, h0f\}/h1 = \{h1a, \dots, h1f\}$; Hauptheizsystem vor/nach der Sanierung	Preis ¹⁾ der ans Haus gelieferten Endenergie (Fr./kWh)
$h0a/h1a$: Öl	$p0(h0a) = p1(h1a) = 0.10$
$h0b/h1b$: Gas	$p0(h0b) = p1(h1b) = 0.10$
$h0c/h1c$: Elektro	$p0(h0c) = p1(h1c) = 0.20$
$h0d/h1d$: Fernwärme	$p0(h0d) = p1(h1d) = 0.10$
$h0e/h1e$: Wärmepumpe	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.20$
$h0f/h1f$: Holz	$p0(h0e) = p1(h1e) = 0.075$

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Über die Lebensdauer der Massnahmen durchschnittliche Energiepreise. Pauschal festgelegt, in Anlehnung an BFE/BAFU 2015a (Öl, Gas), BFE 2014a (Strom), HFM 2009 (Fernwärme), WVS 2015 (Holz). Weil die Prognoseunsicherheiten über lange Zeiträume sowieso sehr hoch sind (es geht um Zeiträume bis 2040) und vertiefte Analysen den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt hätten, wurden die Preisannahmen durch die AG Erfolgskontrolle für alle Massnahmen pauschal festgelegt und nicht weiter vertieft.

A2.5.6. Annahmen für die Aggregation auf die Richtwerte gemäss Tabelle 4

Für die Bestimmung der in Tabelle 4 (S. 40) dargestellten, aggregierten Richtwerte der Energie- und CO₂-Wirkungen je Massnahme wurden folgende Annahmen gemacht:

- Die geförderten Energiebezugsflächen verteilen sich zu 10% auf Einfamilienhäuser, zu 80% auf Mehrfamilienhäuser und zu 10% auf Nicht-Wohnbauten. Die Wirkungen eines Förder-

programms fallen gemäss angenommenem Wirkungsmodell umso höher aus, je höher der Einfamilienhausanteil bei den Wohnbauten resp. höher der Wohnbautenanteil bei allen geförderten Bauten liegt. Der Effekt ist allerdings nicht stark.

- Ausserdem verteilen sich die geförderten Energiebezugsflächen wie in Tabelle 22 dargestellt auf die geförderten Energiestandards sowie die möglichen Hauptheizungskombinationen vor (h0) resp. nach (h1) der Sanierung (es wird ausserdem angenommen, dass die entsprechenden Anteile Gebäudenutzungs-unabhängig sind). Die effektive Energiewirkung eines Förderprogramms fällt umso höher aus, je höher der Anteil der geförderten Energiebezugsflächen liegt, bei denen ein Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz stattgefunden hat (der entsprechende Wechsel auf Holz bringt dabei gemäss angenommenen Modellen am meisten Energiewirkung). Die effektive CO₂-Wirkung eines Förderprogramms fällt umso höher aus, je höher der Anteil der geförderten Energiebezugsflächen liegt, bei denen ein Hauptheizsystemwechsel von fossil und im Speziellen von Öl auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz stattgefunden hat (der Wechsel auf Fernwärme bringt dabei etwas weniger CO₂-Wirkung).

Tabelle 29: Energiebezugsflächenanteile¹⁾ Hauptheizungskombinationen vor resp. nach der Sanierung						
Hauptheizsystem h0 vor Sanierung	Hauptheizsystem h1 nach Sanierung					
	h1a: Öl	h1b: Gas	h1c: Elektro	h1d: Fernwärme	h1e: Wärmepumpe	h1f: Holz
h0a: Öl	s1: 25% s2: 0% s3: 25% s4: 5%	s1: 5% s2: 0% s3: 5% s4: 5%	–	s1: 10% s2: 15% s3: 10% s4: 15%	s1: 10% s2: 25% s3: 10% s4: 20%	s1: 10% s2: 20% s3: 10% s4: 15%
h0b: Gas	–	s1: 9% s2: 0% s3: 9% s4: 6%	–	s1: 2% s2: 5% s3: 2% s4: 3%	s1: 2% s2: 5% s3: 2% s4: 3%	s1: 2% s2: 5% s3: 2% s4: 3%
h0c: Elektro	–	–	s1: 0% s2: 0% s3: 0% s4: 0%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1%	s1: 3% s2: 3% s3: 3% s4: 3%	s1: 1% s2: 1% s3: 1% s4: 1%
h0d: Fernwärme	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5%	–	–
h0e: Wärmepumpe	–	–	–	–	s1: 5% s2: 5% s3: 5% s4: 5%	–
h0f: Holz	–	–	–	–	–	s1: 7,5% s2: 7,5% s3: 7,5% s4: 7,5%

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Die angenommenen Anteile basieren auf einem pauschal angesetzten Ausgangszustand der Gebäude, in dem der EBF-gewichtete Heizsystemmix 60% Öl, 15% Gas, 5% Elektro, 7,5% Fernwärme, 5% Wärmepumpe und 7,5% Holz beträgt (Mix wurde in Anlehnung an Statistik zum Gebäudeprogramm Teil A 2010 bis 2014 angesetzt). Entsprechend beträgt die Zeilensumme je erreichtem Energiestandard s jeweils diesem Heizsystemmix. Die Tabellensumme aller Anteile eines erreichten Energiestandards s entspricht definitionsgemäss 100%.

Grundsätzlich dürften die Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch auf Fernwärme, Wärmepumpe oder Holz umso häufiger sein, je höher der erreichte Energiestandard s bei einem Förderprojekt liegt. Empirische Grundlagen zur Festlegung konkreter Systemwechselfrequenzen lagen aber nicht vor und eine Vertiefung hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt. Zur Abschätzung der Richtwerte in Tabelle 4 (S. 40) wurden die Anteile durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS daher pauschal festgelegt und in eigener Einschätzung grob plausibilisiert.

A2.6. Boni für umfassende Sanierungen (M-14, M-15)

Die Boni für umfassende Sanierungen sind reine Zusatzbeiträge für Gebäudesanierungen mit Einzelmassnahmen gemäss M-01 bis M-09 resp. für Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen gemäss M-10 oder M-11. Diesen Zusatzbeiträgen wird grundsätzlich keine zusätzliche Wirkung unterstellt (Datenerhebung und Nachweis zu Massnahmen im Rahmen einer umfassenden Gebäudesanierung, die über M-01 bis M-09 resp. M-10 oder M-11 hinausgehen, ist aus Vollzugssicht nicht praktikabel, wie bereits die Erfahrungen in den Jahren 2010 bis 2014 gezeigt

haben). Die Wirkung der entsprechenden umfassenden Gebäudesanierungen wird mit den Modellen zu den Massnahmen M-01 bis M-09 resp. M-10 oder M-11 bestimmt, zu denen Daten erhoben werden.

A2.7. Neubauten (M-16, M-17)

A2.7.1. Zu erhebende Daten (Modellinput)

Für die Bestimmung der Förderwirkungen bei Neubauten (M-16, M-17) sind für jedes Förderprojekt folgende Daten zu erheben:

- Gebäudenutzung (3 Kategorien): Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Nicht-Wohnbau
- Energiebezugsfläche (m² EBF)
- Hauptheizsystem (5 Kategorien): Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe, Wärmenetzanschluss, Holzfeuerung

A2.7.2. Energiewirkung der finanziellen Förderung

Die Energiewirkung der finanziellen Förderung von Neubauten entspricht der Summe aus der „Nutzenergieeinsparung“ (erzielt durch eine energetisch bessere Gebäudehülle) und der darüber hinaus zusätzlich substituierten Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen (erzielt durch ein energetisch besseres Hauptheizsystem) gegenüber einem Neubau im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer des Neubaus.

$$EW = \Delta Q + S \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

EW Energiewirkung der finanziellen Förderung von Neubauten (MWh, Stufe Nutzenergie) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer des Neubaus.

ΔQ Durch die finanzielle Förderung bewirkte „Nutzenergieeinsparung“ (MWh) gegenüber einem Neubau im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer des Neubaus.

S Durch die finanzielle Förderung zusätzlich zur Nutzenergieeinsparung bewirkte Substitution von Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen (MWh) gegenüber einem Neubau im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, gerechnet über die Lebensdauer des Neubaus.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Nutzenergieeinsparung gegenüber einem Neubau im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer gerechnet) wird wie folgt bestimmt:

$$\Delta Q = LDGH * \sum_i [(rnb * qg_{n_i} - q_{n_i s_i}) * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

<i>LDGH</i>	Angenommene Lebensdauer der Gebäudehülle (40 Jahre).
<i>i</i>	Index Förderprojekt <i>i</i> .
<i>n</i>	$n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
<i>s</i>	$s = \{s1, s2\}$; erreichter Neubaustandard. s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: GEAK A/A.
<i>qg_n</i>	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) eines Neubaus gemäss MuKE n 2014 in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie <i>n</i> (angenommene Werte vgl. Tabelle 30).
<i>q_{n,s}</i>	Effektiver Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie <i>n</i> sowie des erreichten Neubaustandards <i>s</i> (angenommene Werte vgl. Tabelle 30).
<i>rnb</i>	Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung, dass im schweizerischen Durchschnitt Neubauten eine (gering) bessere Gebäudehülle aufweisen als gesetzlich gefordert. <i>rnb</i> = 95%. Erläuterungen vgl. A3.6.
<i>EBF_i</i>	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt <i>i</i> .

Tabelle 30: Wärmebedarf¹⁾ Raumwärme und Warmwasser (kWh/m² EBF)			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>qg_n</i>: Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh/m² EBF) eines Neubaus gemäss MuKE n 2014 in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie <i>n</i> ▪ <i>q_{n,s}</i>: Effektiver Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh/m² EBF) in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie <i>n</i> sowie des erreichten Neubaustandards <i>s</i> 			
<i>s</i> = {s1,s2}; erreichter Standard	Gebäudenutzung <i>n</i> = {n1,n2,n3}		
	n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
s1: Minergie-P(-A)(-Eco)	<i>qg_{n1}</i> = 62 ²⁾ <i>q_{n1,s1}</i> = 43 ³⁾	<i>qg_{n2}</i> = 59 ²⁾ <i>q_{n2,s1}</i> = 43 ³⁾	<i>qg_{n3}</i> = 47 ²⁾ <i>q_{n3,s1}</i> = 33 ³⁾
s2: GEAK A/A	<i>qg_{n1}</i> = 62 ²⁾ <i>q_{n1,s2}</i> = 46 ³⁾	<i>qg_{n2}</i> = 59 ²⁾ <i>q_{n2,s2}</i> = 46 ³⁾	<i>qg_{n3}</i> = 47 ²⁾ <i>q_{n3,s2}</i> = 35 ³⁾

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Grundannahmen: Gebäudehüllzahlen EFH/MFH/NWB 2/1,5/1. Warmwasserbedarf kWh/m² EBF für EFH/MFH/NWB: Standardwerte gemäss SIA 380/1:2009 (für Nicht-Wohnbauten Gebäudekategorie III Verwaltung angesetzt).

2) Anforderung an den Heizwärmebedarf gemäss MuKE n 2014 sowie oben genannten Grundannahmen.

3) GEAK A/A: Annahme, dass Heizwärmebedarf durchschnittlich bei 60% der Grenzwerte SIA 380/1:2009 liegt. Minergie-P: Annahme, dass Heizwärmebedarf durchschnittlich bei 54% (=90%*60%) der Grenzwerte SIA 380/1:2009 liegt. Die Annahme für Minergie-P-Neubauten ist über Auswertungen der Minergie-Datenbank grob plausibilisiert. Der Heizwärmebedarf für GEAK-A/A-Neubauten wurde etwas höher angesetzt, weil die Luftdichtigkeit sowie die kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung nicht gesichert vorhanden sind. Im Übrigen gelten die oben genannten Grundannahmen.

Die zusätzlich bewirkte Substitution von Nutzenergie aus nicht erneuerbaren Energiequellen gegenüber einem Neubau im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer gerechnet) wird wie folgt bestimmt:

$$S = LDWE * \sum_i [(aref_{n_i,h_i} - a_{n_i}) * q_{n_i,s_i} * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

$LDWE$	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Wärmeerzeugung (15 Jahre).
i	Index Förderprojekt i .
n	$n = \{n1,n2,n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
s	$s = \{s1,s2\}$; erreichter Neubaustandard. s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: GEAK A/A.
h	$h = \{h1, \dots, h5\}$; Hauptheizsystem. h1: Öl. h2: Gas. h3: Fernwärme. h4: Wärmepumpe. h5: Holz.
$aref_{n,h}$	Anteil Nutzwärme (%), der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n sowie des Hauptheizsystems h (Berechnung vgl. Formel unten).
a_h	Anteil Nutzwärme (%), der beim erstellten Neubau nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 31).
$q_{n,s}$	Effektiver Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Neubaustandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 30).
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i .

Der Anteil Nutzwärme im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, der nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, berechnet sich dabei wie folgt:

$$aref_{n,h} = [1 - ds_h] * a_h + ds_h * ach_n \quad [\%]$$

ds_h	Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Fällen, in denen die Förderung von Neubauten Substitutionswirkung erzielt ($ds_{h3} = ds_{h4} = ds_{h5} = 1$) sowie Fällen, in denen die Förderung von Neubauten per Definition keine Substitutionswirkung erzielt ($ds_{h1} = ds_{h2} = 0$). Erläuterungen vgl. A3.7.
a_h	Anteil Nutzwärme (%), der beim erstellten Neubau nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 31).
ach_n	Anteil Nutzwärme (%), der bei Neubauten mit Gebäudenutzung n im schweizerischen Durchschnitt nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt (vgl. Tabelle 31).

Tabelle 31: Annahmen zu Neubauten							
h = {h1, ..., h5}; Haupt- heizsystem	Heizsystemanteile im CH-Durchschnitt ¹⁾			Nutzungs- grad ²⁾ (kWh Nutz-/ kWh Endenergie) n _n	Anteil ³⁾ , der nicht aus Erneuerbaren oder Abwärme stammt a _n	Emissionsfak- tor ⁴⁾ (kg CO ₂ / kWh Endener- gie) e _n	Endenergie- preis ⁵⁾ (Fr./kWh) p _n
	EFH	MFH	NWB				
h1: Öl	0,5%	1%	1,5%	0,85	100%	0,264	0.10
h2: Gas	4,5%	9%	13,5%	0,9	100%	0,202	0.10
h3: Fern- wärme	19%	18%	17%	1 (per def.)	20%	0,17	0.10
h4: Wär- mepumpe	57%	54%	51%	3,5	29%	0,024	0.20
h5: Holz	19%	18%	17%	0,7	0%	0	0.075
Resultierende Referenzgrössen für das Wirkungsmodell ⁶⁾							
	EFH	MFH	NWB				
ach _n	25%	29%	33%	Anteil der im CH-Durchschnitt nicht aus Erneuerbaren oder Ab- wärme stammt (%)			
ech _n	0,048	0,058	0,067	Emissionsfaktor (kg CO ₂ / kWh Nutzenergie) im CH-Durchschnitt			
φch _n	0.078	0.079	0.081	Energiepreis (kg CO ₂ / kWh Nutzenergie) im CH-Durchschnitt			

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) In Anlehnung an W&P 2014 sowie Haustech 2009. Erläuterung vgl. A3.7.

2) Pauschal festgelegt, in Anlehnung an Prognos 2012.

3) Anschluss an ein Wärmenetz: Anteil von 20% wird in Übereinstimmung mit der im HFM aufgeführten Förderbeitragsbedingung für M-07 festgelegt. Diese Anforderung entspricht grob dem schweizerischen Durchschnitt (nicht im Detail überprüft; gemäss Treibhausgasinventar stammen knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien, davon aber ein grosser Teil aus verbrannten Abfällen, wobei die daraus genutzte Wärme als „Abwärme“ betrachtet wird).

4) Emissionsfaktoren: Grundsätzlich Standardwerte BAFU/CO₂-Gesetzgebung. Emissionsfaktor Fernwärme: Ausgegangen wird von der Annahme des BFE für Gebäudeprogramm Teil A (basierend auf dem Bericht zum Schweizer Treibhausgasinventar, Kategorie 1A1a), gemäss derer der durchschnittliche Emissionsfaktor von Fernwärme pro kWh bezogene Wärme rund 0,17 kg CO₂/kWh beträgt, weil knapp 50% der Fernwärme aus fossilen Energien stammt (v.a. fossile Abfälle).

5) Über die Lebensdauer der Massnahmen durchschnittliche Energiepreise. Pauschal festgelegt, in Anlehnung an BFE/BAFU 2015a (Öl, Gas), BFE 2014a (Strom), HFM 2009 (Fernwärme), WVS 2015 (Holz). Weil die Prognoseunsicherheiten über lange Zeiträume sowieso sehr hoch sind (es geht um Zeiträume über 2050 hinaus) und vertiefte Analysen den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt hätten, wurden die Preisannahmen durch die AG Erfolgskontrolle für alle Massnahmen pauschal festgelegt und nicht weiter vertieft.

6) Mit den Heizsystemanteilen gewichtete Durchschnittswerte.

A2.7.3. CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung

Die CO₂-Wirkung gegenüber einem Neubau im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer gerechnet) wird wie folgt bestimmt:

$$CO2W = LDGH * \sum_i [(rnb * qg_{n_i} * \epsilon_{ref_{n_i, h_i}} - q_{n_i, s_i} * \epsilon_{h_i}) * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

LDGH Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).

i Index Förderprojekt *i*.

n *n* = {n1, n2, n3}; Gebäudenutzungskategorie.
n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.

s	$s = \{s_1, s_2\}$; erreichter Neubaustandard. s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: GEAk A/A.
h	$h = \{h_1, \dots, h_5\}$; Hauptheizsystem. h1: Öl. h2: Gas. h3: Fernwärme. h4: Wärmepumpe. h5: Holz.
$q_{g,n}$	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) eines Neubaus gemäss MuKE n 2014 in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n (angenommene Werte vgl. Tabelle 30).
$q_{n,s}$	Effektiver Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Neubaustandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 30).
r_{nb}	Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung, dass im schweizerischen Durchschnitt Neubauten eine bessere Gebäudehülle aufweisen als gesetzlich gefordert. $r_{nb} = 95\%$. Erläuterungen vgl. A3.6.
$\epsilon_{ref,n,h}$	Durchschnittlicher Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n sowie des Hauptheizsystems h (Berechnung vgl. Formel unten).
ϵ_h	Emissionsfaktor bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) des erstellten Neubaus in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (Berechnung vgl. Formel unten).
EBF_i	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i.

Die Emissionsfaktoren bezogen auf die Nutzwärme des erstellten Neubaus sowie des Neubaus im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnen sich dabei wie folgt:

$$\epsilon_{ref,n,h} = [1 - dc_h] * \epsilon_h + dc_h * \epsilon_{ch_n} \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh Nutzwärme}]$$

$$\epsilon_h = \frac{e_h}{n_h} \quad [\text{kg CO}_2/\text{kWh Nutzwärme}]$$

dc_h	Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Fällen, in denen die Förderung von Neubauten CO ₂ -Wirkung erzielt ($dc_{h4} = dc_{h5} = 1$) sowie Fällen, in denen die Förderung von Neubauten per Definition keine CO ₂ -Wirkung erzielt ($dc_{h1} = dc_{h2} = dc_{h3} = 0$). Erläuterungen vgl. A3.7.
e_h	Emissionsfaktor bezogen auf die Endenergie (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) des erstellten Neubaus in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 31).
n_h	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des erstellten Neubaus in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 31).
ϵ_{ch_n}	Emissionsfaktor Neubau im schweizerischen Durchschnitt bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n (vgl. Tabelle 31).

A2.7.4. Wirkung der finanziellen Förderung auf die Investitionen

Die durch die finanzielle Förderung von Neubauten ausgelösten Mehrinvestitionen werden wie folgt bestimmt:

$$MI = \sum_i [mi_{n_i, s_i} * EBF_i] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i Index Förderprojekt i .

n $n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie.
n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.

s $s = \{s1, s2\}$; erreichter Neubaustandard.
s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: GEAK A/A.

$mi_{n,s}$ Mehrinvestitionen (Fr./m² EBF) je nach Gebäudenutzung n und Neubaustandard s (vgl. Tabelle 32)

EBF_i Energiebezugsfläche (in 1000 m² EBF) Förderprojekt i .

Tabelle 32: Angenommene Mehrinvestitionen bei Neubauten ¹⁾			
mi _{n,s} : Mehrinvestitionen für den geförderten Neubau im Vergleich zum Referenzneubau im hypothetischen Fall ohne Förderung in Fr./m ² EBF.			
s = {s1,s2}; erreichter Standard	Gebäudenutzung n = {n1,n2,n3}		
	n1: EFH	n2: MFH	n3: NWB
s1: Minergie-P(-A)(-Eco)	mi _{n1,s1} = 380	mi _{n2,s1} = 200	mi _{n3,s1} = 150
s2: GEAK A/A	mi _{n1,s2} = 340	mi _{n2,s2} = 180	mi _{n3,s2} = 130

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Angenommene Mehrinvestitionen in Anlehnung an HFM 2009 und FHNW/Stokar 2010 sowie einer groben Plausibilisierung der resultierenden Mehrinvestitionen für typische Sanierungsprojekte durch INFRAS und die AG Erfolgskontrolle. Es lagen keine weitergehenden, direkt verwertbaren empirischen Grundlagen für die Schätzung der Mehrinvestitionen vor. Eine Vertiefung hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt – zumal es sich bei den angenommenen Mehrinvestitionen um Durchschnittswerte in Bezug auf schweizweit geförderte Neubauten handelt, die in der Regel sowieso nur plausibilisiert und kaum empirisch abgestützt werden können (empirische Grundlagen zu entsprechenden Mehrinvestitionen beziehen sich in der Regel auf sehr eng definierte Rahmenbedingungen und Annahmen für die Kostenermittlung). Die Annahmen können, falls zukünftig weitergehende Grundlagen vorliegen, angepasst werden.

A2.7.5. Wirkung der finanziellen Förderung auf die nicht amortisierbaren Kosten

Die Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten entspricht bei Neubauten der Summe aus den durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen sowie diskontierten Unterhaltsmehrkosten abzüglich den durch die Förderung bewirkten, diskontierten Energiekosteneinsparungen.

$$NAM = MI + UK - EK \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>NAM</i>	Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten (1000 Fr.) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne finanzielle Förderung (für Neubauten).
<i>EK</i>	Durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Neubauten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten)
<i>MI</i>	Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) bei Neubauten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.7.4).
<i>UK</i>	Durch die finanzielle Förderung bewirkte Unterhaltsmehrkosten (1000 Fr.) bei Neubauten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten).

Dabei werden die durch die Förderung bewirkten Unterhaltsmehrkosten vereinfachend auf pauschal 1% der durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen festgelegt (angelehnt an HFM 2009 sowie die Grössenordnung gemäss SIA-Richtwerten). Dabei wird zusätzlich pauschal angenommen, dass rund 80% der Mehrinvestitionen für einen geförderten Neubau gegenüber einem Neubau im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung auf Seiten der Gebäudehülle und rund 20% auf Seiten der Haustechnik anfallen (Pauschalannahme AG Erfolgskontrolle/INFRAS).

$$UK = 1\%/Jahr * \sum_i [80\% * mi_{n_i,s_i} * LDGH * dfgh + 20\% * mi_{n_i,s_i} * LDHT * dfht] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>i</i>	Index Förderprojekt.
<i>mi_{n,s}</i>	Mehrinvestitionen (Fr./m ² EBF) je nach Gebäudenutzung <i>n</i> und Neubaustandard <i>s</i> (vgl. Tabelle 32)
<i>LDGH</i>	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).
<i>dfgh</i>	Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Gebäudehülle (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. <i>dfgh</i> = 0,60.
<i>LDHT</i>	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Haustechnik (15 Jahre).
<i>dfht</i>	Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Haustechnik (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. <i>dfht</i> = 0,82.

Die durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die Lebensdauer der geförderten Neubauten (diskontiert) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnet sich wie folgt:

$$EK = LDGH * dfgh * \sum_i [(rnb * qg_{n_i} * \varphi_{ref_{n_i, h_i}} - q_{n_i, s_i} * \varphi_{h_i}) * EBF_i] \quad [\text{MWh Nutzenergie}]$$

<i>LDGH</i>	Angenommene Lebensdauer von Massnahmen an der Gebäudehülle (40 Jahre).
<i>i</i>	Index Förderprojekt i.
<i>n</i>	$n = \{n1, n2, n3\}$; Gebäudenutzungskategorie. n1: Einfamilienhaus. n2: Mehrfamilienhaus. n3: Nicht-Wohnbau.
<i>s</i>	$s = \{s1, s2\}$; erreichter Neubaustandard. s1: Minergie-P(-A)(-Eco). s2: GEAk A/A.
<i>h</i>	$h = \{h1, \dots, h5\}$; Hauptheizsystem. h1: Öl. h2: Gas. h3: Fernwärme. h4: Wärmepumpe. h5: Holz.
<i>qg_n</i>	Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) eines Neubaus gemäss MuKE n 2014 in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n (angenommene Werte vgl. Tabelle 30).
<i>q_{n,s}</i>	Effektiver Wärmebedarf Raumwärme und Warmwasser (kWh pro m ² EBF und Jahr) in Abhängigkeit der Gebäudenutzungskategorie n sowie des erreichten Neubaustandards s (angenommene Werte vgl. Tabelle 30).
<i>rnb</i>	Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung, dass im schweizerischen Durchschnitt Neubauten eine bessere Gebäudehülle aufweisen als gesetzlich gefordert. $rnb = 95\%$. Erläuterungen vgl. A3.6.
<i>φ_{ref_{n,h}}</i>	Durchschnittlicher Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n sowie des Hauptheizsystems h (Berechnung vgl. Formel unten).
<i>φ_h</i>	Energiepreis bezogen auf die Nutzwärme (kg CO ₂ /kWh Nutzwärme) des erstellten Neubaus in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (Berechnung vgl. Formel unten).
<i>dfgh</i>	Diskontierungsfaktor für Massnahmen an der Gebäudehülle (resp. deren Lebensdauer) sowie eines Zinssatzes von 3%. $dfgh = 0,60$.
<i>EBF_i</i>	Energiebezugsfläche (in 1000 m ² EBF) Förderprojekt i.

Die Energiepreise bezogen auf die Nutzwärme des erstellten Neubaus sowie des Neubaus im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung berechnen sich dabei wie folgt:

$$\varphi_{ref_{n,h}} = [1 - dp_h] * \varphi_h + dp_h * \varphi_{ch_n} \quad [\text{Fr./kWh Nutzwärme}]$$

$$\varphi_h = \frac{p_h}{n_h} \quad [\text{Fr./kWh Nutzwärme}]$$

dp_h Schaltvariable (1 oder 0) zur Unterscheidung von Fällen, in denen die Förderung von Neubauten eine Energiekosteneinsparung bewirkt ($dp_{h4} = dp_{h5} = 1$) sowie Fällen, in denen die

	Förderung von Neubauten per Definition keine Energiekosteneinsparung bewirkt ($dp_{h1} = dp_{h2} = dp_{h3} = 0$). Erläuterungen vgl. A3.7.
e_h	Endenergiepreis (Fr./kWh ans Haus gelieferte Endenergie) des erstellten Neubaus in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 31).
n_h	Nutzungsgrad (kWh Nutzwärme/kWh Endenergie) des erstellten Neubaus in Abhängigkeit des Hauptheizsystems h (vgl. Tabelle 31).
φch_n	Energiepreis eines Neubaus im schweizerischen Durchschnitt bezogen auf die Nutzwärme (Fr./kWh Nutzwärme) in Abhängigkeit der Gebäudenutzung n (vgl. Tabelle 31).

A2.7.6. Annahmen für die Aggregation auf die Richtwerte gemäss Tabelle 4

Für die Bestimmung der in Tabelle 4 (S. 40) dargestellten, aggregierten Richtwerte der Förderwirkungen je Massnahme wurden folgende Annahmen gemacht:

- Die geförderten Energiebezugsflächen verteilen sich zu 10% auf Einfamilienhäuser, zu 80% auf Mehrfamilienhäuser und zu 10% auf Nicht-Wohnbauten. Die Wirkungen eines Förderprogramms fallen gemäss angenommenem Wirkungsmodell umso höher aus, je höher der Einfamilienhausanteil bei den Wohnbauten resp. höher der Wohnbautenanteil bei allen geförderten Bauten liegt. Der Effekt ist allerdings nicht stark.
- Bezogen auf die gesamten geförderten Energiebezugsflächen wird angenommen, dass diese zu 0% mit Öl, zu 5% mit Gas, zu 15% mit Fernwärme, zu 65% mit Wärmepumpe und zu 15% mit Holz beheizt werden. Ausserdem wird angenommen, dass dieser Heizsystemmix gebäudenutzungsunabhängig ist. Die Energie- und CO₂-Wirkungen der Förderung von Neubauten fallen umso höher aus, je mehr Holz-beheizte Gebäude gefördert werden, allerdings ist auch dieser Effekt nur schwach.

A2.8. Wärmenetzprojekte (M-18)

A2.8.1. Zu erhebende Daten (Modellinput)

Für die Bestimmung der Förderwirkungen bei Wärmenetzprojekten (M-18) sind für jedes Förderprojekt folgende Daten zu erheben:

- Angabe, welche Massnahme umgesetzt wurde (2 Kategorien): Netzneubau resp. Netzerweiterung, Neubau Wärmeerzeugungsanlage
- Bezugsgrösse in MWh/Jahr (Planungswert gemäss Anlagenauslegung):
 - Neubau/Erweiterung Wärmenetz: Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt.

- Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungszentrale: Gegenüber dem Zustand vor dem Neubau der Wärmeerzeugungszentrale zusätzlich an bestehende Bauten gelieferte Wärme (netto, exkl. Netzverluste) aus erneuerbaren Energien oder Abwärme.
- Angabe, ob im selben Netzgebiet auch Fördergelder für Wärmenetzanschlüsse angeboten werden resp. ob im Netzgebiet M-07 und M-18 gefördert werden (2 Kategorien): ja, nein.
- Anteil (in %) der zusätzlich gelieferten Wärmemenge aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, der durch andere Akteure beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung zu erfüllen.

A2.8.2. Energiewirkung der finanziellen Förderung

Für den hypothetischen Referenzfall wird bei Wärmenetzprojekten grundsätzlich angenommen, dass diese ohne die finanzielle Förderung nicht realisiert würden. Die Energiewirkung der finanziellen Förderung von Wärmenetzprojekten (gerechnet über die Lebensdauer) bestimmt sich wie folgt:

$$EW = LD * \sum_i [(1 - mwe_{m_i}) * Q_i * r_i * dz_{m_i}] \quad [\text{MWh Nutzwärme}]$$

<i>i</i>	Index Förderprojekt i.
<i>m</i>	m = {m1,m2}; umgesetzte Massnahme. m1: Neubau/Erweiterung Wärmenetz. m2: Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage.
<i>LD</i>	Angenommene Lebensdauer für Wärmenetzprojekte. LD = 20 Jahre. Analog zum HFM 2009 pauschal festgelegt (Begrenzung der angenommenen Lebensdauer auf 20 Jahre, auch für Wärmenetze, dank denen in bestehenden Gebäuden Heizungen deinstalliert werden, deren Lebensdauer ebenfalls auf 15 bis 20 Jahre begrenzt ist).
<i>mwe_m</i>	Nur für Projekte mit Netzneubau resp. Netzerweiterung relevant (m1). mwe _{m1} entspricht dem Anteil dezentraler Hauptheizsysteme mit Nutzung fossiler Energien oder Strom, die auch ohne die finanzielle Förderung des Wärmenetzprojekts substituiert worden wären. mwe _{m1} = 35%. Erläuterungen vgl. A3.3. Für Neubauten/Erweiterungen zentraler Wärmeerzeugungsanlagen (m2) ist der Parameter nicht relevant (mwe _{m2} = 0).
<i>Q_i</i>	Erhobener Mengenparameter (MWh/Jahr im Regeljahr gemäss Anlagenauslegung) für Förderprojekt i: Neubau/Erweiterung Wärmenetz: Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt. Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungszentrale: Gegenüber dem Zustand vor Neubau/Erweiterung der Wärmeerzeugungszentrale zusätzlich gelieferte Wärme (netto, exkl. Netzverluste) aus erneuerbaren Energien oder Abwärme.

r_i	Anteil (%) der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der <u>nicht</u> von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO ₂ -Gesetzgebung zu erfüllen.
dz_m	Nur für Projekte mit Netzneubau resp. Netzerweiterung relevant (m1). Schaltvariable (0 oder 1) zur Vermeidung von Doppelzählungen in Fällen, in denen im selben Netzgebiet auch Fördergelder an Gebäudeeigentümer für Wärmenetzanschlüsse (M-07 des HFM 2015) ausbezahlt werden. Falls im selben Netzgebiet M-07 und M-18 gefördert werden, gilt $dz_{m1} = 0$ (Energiewirkung der Förderung wird in diesem Fall bereits über M-07 angerechnet). Ansonsten gilt $dz_{m1} = 1$. Für Neubauten/Erweiterungen zentraler Wärmeerzeugungsanlagen (m2) ist der Parameter nicht relevant (es gilt immer $dz_{m2} = 1$).

A2.8.3. CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung

Die CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung von Wärmenetzprojekten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (über die Lebensdauer gerechnet) wird wie folgt bestimmt:

$$CO2W = LD * \sum_i [(1 - mwe_{m_i}) * \varepsilon ch * Q_i * r_i * dz_{m_i}] \quad [t CO_2]$$

i	Index Förderprojekt i.
m	$m = \{m1, m2\}$; umgesetzte Massnahme. m1: Neubau/Erweiterung Wärmenetz. m2: Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage.
LD	Angenommene Lebensdauer für Wärmenetzprojekte. LD = 20 Jahre. Analog zum HFM 2009 festgelegt (Begrenzung der angenommenen Lebensdauer auf 20 Jahre, auch für Wärmenetze, dank denen in bestehenden Gebäuden Heizungen deinstalliert werden, deren Lebensdauer ebenfalls auf 15 bis 20 Jahre begrenzt ist).
mwe_m	Nur für Projekte mit Netzneubau resp. Netzerweiterung relevant (m1). mwe_{m1} entspricht dem Anteil dezentraler Hauptheizsysteme mit Nutzung fossiler Energien oder Strom, die auch ohne die finanzielle Förderung des Wärmenetzprojekts substituiert worden wären. $mwe_{m1} = 35\%$. Erläuterungen vgl. A3.3. Für Neubauten/Erweiterungen zentraler Wärmeerzeugungsanlagen (m2) ist der Parameter nicht relevant ($mwe_{m2} = 0$).
Q_i	Erhobener Mengenparameter (MWh/Jahr im Regeljahr gemäss Anlagenauslegung) für Förderprojekt i: Neubau/Erweiterung Wärmenetz: Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt. Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungszentrale: Gegenüber dem Zustand vor Neubau/Erweiterung der Wärmeerzeugungszentrale zusätzlich gelieferte Wärme (netto, exkl. Netzverluste) aus erneuerbaren Energien oder Abwärme.
εch	Durchschnittlicher Emissionsfaktor in Bezug auf die Nutzwärme (t CO ₂ /MWh). $\varepsilon ch = 0,28$. Einheitliche Pauschalannahme für a) substituierte, ans Haus gelieferte Nah-/Fernwärme, die

nicht aus erneuerbaren Energien oder Abwärme stammt, und für b) substituierte, dezentral erzeugte Wärme aus Öl, Gas und Strom (direkt-elektrische Wärmeerzeugung).

r_i	Anteil (%) der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der <u>nicht</u> von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO ₂ -Gesetzgebung zu erfüllen.
dz_m	Nur für Projekte mit Netzneubau resp. Netzerweiterung relevant (m1). Schaltvariable (0 oder 1) zur Vermeidung von Doppelzählungen in Fällen, in denen im selben Netzgebiet auch Fördergelder an Gebäudeeigentümer für Wärmenetzanschlüsse (M-07 des HFM 2015) ausbezahlt werden. Falls im selben Netzgebiet M-07 und M-18 gefördert werden, gilt $dz_{m1} = 0$ (CO ₂ -Wirkung der Förderung wird in diesem Fall bereits über M-07 angerechnet). Ansonsten gilt $dz_{m1} = 1$. Für Neubauten/Erweiterungen zentraler Wärmeerzeugungsanlagen (m2) ist der Parameter nicht relevant (es gilt immer $dz_{m2} = 1$).

A2.8.4. Wirkung der finanziellen Förderung auf die Investitionen

Die durch die Förderung von Wärmenetzprojekten ausgelösten Mehrinvestitionen gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung werden wie folgt bestimmt:

$$MI = \sum_i [(i_{m_i,f_i} - iref_{m_i}) * Q_i * r_i] \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i	Index Förderprojekt i .
m	$m = \{m1, m2\}$; umgesetzte Massnahme. m1: Neubau/Erweiterung Wärmenetz. m2: Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage.
f	$f = \{f1, f2\}$; Kategorie Ausgestaltung Förderung (mit/ohne Doppelförderung M-07/M-18). f1: Ohne Förderbeiträge an Gebäudeeigentümer für Wärmenetzanschlüsse im selben Netzgebiet (ohne Doppelförderung M-07/M-18). f2: Mit Förderbeiträgen an Gebäudeeigentümer für Wärmenetzanschlüsse im selben Netzgebiet (mit Doppelförderung M-07/M-18).
$i_{m,f}$	Investitionen (1000 Fr. pro zusätzlich gelieferter MWh/Jahr) Wärmenetzprojekt je nach umgesetzter Massnahme m sowie Ausgestaltung der Förderung f (vgl. Tabelle 33).
$iref_m$	Investitionen (1000 Fr. pro zusätzlich gelieferter MWh/Jahr) <u>im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung</u> je nach umgesetzter Massnahme m (vgl. Tabelle 33).
Q_i	Erhobener Mengenparameter (MWh/Jahr im Regeljahr gemäss Anlagenauslegung) für Förderprojekt i : Neubau/Erweiterung Wärmenetz: Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt. Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungszentrale: Gegenüber dem Zustand vor Neubau/Erweiterung der Wärmeerzeugungszentrale zusätzlich gelieferte Wärme (netto, exkl. Netzverluste) aus erneuerbaren Energien oder Abwärme.

r_i Anteil (%) der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der nicht von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung zu erfüllen.

Tabelle 33: Annahmen Investitionen ¹⁾ Wärmenetzprojekte (1000 Fr. pro MWh/Jahr)		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ $i_{m,f}$: Investitionen Wärmenetzprojekt (1000 Fr. pro MWh/Jahr) je nach umgesetzter Massnahme m sowie Ausgestaltung der Förderung f. ▪ $i_{ref,m}$: Investitionen (1000 Fr. pro MWh/Jahr) im hypothetischen Referenzfall ohne Förderung. 		
	f = {f1,f2}; Ausgestaltung Förderung im Netzgebiet (f)	
m = {m1,m2}; umgesetzte Massnahme im Rahmen des Wärmenetzprojekts	f1: <u>Ohne</u> Förderbeiträge an Gebäudeeigentümer (für Wärmenetzanschlüsse; M-07 gemäss HFM 2015)	f2: <u>Mit</u> Förderbeiträgen an Gebäudeeigentümer (für Wärmenetzanschlüsse; M-07 gemäss HFM 2015)
m1: Neubau/Erweiterung Wärmenetz	$i_{m1,f1} = 1,05$ ²⁾ $i_{ref,m1} = 0,38$ ⁵⁾	$i_{m1,f2} = 0,50$ ⁴⁾ $i_{ref,m1} = 0,38$ ⁵⁾
m2: Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage	$i_{m2,f1} = 0,65$ ³⁾ $i_{ref,m2} = 0$ ⁵⁾	$i_{m2,f2} = 0,65$ ³⁾ $i_{ref,m2} = 0$ ⁵⁾

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Angenommene Investitionen in Anlehnung an HFM 2009, QMH 2008, den Investitionsannahmen gemäss Tabelle 12 für dezentrale Hauptheizsysteme sowie einer groben Plausibilisierung der resultierenden Investitionen durch INFRAS und die AG Erfolgskontrolle. Es lagen keine weitergehenden, direkt verwertbaren empirischen Grundlagen für die Schätzung der Mehrinvestitionen vor. Eine Vertiefung hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt – zumal es sich bei den angenommenen Investitionen um Durchschnittswerte in Bezug auf schweizweit geförderte Wärmenetzprojekte handelt, die in der Regel sowieso nur plausibilisiert und kaum empirisch abgestützt werden können. Ausserdem war es seitens eines praktikablen Vollzugs Voraussetzung, dass die finanzielle Förderung von Wärmenetzprojekten wie im HFM 2009 über eine einzige, einfach ausgestaltete Massnahme umgesetzt werden kann. Als einzige zentrale Modelleingangsgrösse wird daher die zusätzlich gelieferte Wärmemenge aus erneuerbaren Energien resp. Abwärme an bestehende Bauten (MWh/a im Regeljahr) erhoben, auf die alle technischen Annahmen abgestützt werden müssen. Weitere Angaben zum spezifischen Wärmenetzprojekt stehen nicht zur Verfügung, um differenziertere Annahmen zu anfallenden Investitionen des Wärmenetzprojekts sowie zu den angeschlossenen Gebäuden zu unterstellen (nicht standardmässig erhoben werden können z.B. Grösse und Komplexität des Wärmenetzes, kostentreibende Rahmenbedingungen für die Netzerstellung im spezifischen Netzgebiet, Informationen zum Wärmebedarf und der Wärmeerzeugung der angeschlossenen Gebäuden etc.).

2) Investitionen setzen sich zusammen aus „zentral“ anfallenden Kosten für den Netzneubau resp. die Netzerweiterung (500 Fr. pro MWh/Jahr; geschätzt in Anlehnung an QMH 2008) sowie „dezentral“ anfallenden Kosten für den Hauptheizsystemwechsel in den zusätzlich angeschlossenen Gebäuden (550 Fr. pro MWh/Jahr; geschätzt auf Basis eines durchschnittlichen Wärmebedarfs je angeschlossenen Gebäude von 100 MWh/Jahr sowie den Investitionsannahmen gemäss Tabelle 12 (Investitionen Wärmenetzanschluss).

3) Geschätzte, „zentral“ anfallenden Kosten für Neubau/Erweiterung der Wärmeerzeugungsanlage (in Anlehnung an QMH 2008 sowie in eigener Einschätzung, da sich diese Grundlage ausschliesslich auf Holzheizzentralen bezieht).

4) Geschätzte, „zentral“ anfallende Kosten für den Netzneubau resp. die Netzerweiterung (500 Fr. pro MWh/Jahr; in Anlehnung an QMH 2008).

5) Grundsätzlich wird für den hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, in dem das Wärmenetzprojekt nicht realisiert wird, angenommen, dass bei bestehenden Gebäuden dann einen Anschluss an das Wärmenetz vorgenommen wird, wenn sofort oder in absehbarer Frist eine Erneuerungsinvestition in die dezentrale Wärmeerzeugung getätigt werden müsste. Diese Investition fällt im hypothetischen Referenzfall also dann an, wenn das Wärmenetzprojekt ein Neu- oder Erweiterungsbau des Netzes umfasst (m1; m2 betrifft dies nicht, für m2 werden keine Investitionen angenommen). Die Höhe dieser Investition (geschätzt: 380 Fr. pro MWh/Jahr) basiert auf einem angenommenen durchschnittlichen Wärmebedarf je angeschlossenen Gebäude von 100 MWh/Jahr, den Investitionsannahmen je Heizsystem gemäss Tabelle 12 und der Annahme, dass in 65% der Fälle die bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung erneuert worden und in 35% der Fälle auf eine Wärmepumpe umgestellt worden wäre.

A2.8.5. Wirkung der finanziellen Förderung auf die nicht amortisierbaren Kosten

Die Wirkungen der finanziellen Förderung von Wärmenetzprojekten auf die gegenüber dem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten werden wie folgt bestimmt:

$$NAM = MI + UK - EK \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>NAM</i>	Wirkung der finanziellen Förderung auf die in Kauf genommenen nicht amortisierbaren Kosten (1000 Fr.) gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne finanzielle Förderung (für Wärmenetzprojekte).
<i>EK</i>	Durch die finanzielle Förderung bewirkte Energiekosteneinsparung über die angenommene Lebensdauer bei Wärmenetzprojekten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten)
<i>MI</i>	Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) bei Wärmenetzprojekten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.8.4).
<i>UK</i>	Durch die finanzielle Förderung bewirkte Unterhaltsmehrkosten (1000 Fr.) bei Wärmenetzprojekten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (diskontiert, 1000 Fr.; Berechnung vgl. Formel unten).

Dabei werden die durch die Förderung bewirkten jährlichen Unterhaltsmehrkosten vereinfachend auf pauschal 1% der durch die Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen festgelegt (angelehnt an HFM 2009 sowie die Grössenordnung gemäss SIA-Richtwerten):

$$UK = (1\%/Jahr) * MI * LD * df \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

<i>MI</i>	Durch die finanzielle Förderung ausgelöste Mehrinvestitionen (1000 Fr.) bei Wärmenetzprojekten gegenüber einem hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (Berechnung vgl. A2.8.4).
<i>LD</i>	Angenommene Lebensdauer für Wärmenetzprojekte. LD = 20 Jahre. Analog zum HFM 2009 festgelegt (Begrenzung der angenommenen Lebensdauer auf 20 Jahre, auch für Wärmenetze, dank denen in bestehenden Gebäuden Heizungen deinstalliert werden, deren Lebensdauer ebenfalls auf 15 bis 20 Jahre begrenzt ist).
<i>df</i>	Diskontierungsfaktor für die angenommene Lebensdauer sowie eines Zinssatzes von 3%. $df = 0,77$.

Bezüglich der Energiekosteneinsparung gegenüber dem Referenzfall ohne Förderung wird pauschal angenommen, dass bei Netzneubauten sowie Netzerweiterungen pro MWh zusätzlich gelieferter Wärmemenge durchschnittlich rund 20 Fr./MWh eingespart werden (ggü. den Energiekosten der dezentralen Wärmeerzeugung).

$$EK = LD * df * 20 \text{ Fr./MWh} * \sum_i [Q_i * r_i * d_{m_i}] / 1000 \quad [1000 \text{ Fr.}]$$

i Index Förderprojekt *i*.

m	$m = \{m1, m2\}$; umgesetzte Massnahme. m1: Neubau/Erweiterung Wärmenetz. m2: Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage.
LD	Angenommene Lebensdauer für Wärmenetzprojekte. LD = 20 Jahre. Analog zum HFM 2009 pauschal festgelegt (Begrenzung der angenommenen Lebensdauer auf 20 Jahre, auch für Wärmenetze, dank denen in bestehenden Gebäuden Heizungen deinstalliert werden, deren Lebensdauer ebenfalls auf 15 bis 20 Jahre begrenzt ist).
df	Diskontierungsfaktor für die angenommene Lebensdauer sowie eines Zinssatzes von 3%. $df = 0,77$.
Q_i	Erhobener Mengenparameter (MWh/Jahr im Regeljahr gemäss Anlagenauslegung) für Förderprojekt i: Neubau/Erweiterung Wärmenetz: Wärme aus erneuerbaren Energien oder Abwärme, die an Bauten geliefert wird (netto, exkl. Netzverluste), in denen der Wärmenetzanschluss eine bestehende Öl-, Gas- oder Elektroheizung ersetzt. Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungszentrale: Gegenüber dem Zustand vor Neubau/Erweiterung der Wärmeerzeugungszentrale zusätzlich gelieferte Wärme (netto, exkl. Netzverluste) aus erneuerbaren Energien oder Abwärme.
r_i	Anteil (%) der im entsprechenden Wärmenetz verteilten Wärmemenge, der <u>nicht</u> von anderen Akteuren beansprucht wird, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO ₂ -Gesetzgebung zu erfüllen.
d_m	Nur für Projekte mit Netzneubau resp. Netzerweiterung relevant (m1). Schaltvariable (0 oder 1) zur Vermeidung von Doppelzählungen in Fällen, in denen im selben Netzgebiet auch Fördergelder an Gebäudeeigentümer für Wärmenetzanschlüsse (M-07 des HFM 2015) ausbezahlt werden. Falls im selben Netzgebiet M-07 und M-18 gefördert werden, gilt $d_{m1} = 0$ (NAM in diesem Fall bereits über M-07 angerechnet). Ansonsten gilt $d_{m1} = 1$. Für Neubauten/Erweiterungen zentraler Wärmeerzeugungsanlagen (m2) wird generell kein Einfluss auf die Energiekosten angenommen (es gilt immer $d_{m2} = 0$).

A2.8.6. Annahmen für die Aggregation auf die Richtwerte gemäss Tabelle 4

Für die Bestimmung der in Tabelle 4 (S. 40) dargestellten, aggregierten Richtwerte der Förderwirkungen je Massnahme wurde folgende Annahme gemacht: Keine anderen Akteure (auch nicht der fördernde Kanton aufgrund von Förderbeiträgen an das gleiche Wärmenetzprojekt) erheben Anspruch auf die im entsprechenden Wärmenetz verteilte Wärmemenge, um Ziele resp. Pflichten gemäss CO₂-Gesetzgebung zu erfüllen ($r = 100\%$).

A3. Erläuterungen zum Wirkungsmodell

Die finanzielle Förderung beeinflusst die Investitionsentscheide der Fördergeldempfänger direkt resp. kurzfristig (finanzieller Anreiz) und indirekt resp. langfristig, indem sie das heutige und zukünftige gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Umfeld mitprägt. Für die Bemessung der Globalbeiträge werden ausschliesslich die direkten Auswirkungen der finanziellen Förderung quantifiziert. Diese messen sich im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall, in dem keine finanziellen Förderbeiträge ausbezahlt worden wären. Zwei unterschiedliche Fragekomplexe sind für die Quantifizierung zu behandeln:

- Sozioökonomische Fragen bezüglich dem heutigen sowie zukünftigen Verhalten der Fördergeldempfänger: Wie hätten sich die Fördergeldempfänger im heutigen sowie zukünftigen gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Umfeld verhalten, wenn sie keinen Förderbeitrag erhalten hätten? Hätten sie vorerst nichts unternommen, Massnahmen mit geringerem oder gleich hohem Energieeinspareffekt ergriffen? Und: Wann hätten sie die Massnahmen ergriffen, sogleich oder erst im späteren Zeitverlauf?
- Technische Fragen, z.B.: Welche Energie- und CO₂-Einsparung bringt eine Massnahme gegenüber dem Zustand vor deren Umsetzung? Mit welchen Investitionen sind die Massnahmen verbunden?

Selbstredend diese Fragestellungen grosse methodische Herausforderungen, zumal keine qualitative Beurteilung, sondern quantitative Wirkungsschätzungen gefordert sind. Diese wurden auf Basis folgender Grundsätze erarbeitet:

- Die Investitionen je Massnahme sowie der Energieeinspareffekt gegenüber dem Zustand vor Umsetzung der Massnahmen (technische Aspekte der Wirkungsschätzung) werden auf Basis verfügbarer Grundlagen geschätzt, aber nicht aufwändig abgesichert. Dies wäre theoretisch möglich, z.B. könnte die geschätzte Energieeinsparung einer Fassadenwärmedämmung vor und nach der Umsetzung mit einer statistisch verwertbaren Messkampagne abgesichert werden. Ohne gleichzeitige empirische Vertiefungsarbeiten zu den sozioökonomischen Aspekten nützte die Messkampagne allerdings wenig, weil die Förderwirkungen anschliessend über sozioökonomische Annahmen mit weitaus höheren Unsicherheiten abgeschätzt werden (pro memoria: bei den Förderwirkungen steht ja nicht die Frage im Zentrum, wie stark die Massnahme wirkt, sondern, welchen Einfluss die finanzielle Förderung hat).
- Die Annahmen zum hypothetischen Referenzfall ohne Förderung (sozioökonomische Aspekte der Wirkungsschätzung) basieren mangels gut abgestützter empirischer Grundlagen vorwiegend auf Experteneinschätzungen von INFRAS und der Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle.

Die Unsicherheiten sind entsprechend hoch. Der Fokus wird daher vor allem auf die konzeptionelle Konsistenz und die transparente Darstellung gelegt.

Mit Ausnahme der Gebäudehüllen-Einzelmassnahmen berücksichtigte das HFM 2009 aus methodischen Gründen keine Mitnahmeeffekte

Basierend auf gut abgestützte qualitative Analysen zur Wirkungsweise finanzieller Förderung (eine gute Übersicht gibt beispielsweise Interface 2008) setzte das HFM 2003 die Eckpfeiler für eine wirksame Förderung: Erstens wurde der HFM-Massnahmen-katalog auf Massnahmen mit nachweislich relevanten Umsetzungshemmnissen fokussiert. Im Vordergrund standen dabei – passend zum Instrument der finanziellen Förderung – das Finanzierungshemmnis sowie die in der Regel ungenügende Wirtschaftlichkeit der Massnahmen. Zweitens wurden die Förderbeitragsbedingungen so hoch angesetzt, dass die Massnahmen weit über die damals gängigen Marktstandards und erst recht weit über die gesetzlichen Anforderungen hinausgingen. Und drittens wurden im HFM Minimalfördersätze definiert, damit „symbolische“ Förderbeiträge an sowieso durchgeführte Projekte möglichst vermieden werden. In dieser Ausgestaltung war und ist im HFM sichergestellt, dass die Mitnahmeeffekte möglichst gering gehalten werden können. Mangels empirischer Grundlagen wurde damals im HFM auf eine Quantifizierung von Mitnahmeeffekten in Bezug auf die Energiewirkung der Massnahmen ggü. dem Zustand vor der Umsetzung verzichtet. Eine Ausnahme bildeten die Einzelbauteilmassnahmen an der Gebäudehülle (Fensterersatz, Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich, Kellerdecke, Estrichboden). Für diese Massnahmen wurden ab 2006 (für das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen sowie für das HFM 2007) auf Basis von Expertenschätzungen Mitnahmeeffekte quantifiziert. Diese flossen sowohl im Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen (2006 bis 2009) wie auch im Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen, Teil A (2010 bis voraussichtlich 2016), in die Wirkungsquantifizierung ein. Mit dem neuen HFM 2015 sind die heutigen und absehbaren wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Die Entwicklung der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich und der nationalen Energie- und CO₂-Gesetzgebung hat sich in den letzten Jahren stark beschleunigt. Gleichzeitig ist auch im Baumarkt und insbesondere im Neubaumarkt mehr Bewegung entstanden. Die finanziellen Fördervolumen, die durch Bund und Kantone an Massnahmen gemäss HFM ausbezahlt werden und bis 2005 noch unter 40 Mio. Fr. pro Jahr ausmachten, sind mittlerweile auf eine Grössenordnung von 300 Mio. Fr. pro Jahr angestiegen und sollen gemäss Energiestrategie weiter erhöht werden (BR 2013). Aufgrund dieser Entwicklung ist nachvollziehbar, dass die Frage nach der Wirkung der Fördermittel politisch mehr Gewicht erhalten hat. Gleichzeitig ist die Informationslage zu Mitnahmeeffekten immer noch unbefriedigend, obwohl dank Kundenumfragen zum Gebäudeprogramm, Teil A, zusätzliche Informationen erhoben wurden (gfs 2014). Diese Umfragen decken nämlich weder alle Massnahmen des HFM ab, noch sind sie als alleinige empirische Grundlage ausreichend für eine umfassende Beurteilung von Förderwirkungen (nDLZ 2014). Trotz dieser nicht wesentlich besseren empirischen Basis zu Förderwirkungen werden mit dem HFM 2015 aufgrund des politischen Gewichts erstmals konsistent für alle Massnahmen Mitnahmeeffekte einbezogen. Deren konkrete Höhe basiert dabei v.a. auf Experteneinschätzungen, die empirisch lediglich grob plausibilisiert werden können. Dieses angepasste Vorgehen führt dazu, dass die ausgewiesenen Wirkungen der finanziellen Förderung im Energiebereich von Bund und Kantonen „sprunghaft“ sinken werden. Der Grund dafür liegt in der Methodik und bedeutet nicht, dass die Förderwirkung tatsächlich sprunghaft abgenommen hat.

Die technischen und sozioökonomischen Annahmen des Wirkungsmodells gemäss HFM 2015 sind in der Modelldokumentation im Anhang A2 aufgeführt. Die neu eingeführten sozioökonomischen Annahmen des HFM 2015 werden in den folgenden Abschnitten ergänzend dazu erläutert.

A3.1. Mitnahmeeffekt Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich

Für die Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich wird angenommen, dass über deren Lebensdauer auch ohne die finanzielle Förderung ein Anteil von 40% des durch die Massnahmen erzielten Einspareffekts gegenüber dem Zustand vor der Sanierung auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre (dieser Anteil wird „Mitnahmeeffekt“ genannt).

Annahme „Mitnahmeeffekt Nutzenergieeinsparung = Mitnahmeeffekt Mehrinvestitionen“

Für die Schätzung der durch die finanzielle Förderung ausgelösten Mehrinvestitionen wird bei der Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich vereinfachend der selbe Mitnahmeeffekt wie jener in Bezug auf die erzielte Nutzenergieeinsparung angesetzt: Es wird angenommen, dass 40% der Mehrinvestitionen einer energetischen Sanierung gemäss HFM gegenüber einer nicht energetischen Erneuerung der Bauteile auch ohne die finanzielle Förderung getätigt worden wären (wiederum über die Lebensdauer der Massnahmen betrachtet).

Erläuterung: HFM 2009/BFE 2013a gingen für diese Massnahmen davon aus, dass ohne die finanzielle Förderung knapp 25% des Einspareffekts erzielt worden wäre. Dieser Mitnahmeeffekt ist in der Einschätzung der an EFK 2014 beteiligten Experten generell zu tief angesetzt. Gemäss EFK 2014 sollte sogar geprüft werden, ob bei der finanziellen Förderung nur noch der sog. „Qualitätseffekt“ berücksichtigt werden sollte: Die Förderung führe letztlich kaum dazu, dass überhaupt wärmegeklämt wird (Auslöseeffekt). Sie Sorge vor allem dafür, dass noch etwas stärker wärmegeklämt wird als gesetzlich gefordert (Qualitätseffekt). Diesen Vorschlag hielten INFRAS und die AG Erfolgskontrolle nicht für sinnvoll: Nur noch den Qualitätseffekt der Förderung zu berücksichtigen würde bedeuten, dass 90% des Einspareffekts gegenüber dem Zustand vor der Sanierung auch ohne Förderung erzielt worden wäre, weil die gesetzliche Anforderung an die Wärmedämmstärken bei Sanierungen heute sehr nahe an der HFM-Anforderung liegt. Die Befragungsergebnisse gemäss gfs 2014 resp. nDLZ 2014 zum Gebäudeprogramm Teil A deuten an, dass derart hohe Mitnahmeeffekte eher unwahrscheinlich sind: In jeder der seit 2010 durchgeführten Befragungen sagten jeweils höchstens 75% aller befragten Fördergeldempfänger aus, dass sie die Sanierung auch ohne Zuschüsse des Gebäudeprogramms durchgeführt hätten (gfs 2014, nDLZ 2014). Dies entspräche als Maximalwert einem Mitnahmeeffekt von 70% bis 75% (im Mittel über alle Befragungen ergeben sich rund 50%). Weil im Rahmen der HFM-Überarbeitung gleichzeitig diejenigen Massnahmen mit den vermuteten höchsten Mitnahmeeffekten (Fensterersatz, Kellerdecke, Estrichboden) aus dem HFM gestrichen wurden, schien INFRAS und der AG Erfolgskontrolle auch diese Grössenordnung zu hoch. Angesetzt wurden letztlich runde 40% – wobei der Bedarf für vertiefte empirische Arbeiten zu den sozioökonomischen Aspekten der Förderwirkung, wie in nDLZ 2014 dringend empfohlen, auch im HFM-Revisionsprojekt offensichtlich wurde.

A3.2. Mitnahmeeffekt Fensterersatz, Wärmedämmung gegen unbeheizte Räume

Bei umfassenden Gesamtanierungen ohne Etappierung (M-12, M-13) sowie bei Sanierungen in umfangreichen Etappen (M-10, M-11) wird angenommen, dass ein allfällig durchgeführter Fensterersatz sowie die Wärmedämmung von Bauteilen gegen unbeheizte Räume (Kellerdecke, Estrichboden) auch ohne Förderung in jedem Fall durchgeführt worden wären (Mitnahmeeffekt: 100%). Diese Annahme ist notwendig, um die Gleichbehandlung zur Förderung von Einzelbauteilmassnahmen an der Gebäudehülle sicherzustellen (Fensterersatz und Wärmedämmung gegen unbeheizte Räume können als Einzelmassnahmen nicht gefördert werden). Weil bei Systemsanierungen eine Erhebung zu den umgesetzten Einzelmassnahmen nicht praxistauglich ist (Entscheidung AG Erfolgskontrolle), wird der Effekt dieser Massnahmen in Form eines Pauschalabzugs im Wirkungsmodell berücksichtigt. So legt die AG Erfolgskontrolle fest, dass der Einspareffekt dieser Massnahmen im Durchschnitt über alle geförderten Systemsanierungen 10 kWh Nutzwärme pro m² EBF beträgt (Fensterersatz und Wärmedämmung Kellerdecke sowie Estrichboden können je nach Gebäude bis zu 50 kWh/m² EBF ausmachen – der Pauschalabzug ist also eher „wirkungsfreundlich“ angesetzt, weil diese Massnahmen nicht in jedem Fall einen so hohen Beitrag an die Einsparung leisten und die AG Erfolgskontrolle Systemsanierungen nicht zu stark benachteiligen möchte).

A3.3. Mitnahmeeffekt Hauptheizsystemwechsel von fossil oder direkt-elektrisch auf Holz, Wärmepumpe oder Fernwärme

Zur Frage, wie stark die finanzielle Förderung den Heizungsmarkt heute direkt beeinflusst, gab es zum Zeitpunkt der HFM-Revision keine empirischen Grundlagen. Umfragen bei Fördergeldempfängern wie beim Gebäudeprogramm, Teil A (Wärmedämmung), wurden bisher nicht durchgeführt. Eine eher hohe Wirkung hätte die Förderung, wenn sie Bauherrschaften, die ihre bestehende fossile Heizung lediglich erneuern wollten, zu einer tiefgreifenden Heizungssanierung mit Wechsel auf ein nicht fossiles System bewegen würde. Hingegen wäre die Wirkung der Förderung eher gering, wenn diese lediglich im Marktsegment umfassender Heizungssanierungen mit Systemwechsel Einfluss hätte: In diesem Marktsegment installiert heute bereits eine Mehrheit der Bauherrschaften nicht fossile Heizsysteme (W&P 2014), wobei die finanzielle Förderung kaum mehr der Haupttreiber dieser Investitionsentscheide ist. Ansonsten hätten die in den 2000er Jahren kaum mehr geförderten Luft-Wasser-Wärmepumpen bei bewilligungspflichtigen Umbauten wohl nicht so hohe Marktanteile.

BFE/BAFU definieren in einem Anhang der Vollzugsmittelteilung zu Kompensationsprojekten im Inland, dass bei Substitutionsmassnahmen im Bereich der Raumwärme- und Warmwassererzeugung in Bestandsbauten von einem Referenzanteil fossiler Heizsysteme von 60% bei Einfamilienhäusern resp. 70% bei Mehrfamilienhäusern und Nicht-Wohnbauten ausgegangen

werden kann (Hintergründe zur Herleitung der Werte in BFE/BAFU 2015b sind nicht publiziert, diese seien auf Basis von W&P 2014 bestimmt worden). Das bedeutet: Ohne die „indirekte“ finanzielle Förderung des Kompensationsprojekts über die Ausstellung von Bescheinigungen wäre in 30% bis 40% der Fälle ein nicht fossiles Heizsystem installiert worden.

Auf dieser nicht empirisch gestützten Basis haben INFRAS und die AG Erfolgskontrolle für den Ersatz einer fossilen oder direkt-elektrischen Hauptheizung durch eine Holzfeuerung definiert, dass der damit verbundene Substitutionseffekt über die Lebensdauer der Massnahme zu 35% auch ohne die finanzielle Förderung erzielt worden wäre. Mangels empirischer Grundlagen stellen sich INFRAS und die AG Erfolgskontrolle den Referenzfall ohne finanzielle Förderung zum Sanierungszeitpunkt folgendermassen vor: Ohne einen dringenden Sanierungsbedarf würde generell kaum in die Haustechnik investiert. Auch der zeitliche Spielraum für eine Verzögerung der Investition ist wohl sehr beschränkt (bei der Gebäudehülle besteht dieser Spielraum zum Teil). Für die Quantifizierung wird im Wesentlichen auf BFE/BAFU 2015b abgestützt. Konkret wird angenommen, dass ohne finanzielle Förderung ab Sanierungszeitpunkt zu 65% mit dem gleichen Heizsystem wie vor der Sanierung (Öl, Gas, oder Elektroheizung) und zu 35% mit dem effektiv installierten System geheizt worden wäre. In 65% aller Fälle wäre also lediglich eine Erneuerung des bestehenden Heizsystems durchgeführt worden (ohne Wechsel des Heizsystems). In den anderen 35% der Fälle – das impliziert die Referenzannahme in Anlehnung an BFE/BAFU 2015b – wäre die bestehende Heizung auch ohne Fördergelder ersetzt worden.

A3.4. Mitnahmeeffekt Installation von Solarkollektoren (und Wohnungslüftungen)

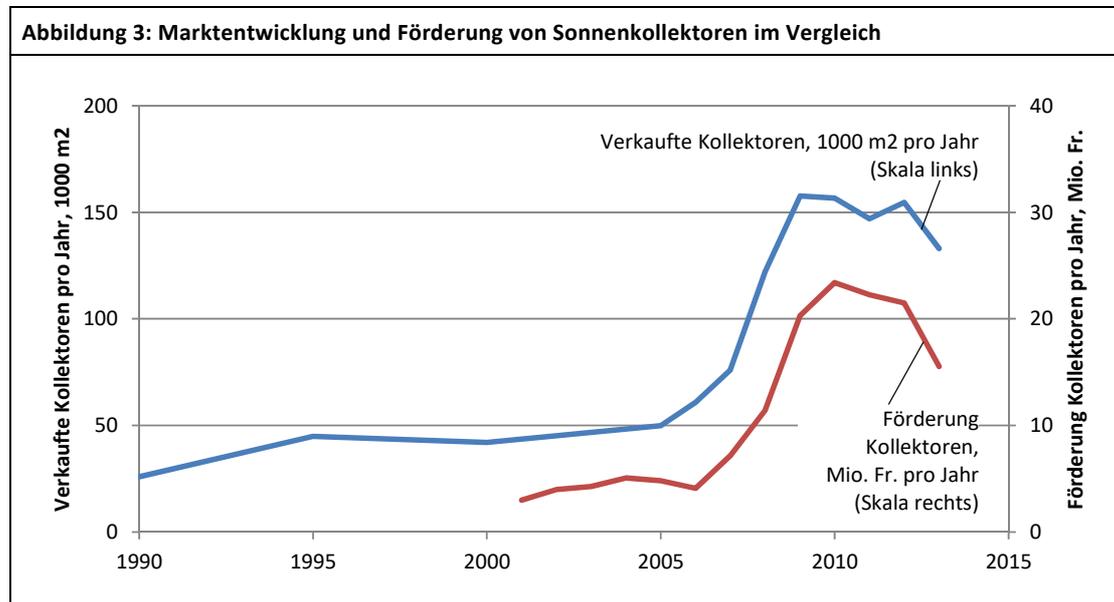
Nachdem der Solarkollektormarkt in den 1990er-Jahren nur langsam gewachsen ist, haben sich die verkauften Kollektorflächen zwischen 2005 und 2009 verdreifacht (BFE 2014b). Just in dieser Periode ist auch die Förderung von Solarkollektoren stark angestiegen (INFRAS 2014). 2009 wurden rund viermal mehr Fördergelder ausbezahlt als noch 2005 (Abbildung 3). Interessant ist, dass die geförderten Solarkollektoren selbst einen hohen Anteil am Gesamtmarkt ausmachen. 2010 beispielsweise wurde rund die Hälfte aller in der Schweiz installierten Solarkollektoren gefördert (BFE 2014b, INFRAS 2014) – ein Marktanteil, den die Förderung im Bereich des Heizungsersatzes und v.a. jene im Bereich der Wärmedämmung mutmasslich nicht ansatzweise erreicht.

Wie beim Hauptheizungsersatz gibt es bezüglich Förderwirkungen allerdings auch bei den Solarkollektoren keine empirischen Grundlagen. Zum kausalen Zusammenhang zwischen Förder- und Marktvolumen können keine Aussagen gemacht werden. Falls der Markt vorwiegend aufgrund anderer Einflüsse als wegen der finanziellen Förderung gewachsen wäre (z.B. Energiepreise, gesetzliche Anforderungen etc.), hätte dieses Wachstum natürlich auch zum beobachteten Anstieg der Fördergeldauszahlungen geführt (und umgekehrt).

Ohne auf empirische Grundlagen zurückgreifen zu können, haben INFRAS und die AG Erfolgskontrolle die neuen sozioökonomischen Annahmen des HFM 2015 zur Installation von Solarkollektoren auf bestehenden Bauten festgelegt: Bei der Installation einer Solarkollektoranlage wird der Mitnahmeeffekt zum Sanierungszeitpunkt pauschal auf 20% festgelegt. Nur jede fünfte, geförderte Solarkollektoranlage wäre demnach auch ohne finanzielle Förderung installiert worden. Dieser Wert kann empirisch nicht abgestützt werden. INFRAS und die AG Erfolgskontrolle wägen folgende Aspekte ab: Einerseits zeigen die Marktdaten gemäss BFE 2014b, dass das Marktvolumen in den 1990er Jahren, als Solarkollektoren noch kaum finanziell gefördert wurden, rund ein Drittel des Marktvolumens in den Jahren 2009 bis 2013 ausmachte (in dieser Periode wurde stark gefördert). Dies würde für einen Mitnahmeeffekt in der gleichen Grössenordnung wie bei den Hauptheizsystemen sprechen (vgl. oben). Andererseits sind in diesen Marktdaten auch Solarkollektoranlagen auf Neubauten miteinbezogen, die nicht mehr Teil des HFM 2015 sind. Bei Neubauten gab es in der Betrachtungsperiode bis 2013 neben der finanziellen Förderung noch gewichtigere andere Treiber für eine Kollektorinstallation (gesetzliche Anforderung an den Höchstanteil nicht erneuerbarer Energien, von Grund auf planbare und dadurch einfachere Integration in die Haustechnik). Für einen geringeren Mitnahmeeffekt als bei den Hauptheizsystemen spricht aus Sicht von INFRAS und der AG Erfolgskontrolle zusätzlich, dass geförderte Solarkollektoren einen hohen Marktanteil am Gesamtmarkt ausmachen. Angesetzt wurden letztlich runde 20%.

Mitnahmeeffekte bei Wohnungslüftungen

Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung sind im Sanierungsbereich vergleichsweise selten resp. kommen in der Regel nur bei tiefgreifenden Gebäudesanierungen in Frage. Empirische Grundlagen zur Marktentwicklung und erst recht zur Beurteilung der Förderwirkung in diesem spezifischen Bereich sind nicht verfügbar. Aufgrund der geringen Relevanz – Wohnungslüftungen wurden 2001 bis 2013 in Bezug auf die gesamten Fördervolumen nicht stark gefördert – haben INFRAS und die AG Erfolgskontrolle Fragen zur Förderwirkung nicht vertieft. Es wird pauschal ein Mitnahmeeffekt von 20% wie bei den Solarkollektoren angesetzt (vgl. oben).



Auswertung INFRAS. Basis: BFE 2014b und INFRAS 2014.

A3.5. Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme in bestehenden Gebäuden

EFK 2014 weist in Bezug auf eine vermutete Überschätzung der CO₂-Wirkung mit den Modellen gemäss HFM 2009/BFE 2013a auf folgenden Aspekt hin: Werden die zum Sanierungszeitpunkt durch die Förderung bewirkten Emissionsreduktionen auf die Lebensdauer von Wärmedämmmassnahmen (40 Jahre) hochgerechnet, sollte ein autonomer Rückgang fossiler Heizsysteme berücksichtigt werden. Den an EFK 2014 beteiligten Experten schien es nicht realistisch, dass im Durchschnitt über alle geförderten, heute fossil beheizten Gebäude in 40 Jahren immer noch zu 100% fossil geheizt wird.

INFRAS und die AG Erfolgskontrolle machten sich dazu folgende Grundsatzüberlegungen: Die Heizsystemanteile in bestehenden Gebäuden verändern sich seit den 1980er Jahren nur sehr langsam (vgl. z.B. Prognos 2014). Darauf hat auch die dynamische Marktentwicklung bei bewilligungspflichtigen Umbauten bisher kaum einen Einfluss. Wie eine aktuelle Studie von Wüest&Partner zeigt (W&P 2014), zeichnet sich in diesem Marktsegment ein Trend in Richtung nicht fossiler Heizsysteme ab: Wird eine bewilligungspflichtige, d.h. vergleichsweise tiefgreifende Sanierung des Heizsystems vorgenommen, wird heute mehrheitlich auf ein nicht fossiles Heizsystem umgestellt (gemäss W&P 2014 in rund zwei Dritteln aller Fälle). Allerdings – und das erklärt die träge Entwicklung bei den Heizsystemanteilen in Bestandsbauten – macht dieses Marktsegment nur einen geringen Teil des Heizungsmarkts aus (gemäss Modellrechnungen W&P 2014 nur rund 20% bis 25%). Viel häufiger sind weniger tiefgreifende Massnahmen, mit denen das bestehende Heizsystem ohne Systemwechsel erneuert und nicht mehr funktions-

tüchtige Komponenten ersetzt werden. Für den Blick in die Zukunft darf aber davon ausgegangen werden, dass sich die Entwicklung beschleunigt (davon gehen auch die neuen Energieperspektiven des Bundes im Szenario „Weiter wie bisher“ aus; vgl. Prognos 2012). Aus Sicht von INFRAS und der AG Erfolgskontrolle muss diese erwartete zukünftige Entwicklung, die auch unabhängig von der finanziellen Förderung fortschreitet, im überarbeiteten Wirkungsmodell berücksichtigt werden. Für die Quantifizierung standen allerdings keine vertieften Untersuchungen zur Verfügung. Daher machen INFRAS und die AG Erfolgskontrolle folgende, vereinfachte Annahmen zur Zeitspanne von 40 Jahren ab Sanierungszeitpunkt (sollten zukünftig Grundlagen vorliegen, um die Annahmen zu verändern resp. zu verfeinern, können diese angepasst werden):

- Ölheizungen: Ist nach einer geförderten Sanierung eine Ölheizung installiert (wird erhoben), wird angenommen, dass diese in den ersten 15 Jahren (angenommene Lebensdauer einer erneuerten Ölheizung) nicht durch ein anderes System ersetzt wird. Für die folgende Zeitperiode wird angenommen, dass Ölheizungen jeweils in rund einem Drittel aller Fälle am Ende des Erneuerungszyklus durch ein nicht fossiles Heizsystem ersetzt werden. Diese angenommene Entwicklung resultiert in dem für das überarbeitete Wirkungsmodell angenommene Reduktionsfaktor von rund 0,75 bei einer Betrachtungsdauer von 40 Jahren ($100\% * 15 \text{ Jahre} + 67\% * 15 \text{ Jahre} + 67\% * 67\% * 10 \text{ Jahre}$ geteilt durch $100\% * 40 \text{ Jahre}$) resp. von rund 0,87 bei einer Betrachtungsdauer von 25 Jahren ($100\% * 15 \text{ Jahre} + 67\% * 10 \text{ Jahre}$ geteilt durch 25 Jahre; relevant für die Förderung von Solarkollektoren). Für kürzere Betrachtungsdauern wird der Effekt vernachlässigt.
- Gasheizungen: Annahmen analog zu den Ölheizungen, allerdings wird davon ausgegangen, dass Gasheizungen seltener (konkret: nur in 5% anstatt in einem Drittel der Fälle bei Ölheizungen) durch nicht fossile Systeme ersetzt werden. Für das überarbeitete Wirkungsmodell resultiert ein Reduktionsfaktor von rund 0,95 bei einer Betrachtungsdauer von 40 Jahren ($100\% * 15 \text{ Jahre} + 95\% * 15 \text{ Jahre} + 95\% * 95\% * 10 \text{ Jahre}$ geteilt durch $100\% * 40 \text{ Jahre}$). Für kürzere Betrachtungsdauern wird der Effekt vernachlässigt.
- Fernwärme: Der durchschnittliche Emissionsfaktor von Fernwärme in der Schweiz ist über die letzten Jahrzehnte langsam, aber stetig gesunken (Entwicklung kann z.B. über Analysen der Energiestatistik-Zeitreihen BFE 2014a quantifiziert werden). Dadurch, dass die Energie- und Klimapolitik auf einen weiteren Ausbau von Erzeugungsanlagen und Wärmenetzen zur Verteilung erneuerbarer Energie hinarbeitet, dürfte sich diese Entwicklung zukünftig weiter beschleunigen. Das Potenzial zur Senkung des durchschnittlichen Emissionsfaktors ist allerdings dadurch begrenzt, dass ein grosser Teil der Fernwärmeemissionen aus fossilen Anteilen verbrannter Abfälle stammt. Trotzdem ist nicht anzunehmen, dass der heutige, durchschnittliche Emissionsfaktor von Fernwärme (BFE-Wirkungsmodell: rund 0,17 kg CO₂/kWh geliefer-

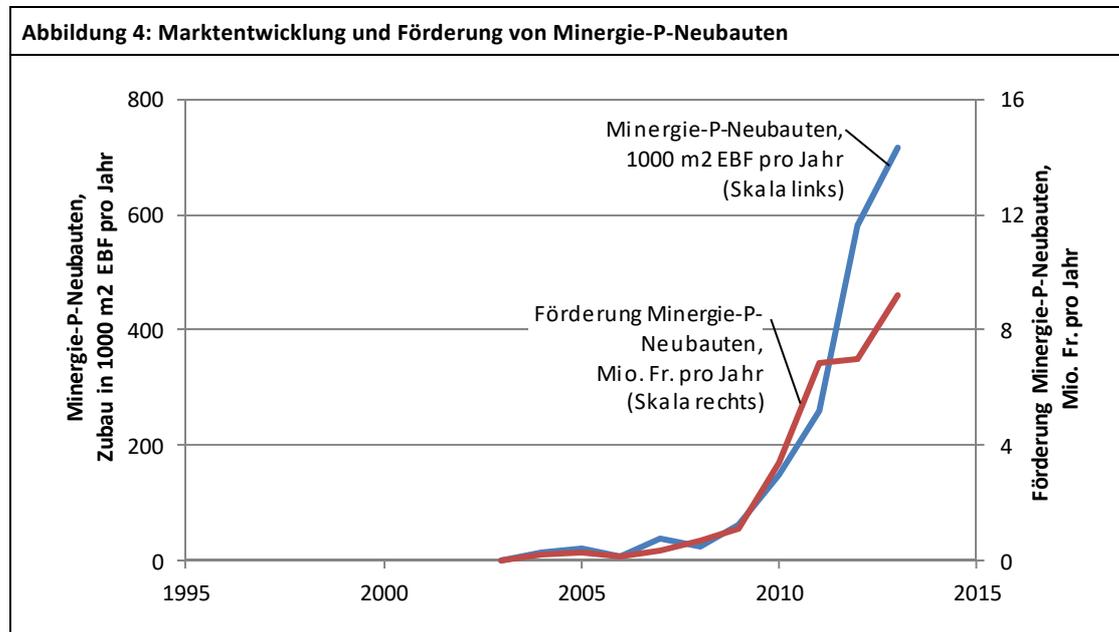
te Nutzwärme) nicht weiter abnehmen wird. Auf Basis der Entwicklung in den letzten 30 Jahren wird daher grob davon ausgegangen, dass der durchschnittliche Emissionsfaktor ab heute bis in 40 Jahren um rund 20% sinken wird. Diese Annahme resultiert in dem für das überarbeitete Wirkungsmodell angenommenen Reduktionsfaktor von rund 0,9 bei einer Betrachtungsdauer von 40 Jahren (100% minus $0,5 * 20\%$) resp. von rund 0,94 bei einer Betrachtungsdauer von 25 Jahren (100% minus $0,3 * 20\%$); relevant für die Förderung von Solarkollektoren). Für kürzere Betrachtungsdauern wird der Effekt vernachlässigt.

Autonomer Rückgang fossiler Heizsysteme führt in heute fossil beheizten Gebäuden zu einem Rückgang der durchschnittlichen Energiekosten pro kWh Nutzwärme

In Übereinstimmung mit oben beschriebenen Annahmen ist konsequenterweise anzunehmen, dass die durchschnittlichen Energiekosten pro kWh Nutzwärme in heute fossil beheizten Gebäuden aufgrund des autonomen Rückgangs fossiler Heizsysteme langfristig abnehmen, weil Nutzwärme aus typischen Alternativsystemen (Holz, Wärmepumpe) aus Sicht von INFRAS und der AG Erfolgskontrolle auch zukünftig günstiger sein dürfte als fossil erzeugte Nutzwärme. Dieser Zusammenhang spielt gemäss Einschätzungen von INFRAS und der AG Erfolgskontrolle aber nur in heute Öl-beheizten Gebäuden eine Rolle (bei Gasheizungen ist der Energiepreisdifferenz pro kWh Nutzwärme sowie der angenommene autonome Rückgang von Gasheizungen vergleichsweise tief). Der Zusammenhang wird im Wirkungsmodell daher nur bei den heute Öl-beheizten Gebäuden berücksichtigt – über einen pauschalen Reduktionsfaktor auf die für Öl-beheizte Gebäude angesetzten durchschnittlichen Energiepreise pro kWh Nutzwärme von rund 0,9 bei einer Betrachtungsdauer von 40 Jahren (für kürzere Betrachtungsdauern wird der Effekt vernachlässigt). Dieser Faktor ergibt sich bei oben gemachten Annahmen zum zukünftigen, autonomen Ölheizungsersatz sowie einer durchschnittlichen Energiekosteneinsparung pro kWh Nutzwärme von rund einem Drittel gegenüber der Ölheizung, wenn neben Holzfeuerungen und Fernwärmenetzanschlüssen v.a. Wärmepumpen als Alternativsystem eingesetzt werden.

A3.6. Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung, dass Neubauten im schweizerischen Durchschnitt eine energetisch bessere Gebäudehülle aufweisen als gesetzlich gefordert

Eine Untersuchung im Kanton Bern zu Neubauten 2009 bis 2011 (Haldi Spieker 2014) zeigt, dass die Gebäudehülle von Neubauten ohne Minergie-Zertifikat (d.h. nicht geförderte Neubauten) heute im Durchschnitt eine etwas höhere energetische Qualität aufweist als gesetzlich gefordert (rund 10% tieferer Heizwärmebedarf ggü. den Anforderungen gemäss MuKE 2008 resp. SIA 380/1:2009). Und auch bei den hocheffizienten Neubauten findet eine Entwicklung statt, die heute nicht mehr alleine durch die Förderung bedingt ist: Die geförderten Minergie-P-Neubauten machten im Jahr 2013 mit etwas mehr als 20% einen geringen Anteil am Gesamtmarkt (Minergie 2015, INFRAS 2014). Vier Fünftel aller Minergie-P-Neubauten in der Schweiz wurden 2013 also ohne Unterstützung von Fördergeldern gebaut.



Basis: Minergie 2015 und INFRAS 2014.

Zur Frage, in welcher energetischen Qualität heute geförderte, hocheffiziente Neubauten ohne die finanzielle Förderung erstellt worden wären, fehlen die empirischen Grundlagen. Aufgrund der Tatsache, dass heute ein Grossteil der Minergie-P-Neubauten ohne finanzielle Förderung gebaut wird, dürfte der anzunehmende Referenzneubau aber eine höhere energetische Qualität aufweisen als ein durchschnittlicher Neubau gemäss MuKE 2008. Dazu kommt, dass die gesetzlichen Anforderungen an Neubauten mit den neuen MuKE 2014 weiter erhöht werden (Umsetzung startet 2016, bis spätestens 2020 sollen sie schweizweit vollzogen werden).

INFRAS und die AG Erfolgskontrolle nehmen vor diesem Hintergrund und ohne auf empirische Grundlagen zurückgreifen zu können an, dass der Referenzneubau aus energetischer Sicht eine um rund 5% bessere Gebäudehülle aufweist als gemäss MuKE 2014.

A3.7. Heizsystemmix von Neubauten im schweizerischen Durchschnitt

Die Auswertung von Baubewilligungen im Rahmen von W&P 2014 zeigt, dass der Anteil fossil beheizter Neubauten heute bei rund 15% liegt (bei Einfamilienhäusern sogar unter 10%) und im Trend weiter abnimmt. Gleichzeitig zeigte bereits Haustech 2009, dass auf der anderen Seite v.a. Wärmepumpen stark an Bedeutung gewonnen haben. Aufgrund dieser Grundlagen machen die AG Erfolgskontrolle und INFRAS folgende pauschale Annahmen zum Referenzneubau im hypothetischen Vergleichsfall ohne Förderung:

- Der Referenzneubau ist zu 5% (Einfamilienhäuser), 10% (Mehrfamilienhäuser) resp. 15% (Nicht-Wohnbauten) fossil beheizt.

- Weiter wird angenommen, dass Ölheizungen dabei eine untergeordnete Rolle spielen (Anteil Öl: 10%, Anteil Gas: 90%).
- Bei den nicht fossilen Anteilen (EFH: 95%, MFH: 90%, NWB: 85%) spielen Wärmepumpen die wichtigste Rolle. Die Anteile bei den Alternativsystemen werden pauschal auf 20% Fernwärme, 60% Wärmepumpen und 20% Holz gesetzt.

Umgang mit geförderten, fossil beheizten Neubauten

Die AG Erfolgskontrolle hat entschieden, bei der Förderung hocheffizienter Neubauten im HFM 2015 fossil beheizte Gebäude nicht pauschal auszuschliessen (keine Förderbeitragsbedingung, die diese Voraussetzung definiert). Diese kommen bei derart gut wärmegeämmten Gebäuden nur sehr selten vor, so dass auf eine Differenzierung mit unnötiger Verkomplizierung der Förderung verzichtet werden konnte. Im Wirkungsmodell wird dabei wie folgt mit diesen (wie gesagt sehr seltenen) Fällen umgegangen: Ausgegangen wird von der Grundannahme, dass die Förderung nicht negativ wirkt (Entscheid, bei einem Minergie-P-Neubau z.B. eine Gasheizung zu installieren kann nicht auf die Förderung zurückgeführt werden). Auf Basis dieser Grundannahme wird erstens die energetische Substitutionswirkung der finanziellen Förderung in solchen Fällen auf Null gesetzt (die Förderung hat in diesen Fällen also nur eine energetische Einsparwirkung aufgrund der verbesserten Gebäudehülle). Zweitens wird die CO₂-Wirkung der finanziellen Förderung aufgrund der energetischen Einsparwirkung nicht beim effektiv installierten fossilen Heizsystem bewertet, sondern mit dem Emissionsfaktor, der für den Referenzneubau im hypothetischen Fall ohne Förderung angenommen wird.

A4. Bestimmung der Fördersätze

Wie in der Vorgängerversion werden im HFM 2015 für alle Massnahmen Minimalfördersätze definiert, die als generelle Untergrenze gelten, damit die finanzielle Förderung potenziell überhaupt wirksam sein kann. Ansonsten hätten die Förderbeiträge lediglich symbolischen Charakter – Fördergeldempfänger wären vorwiegend gut informierte Investoren, welche die entsprechenden Massnahmen in den meisten Fällen auch ohne die Förderung durchgeführt hätten. Gegenüber dem HFM 2009 wurden die Minimalfördersätze allerdings erhöht, so dass der angebotene Förderbeitrag gemäss HFM 2015 mindestens 20% der geschätzten Mehrinvestitionen einer Massnahme ausmachen soll (HFM 2009: 10%*). Ziel dieser erhöhten Minimalfördersätze ist es, die Wirksamkeit der eingesetzten Fördermittel zu steigern, indem eine genügend hohe Nachfragestimulierung sichergestellt wird. Der Anteil derjenigen Bauherrschaften, die eine geförderte Massnahme auch ohne die finanzielle Förderung umsetzen würden, wird nämlich umso kleiner, je häufiger diese Massnahme ergriffen wird.

*Das HFM 2009 stützte auf mindestens 10% der Mehrinvestitionen oder der nicht amortisierbaren Kosten ab, je nachdem, welche Untergrenze höher ausfiel. Allerdings waren schon im HFM 2009 praktisch bei allen Massnahmen die Mehrinvestitionen massgeblich, so dass das Vorgehen im HFM 2015 vereinfacht werden konnte (die Minimalförderbeiträge machen aber auch im HFM 2015 in jedem Fall mindestens 20% der nicht amortisierbaren Kosten aus).

A4.1. Grundsätzliches zum Vergleichsfall für die Bestimmung der Mehrinvestitionen

In Bezug auf welchen geeigneten Vergleichsfall sollen die Mehrinvestitionen der Massnahmen abgeschätzt werden, um die Minimalfördersätze festzulegen? Macht es Sinn, den gleichen Vergleichsfall anzusetzen, der zur Bestimmung der Förderwirkung angewandt wird (d.h. der hypothetische Referenzfall, der sich im Durchschnitt über alle geförderten Projekte ohne die finanzielle Förderung ergeben hätte und in den Anhängen A2 und A3 beschrieben ist)? INFRAS und die AG Erfolgskontrolle sind im Laufe der Arbeiten am HFM 2015 zum Schluss gekommen, dass dies nicht der geeignete Vergleichsfall ist. Ein Beispiel zur Erläuterung: Eine Bauherrschaft möchte die bestehende Ölheizung für die nächsten 15 Jahre mit einer sanften Erneuerung wieder fit machen (v.a. durch den Austausch defekter Komponenten). Ein Vergleich hat ihr nämlich gezeigt: Der Komplettersatz durch eine Wärmepumpe hätte zu hohe Mehrinvestitionen bedeutet und wäre bei den heutigen, tiefen Heizölpreisen nicht (betriebs-)wirtschaftlich gewesen. Diese Bauherrschaft gehört offensichtlich zur wichtigsten Zielgruppe der Förderprogramme im Energiebereich. Ihr einen Minimalfördersatz im Vergleich zu einem hypothetischen Referenzfall anzubieten, der sich im Durchschnitt über alle geförderten Wärmepumpen auch ohne die finanzielle Förderung ergeben hätte (vgl. Anhang A2/A3), würde wenig bringen, denn: Der Referenzfall gemäss Anhang A2/A3 umfasst auch einen Anteil an Bauherrschaften, die den Wechsel auf eine Wärmepumpe auch ohne finanzielle Förderung durchgeführt hätten. Damit liegen die Mehrinvestitionen für die Installation der Wärmepumpe gegenüber diesem Referenzfall gerin-

ger als jene Mehrinvestitionen, welche die oben beschriebene Bauherrschaft geltend macht. Sie bemisst die Mehrinvestitionen der Wärmepumpe nämlich im Vergleich zur Erneuerung der alten Ölheizung. Genau denjenigen Bauherrschaften, die das Förderprogramm am meisten zu einer Verhaltensänderung bewegen will, würde damit ein Minimalfördersatz angeboten, der unter 20% der individuell wahrgenommenen Mehrinvestitionen liegt.

Aufgrund dieser Überlegungen stützt das HFM 2015 bei der Bemessung der Minimalfördersätze grundsätzlich auf Vergleichsfälle ab, die das Verhalten der wichtigsten Zielgruppen der finanziellen Förderung spiegeln. In den folgenden Abschnitten werden diese Vergleichsfälle beschrieben und quantifiziert.

A4.2. Mehrinvestitionen bei Gebäudesanierungen mit Einzelmassnahmen (M-01 bis M-09)

Für Gebäudesanierungen mit Einzelmassnahmen werden folgende Vergleichsfälle angesetzt:

- Bei der Wärmedämmung von Fassade, Dach sowie Wand und Boden gegen Erdreich (M-01) ist der Vergleichsfall eine Pinselsanierung, in der die Bauherrschaft möglichst wenig investieren möchte (auch nicht energetische Massnahmen werden – falls aus bauphysikalischen Gründen nicht zwingend nötig – nicht umgesetzt).
- Beim Hauptheizungersatz (M-02 bis M-07) ist der Vergleichsfall eine Erneuerung der bestehenden fossilen oder direkt-elektrischen Hauptheizung ohne Systemwechsel.
- Bei der Installation von Solarkollektoranlagen (M-08) ist der Vergleichsfall eine „sanfte“ Erneuerung einzelner Komponenten des Warmwassersystems (ohne Installation von Solarkollektoren).
- Bei der Installation von Wohnungslüftungen mit Wärmerückgewinnung wird im Vergleichsfall keine kontrollierte Lüftung installiert.

Ist-Situation	Vergleichsfall	Investitionen	Mehrinvestitionen	Minimalfördersatz
Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich (M-01)	Pinselsanierung (nur die dringendsten Massnahmen)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist-Situation: Rund 240 Fr./m² Bauteil ▪ Vergleichsfall: Rund 40 Fr./m² Bauteil 	ca. 200 Fr./m ² Bauteil	40 Fr./m ² Bauteil
Erstinstallation Wärmeverteilsystem (betrifft Massnahmen M-02 bis M-07 sowie M-10 bis M-13)	Wärmeverteilsystem nicht installiert	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist-Situation: 8000 Fr. + 200 Fr./kW thermische Nennleistung der Heizung ▪ Vergleichsfall: 0 Fr. 	8000 Fr. + 200 Fr./kW	1600 Fr. + 40 Fr./kW
Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter (M-02)	Erneuerung bestehende Hauptheizung ohne Systemwechsel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist-Situation: Rund 25'500 Fr./Anlage ▪ Vergleichsfall: 10'500 Fr./Anlage 	15'000 Fr./Anlage	3000 Fr./Anlage

Automatische Holzfeuerung bis 70 kW (M-03)	Erneuerung bestehende Hauptheizung ohne Systemwechsel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist-Situation: 20'000 Fr. + 750 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 5000 Fr. + 500 Fr./kW 	15'000 Fr. + 250 Fr./kW	3000 Fr. + 50 Fr./kW
Automatische Holzfeuerung über 70 kW (M-04)	Erneuerung bestehende Hauptheizung ohne Systemwechsel	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW ▪ Ist-Situation: 1500 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 5000 Fr. + 500 Fr./kW Ab 500 kW ▪ Ist-Situation: 375'000 Fr. + 750 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 130'000 Fr. + 250 Fr./kW 	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW: 900 Fr./kW (bei 50 kW) bis 990 Fr./kW (bei 500 kW) Ab 500 kW: 245'000 Fr. + 500 Fr./kW 	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW: 180 Fr./kW Ab 500 kW: 40'000 Fr. + 100 Fr./kW
Luft/Wasser-Wärmepumpe (M-05)	Erneuerung bestehende Hauptheizung ohne Systemwechsel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist-Situation: 13'000 Fr. + 800 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 5000 Fr. + 500 Fr./kW 	8000 Fr. + 300 Fr./kW	1600 Fr. + 60 Fr./kW
Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe (M-06)	Erneuerung bestehende Hauptheizung ohne Systemwechsel	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW ▪ Ist-Situation: 17'000 Fr. + 1400 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 5000 Fr. + 500 Fr./kW Ab 500 kW ▪ Ist-Situation: 367'000 Fr. + 700 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 130'000 Fr. + 250 Fr./kW 	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW: 12'000 Fr. + 900 Fr./kW Ab 500 kW: 237'000 Fr. + 500 Fr./kW 	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW: 2400 Fr. + 180 Fr./kW Ab 500 kW: 42'400 Fr. + 100 Fr./kW
Wärmenetzanschluss (M-07)	Erneuerung bestehende Hauptheizung ohne Systemwechsel	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW ▪ Ist-Situation: 25'000 Fr. + 600 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 5000 Fr. + 500 Fr./kW Ab 500 kW ▪ Ist-Situation: 175'000 Fr. + 300 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 130'000 Fr. + 250 Fr./kW 	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW: 20'000 Fr. + 100 Fr./kW Ab 500 kW: 45'000 Fr. + 50 Fr./kW 	<ul style="list-style-type: none"> Bis 500 kW: 4000 Fr. + 20 Fr./kW Ab 500 kW: 9000 Fr. + 10 Fr./kW
Solarkollektor (M-08)	Solarkollektor nicht installiert, „sanfte“ Erneuerung einzelner Komponenten des Warmwassersystems	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist-Situation: 8000 Fr. + 2500 Fr./kW ▪ Vergleichsfall: 2000 Fr. pauschal 	6000 Fr. + 2500 Fr./kW	1200 Fr. + 500 Fr./kW
Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung (M-09)	Lüftung wird nicht installiert	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ist-Situation: 12'000 Fr./Wohnheit ▪ Vergleichsfall: 0 Fr. 	12'000 Fr./Wohnheit	2400 Fr./Wohnheit

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Angenommene Kostenfunktionen Haustechnikanlagen in Anlehnung an HFM 2009 sowie einer Plausibilisierung der resultierenden Kosten für typische Systemgrößen. Angenommene Kosten für Gebäudehüllenmassnahmen in Anlehnung an HFM 2009, TEP 2010 und econcept/A+W 2011. Es lagen keine weitergehenden, direkt verwertbaren empirischen Grundlagen vor. Eine Vertiefung zu den Kostenfunktionen hätte den Rahmen des HFM-Revisionsprojekts gesprengt – zumal es sich bei den angenommenen Kosten um Durchschnittswerte in Bezug auf schweizweit geförderte Massnahmen handelt, die in der Regel sowieso

nur plausibilisiert und nicht empirisch abgestützt werden können (empirische Grundlagen beziehen sich in der Regel auf sehr eng definierte Rahmenbedingungen und Annahmen für die Kostenermittlung, so dass sich direkt kaum belastbare Durchschnittswerte ableiten lassen). Die angenommenen Kostenfunktionen können, falls zukünftig weitergehende Grundlagen vorliegen, angepasst werden.

A4.3. Mehrinvestitionen bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen und umfassenden Sanierungen ohne Etappierung (M-10 bis M-13)

Bei Gebäudesanierungen in umfangreichen Etappen sowie bei Gesamtsanierungen ohne Etappierung wird für den Vergleichsfall folgendes angenommen:

- Gebäudehülle: Pinselsanierung (nur die dringendsten Massnahmen).
- Wärmeerzeugung: Erneuerung der Hauptheizung ohne Systemwechsel.

Ausgangslage für die Schätzung der Mehrinvestitionen der einzelnen Massnahmen bilden folgende Annahmen der Mehrinvestitionen für eine umfassende Gesamtsanierung:

Tabelle 35: Angenommene, zugrunde gelegte Mehrinvestitionen¹⁾ umfassende Gesamtsanierung			
	EFH	MFH	NWB
Gebäudegeometrie und installierte Heizleistung			
Fläche der thermisch relevanten Gebäudeaussenhülle	410 m ² Bauteilfläche	980 m ² Bauteilfläche	1800 m ² Bauteilfläche
Energiebezugsfläche	160 m ² EBF	620 m ² EBF	1600 m ² EBF
Installierte thermische Leistung bei ca. 50 W/m ²	8 kW _{th}	30 kW _{th}	80 kW _{th}
Mehrinvestitionen energetische Gesamtsanierung Gebäudehülle ggü. Pinselsanierung (nur dringendste Massnahmen)			
Durchschnittliche Mehrinvestitionen pro Bauteilfläche	160 Fr./m ² Bauteilfläche	160 Fr./m ² Bauteilfläche	160 Fr./m ² Bauteilfläche
Resultierende Mehrinvestitionen pro EBF	410 Fr./m ² EBF	250 Fr./m ² EBF	180 Fr./m ² EBF
Mehrinvestitionen Gesamtsanierung Wärmeerzeugung (mit Systemwechsel) ggü. Erneuerung der bestehenden Hauptheizung ohne Systemwechsel			
Mehrinvestitionen pro kW _{th}	1900 Fr./kW _{th}	770 Fr./kW _{th}	600 Fr./kW _{th}
Resultierende Mehrinvestitionen pro EBF	95 Fr./m ² EBF	37 Fr./m ² EBF	30 Fr./m ² EBF

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Es gilt der grundsätzliche Kommentar zur Tabelle 34, d.h. die Annahmen sind weder empirisch noch direkt auf vorliegende Studien abgestützt (mit Ausnahme der Gebäudegeometrien, die in Anlehnung an EFK 2014/BFE 2004 festgelegt wurden). Angenommene Mehrinvestitionen in Anlehnung an HFM 2009, TEP 2010 und econcept/A+W 2011, EFK 2014/BFE 2004 (zur Festlegung der Gebäudegeometrien) sowie einer groben Plausibilisierung der resultierenden Mehrinvestitionen für typische Sanierungsprojekte durch INFRAS und die AG Erfolgskontrolle.

Für umfassende Sanierungen ohne Etappierung im Minergie-Standard (M-12, Minergie) werden die Mehrinvestitionen gemäss Tabelle 35 angesetzt. Umfassenden Sanierungen ohne Etappierungen in den übrigen Energiestandards werden im Vergleich zur Minergie-Sanierung

folgende Mehrinvestitionen unterstellt (in %, bezogen auf die Investitionen der Gesamtsanierung nach Minergie):

Tabelle 36: Mehrinvestitionen und Minimalfördersatz je Massnahme in Fr. pro m² EBF				
Mehrinvestitionen in Fr./m ² EBF Minimalfördersatz in Fr./m² EBF (20% der Mehrinvestitionen)	EFH	MFH	NWB	
M-10/M-11: 2 Klassen/Stufen	260 50	150 30	110 20	50%
M-10/M-11: 3 Klassen/Stufen	380 75	220 45	160 30	75%
M-10/M-11: 4 Klassen/Stufen	510 100	290 60	210 40	100%
M-10/M-11: 5 Klassen/Stufen	640 130	360 70	260 50	125%
M-10/M-11: 6 Klassen/Stufen	770 155	440 90	320 65	150%
M-12: Minergie(-A)(-Eco)	510 100	290 60	210 40	100%
M-12: Minergie-P(-A)(-Eco)	770 155	440 90	320 65	150%
M-13: GEAK Geb.-Hülle mind. C, Ges.-E.-Eff. mind. B	450 90	250 50	180 35	87,5%
M-13: GEAK Geb.-Hülle mind. B, Ges.-E.-Eff. A	700 140	400 80	290 60	137,5%

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS (gerundet auf 5 Fr./m² EBF).

1) Es gilt der grundsätzliche Kommentar zur Tabelle 34, d.h. die Annahmen sind weder empirisch noch direkt auf vorliegende Studien abgestützt. Die Abstufung der angenommenen Mehrinvestitionen im Vergleich zum Basiswert für die Minergie-Sanierung resp. für eine 4-Klassen-/Stufenverbesserung ist auf die Annahmen zur Bestimmung der Förderwirkung im Anhang A2 abgestimmt.

A4.4. Boni für umfassende Gebäudesanierungen (M-14, M-15)

Die Boni für umfassende Gebäudesanierungen (M-14, M-15) werden wie bei den Referenzannahmen zur Bestimmung der projektspezifischen Förderwirkungen (vgl. Anhang A2) nicht separat berücksichtigt. Deren Referenzfall resp. deren Mehrinvestitionen sind über die Massnahmen abgedeckt, für die der Bonus gewährt wird (M-01 bis M-09 resp. M-10 oder M-11). Das heisst: Das HFM 2015 definiert für die Bonus-Massnahmen keine Minimalfördersätze, diese sind durch die Kantone festzulegen.

A4.5. Neubauten (M-16, M-17)

Bei den Neubauten (M-16, M-17) werden im Vergleichsfall die gesetzlichen Anforderungen gemäss MuKE 2014 erfüllt. Es werden direkt die im Anhang A2 definierten Mehrinvestitionen angesetzt.

	Mehrinvestitionen ggü. Vergleichsfall, Fr./m ² EBF		
	Minimalfördersatz, Fr./m ² EBF		
	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Nicht-Wohnbau
Standard Minergie-P(-A)	380 75	200 40	150 30
GEAK A/A	340 65	180 35	130 25
Minergie-P(-A)-Eco, Mehrinvestitionen Zusatzzertifizierung „Eco“	20 5	15 5	15 5

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS (gerundet auf 5 Fr./m² EBF).

1) Es gilt der grundsätzliche Kommentar zur Tabelle 34, d.h. die Annahmen sind weder empirisch noch direkt auf vorliegende Studien abgestützt. Angenommene Mehrinvestitionen in Anlehnung an HFM 2009 und FHNW/Stokar 2010 sowie einer groben Plausibilisierung der resultierenden Mehrinvestitionen für typische Neubauprojekte.

A4.6. Wärmenetzprojekte (M-18)

Bei Wärmenetzprojekten (M-18) wird für den Vergleichsfall folgendes angenommen:

- Die Wärmenetzprojekte wären im Vergleichsfall nicht umgesetzt worden.
- Wie bei den Annahmen zum Hauptheizungsersatz wird grundsätzlich angenommen, dass in zusätzlich angeschlossenen bestehenden Bauten sowieso – d.h. auch wenn das Wärmenetzprojekt nicht durchgeführt worden wäre – in die Wärmeerzeugung investiert worden wäre (Erneuerung des bestehenden Heizsystems).

Ausgestaltung Förderprogramm	Ist-Situation	Vergleichsfall	Mehrinvestitionen, Fr./(MWh/a) Minimalfördersatz, Fr./(MWh/a)
Ohne Doppelförderung M-18/M-07 Es werden im selben Netzgebiet <u>keine</u> Förderbeiträge an die Bauherrschaften der anzuschliessenden Gebäude (M-07) ausbezahlt.	Wärmenetzprojekt umgesetzt. Investitionen Wärmenetzbetreiber je nach umgesetzter Massnahme: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Netzneubau, Netzerweiterung: 500 Fr./(MWh/a) ▪ Neubau Wärmeerzeugungsanlage: 650 Fr./(MWh/a) Zusätzliche „dezentrale“ Investitionen für Wärmenetzanschlüsse, Übergabestationen, gebäudeseitige bauliche Massnahmen (falls Netz neu gebaut oder erweitert): 550 Fr./(MWh/a) ²⁾ .	Wärmenetzprojekt nicht umgesetzt. Falls Netz neu gebaut oder erweitert: Investitionen, bezogen auf die mit dem Netzprojekt zusätzlich verteilte Wärmemenge in MWh/a: „Dezentrale“ Investitionen für die Erneuerung der Wärmeerzeugung in den entsprechenden Gebäuden (keine Systemwechsel): 300 Fr./(MWh/a) ³⁾	Netzneubau, Netzerweiterung: 500 + 550 - 300 = 750 150 Neubau Wärmeerzeugungsanlage: 650 130

<p>Mit Doppelförderung M-18/M-07</p> <p>Es werden im selben Netzgebiet <u>sowohl</u> Beiträge an den Netzbetreiber (M-18) <u>wie auch</u> an die Bauherrschaften der anzuschliessenden Gebäude (M-07) ausbezahlt.</p>	<p>Wärmenetzprojekt umgesetzt. Investitionen Wärmenetzbetreiber:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Netzneubau, Netzerweiterung: 500 Fr./ (MWh/a) ▪ Neubau Wärmeerzeugungsanlage: 650 Fr./ (MWh/a) <p>Wichtig: Die zusätzlichen „dezentralen“ Investitionen für Wärmenetzanschlüsse, Übergabestationen, gebäudeseitige bauliche Massnahmen von geschätzten 550 Fr./ (MWh/a) werden hier nicht eingerechnet. Diese Investitionen werden mit Massnahme M-07 des HFM 2015 unterstützt.</p>	<p>Wärmenetzprojekt nicht umgesetzt.</p> <p>Falls Netz neu gebaut oder erweitert: Investitionen, bezogen auf die mit dem Netzprojekt zusätzlich verteilte Wärmemenge in MWh/a: „Dezentrale“ Investitionen für die Erneuerung der Wärmeerzeugung in den entsprechenden Gebäuden (keine Systemwechsel): 300 Fr./ (MWh/a) ³⁾</p>	<p>Netzneubau, Netzerweiterung: 500 - 300 = 200 40</p> <p>Neubau Wärmeerzeugungsanlage: 650 130</p>
--	---	--	---

Festgelegt durch die AG Erfolgskontrolle/INFRAS.

1) Angenommene Investitionen in Anlehnung an HFM 2009, QMH 2008, den Investitionsannahmen gemäss Tabelle 34 für dezentrale Hauptheizsysteme sowie einer groben Plausibilisierung der resultierenden Investitionen durch INFRAS und die AG Erfolgskontrolle. Es gilt der grundsätzliche Kommentar zur Tabelle 34, d.h. die Annahmen sind weder empirisch noch direkt auf vorliegende Studien abgestützt. Ausserdem war es seitens eines praktikablen Vollzugs Voraussetzung, dass die finanzielle Förderung von Wärmenetzprojekten wie im HFM 2009 über eine einzige, einfach ausgestaltete Massnahme umgesetzt werden kann. Als einzige zentrale Modelleingangsgrösse wird daher die zusätzlich verteilte Wärmemenge an bestehende Bauten resp. die zusätzlich ins Netz eingespiesene Wärmemenge (MWh/a im Regeljahr) erhoben, auf die alle technischen Annahmen abgestützt werden müssen. Weitere Angaben zum spezifischen Wärmenetzprojekt stehen nicht zur Verfügung, um differenziertere Annahmen zu anfallenden Investitionen des Wärmenetzprojekts sowie zu den angeschlossenen Gebäuden zu unterstellen (nicht standardmässig erhoben werden können z.B. Grösse und Komplexität des Wärmenetzes, kostentreibende Rahmenbedingungen für die Netzerstellung im spezifischen Netzgebiet, Informationen zum Wärmebedarf und der Wärmeerzeugung der angeschlossenen Gebäuden etc.).

2) „Dezentral“ anfallenden Kosten für den Hauptheizsystemwechsel in den zusätzlich angeschlossenen Gebäuden (550 Fr. pro MWh/Jahr); geschätzt auf Basis eines durchschnittlichen Wärmebedarfs je angeschlossenen Gebäude von 100 MWh/Jahr sowie den Investitionsannahmen gemäss Tabelle 34 (Investitionen Wärmenetzanschluss in Gebäude mit bestehender fossiler oder direkt-elektrischer Heizung).

3) Grundsätzlich wird für den hypothetischen Referenzfall ohne Förderung, in dem das Wärmenetzprojekt nicht realisiert wird, angenommen, dass bei bestehenden Gebäuden dann einen Anschluss an das Wärmenetz vorgenommen wird, wenn sofort oder in absehbarer Frist eine Erneuerungsinvestition in die dezentrale Wärmeerzeugung getätigt werden müsste. Diese Investition fällt im hypothetischen Referenzfall also dann an, wenn das Wärmenetzprojekt ein Neu- oder Erweiterungsbau des Netzes umfasst. Die Höhe dieser Investition (geschätzt: 300 Fr. pro MWh/Jahr) basiert auf einem angenommenen durchschnittlichen Wärmebedarf je angeschlossenen Gebäude von 100 MWh/Jahr sowie den Investitionsannahmen für die Erneuerung von Öl-, Gas- und Elektroheizungen gemäss Tabelle 34.

Literatur

- BAFU 2014:** Kenngrössen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz, 1990-2012, Bundesamt für Umwelt, Juni 2014.
- BAFU 2015:** Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland, ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO₂-Verordnung, Bundesamt für Umwelt, Januar 2015.
- BFE 2002:** Sonnenwärme, Kosten und Kennzahlen, Kollektoranlagen unter der Lupe, Energielinovation Nr. 33, Reedition, September 2002.
- BFE 2004:** Zukünftige Entwicklung der Energiebezugsflächen, Perspektiven bis 2035, Wüest & Partner im Auftrag des Bundesamts für Energie, Juli 2004.
- BFE 2006a:** Definition Referenzwerte für Gebäudesanierungen, Bundesamt für Energie BFE, 16. Mai 2006.
- BFE 2006b:** Definition Wirkungsberechnung, Förderprogramm Stiftung Klimarappen resp. Doppelförderung Kantone – Stiftung Klimarappen, Bundesamt für Energie BFE, 18. Oktober 2006.
- BFE 2013a:** Massnahmenliste direkte Massnahmen (Anm.: in Übereinstimmung mit HFM 2009, Version August 2012) vom 9. September 2013, Anhang 2 der Prozessbeschreibung, Bundesamt für Energie, unveröffentlicht, September 2013.
- BFE 2013b:** Gebäudebestandsentwicklung 1990-2013, Energiebezugsflächen EBF in 1000 m², Datenreihe (jährlich aktualisiert), Bundesamt für Energie, unveröffentlicht, April 2013.
- BFE 2014a:** Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2013, Bundesamt für Energie, Juli 2014.
- BFE 2014b:** Markterhebung Sonnenenergie 2013, Teilstatistik der Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien, Swissolar im Auftrag des Bundesamts für Energie, Juli 2014.
- BFE/BAFU 2015a:** Energiepreise Stand 2014, Anhang C zur Mitteilung Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland, Geschäftsstelle Kompensation, Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Energie, 2015.
- BFE/BAFU 2015b:** Empfehlungen für Projekte und Programme in den Bereichen Komfort- und Prozesswärme, Anhang C zur Mitteilung Projekte und Programme zur Emissionsverminderung im Inland, Geschäftsstelle Kompensation, Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Energie, 2015.
- BFE/EnFK 2014:** HFM Revision, Grundsatzpapier zum Abschluss der Projektphase 1, Arbeitsgruppe Erfolgskontrolle unter fachlicher Begleitung durch INFRAS, nicht veröffentlicht, 9. September 2014.

- EBP 2014:** Preis und Kosten thermischer Solaranlagen, Analyse der Preise in der Schweiz, Österreich und Baden-Württemberg, Ernst Basler + Partner EBP im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, 4. November 2014.
- econcept/A+W 2011:** CO₂-Vermeidungskosten bei der Erneuerung von Wohnbauten, econcept/Amstein+Walthert im Auftrag des BFE, Juni 2011.
- EFK 2014:** Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen, Evaluation des Schätzmodells zur Berechnung der CO₂- und Energiewirkungen der Fördermassnahmen, Eidgenössische Finanzkontrolle, Februar 2014.
- Egon 2011:** „Energy online“ – Messkampagne für die Stiftung Klimarappen, Egon im Auftrag der Stiftung Klimarappen, September 2011.
- Enecolo 2009:** Energie im Gebäude online (EGon), Hauptphase, Enecolo im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, Oktober 2009.
- FHNW/Stokar 2010:** Untersuchung von Mehrkosten von Minergie-P-Bauten, Stokar + Partner AG, Baukostenplanung Ernst AG, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, im Auftrag des Amtes für Umweltschutz und Energie Kanton Basel-Landschaft und des Amtes für Umwelt und Energie Kanton Basel-Stadt, März 2010.
- gfs 2014:** Hauseigentümergebefragung zum Gebäudeprogramm, Schlussbericht zur Befragung 2014, gfs im Auftrag der nationalen Dienstleistungszentrale des Gebäudeprogramms, April 2014.
- Haldi-Spieker 2014:** Neues Modell im Vollzug der Energievorschriften: Werden die Planungswerte im Bereich Energie eingehalten? Master thesis MAS Umwelttechnik und Umweltmanagement, FHNW, Institut Energie am Bau IEbau, Muttentz, Matthias Haldi-Spieker im Auftrag der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern (AUE), 2014.
- Haustech 2009:** Wohnungsbau setzt auf erneuerbare Energien, Fachartikel in der Zeitschrift Haustech (basierend auf Angaben aus dem Baublatt Infodienst von Wüest & Partner), Haustech-Ausgabe Nr. 3, März 2009.
- INFRAS 2012:** Auditkonzept, Konzept für die Überprüfung der CO₂-Wirkung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen, INFRAS im Auftrag des Bundesamts für Energie, nicht veröffentlicht, August 2012.
- INFRAS 2013:** Wirkung kantonaler Energiegesetze, Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2012, INFRAS im Auftrag des Bundesamts für Energie, Juli 2013.
- INFRAS 2014:** Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG, Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2013, INFRAS im Auftrag des Bundesamts für Energie, Juli 2014.

- INFRAS 2015:** Auswertung Datenbank kantonale Förderprogramme 2010 bis 2013, unveröffentlicht, Februar 2015.
- Interface 2008:** Analyse finanzieller Massnahmen im Energiebereich: Theoretische Reflexion der Wirkungsweise und Auswertung empirischer Studien, Interface im Auftrag des Bundesamts für Energie, Oktober 2008.
- Interface/EBP 2010:** Evaluation des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen, Interface/Ernst Basler + Partner im Auftrag des BFE, November 2010.
- Minergie 2015:** Datenbankauszug Minergie-Datenbank, nicht veröffentlicht, Januar 2015.
- MuKE 2014:** Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich, Ausgabe 2014, von der Konferenz Kantonalen Energiedirektoren EnDK anlässlich der Plenarversammlung vom 9. Januar 2015 verabschiedet, Januar 2015.
- nDLZ 2014:** 3. Befragung zum Gebäudeprogramm, zentrale Befunde und Interpretationen der nationalen Dienstleistungszentrale auf Basis der gfs-Umfrage 2014, April 2014.
- Prognos 2007:** Die Energieperspektiven 2035 – Band 2, Szenarien I bis IV, Prognos im Auftrag des Bundesamts für Energie, Juli 2007.
- Prognos 2012:** Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050, Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050, Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem, Prognos im Auftrag des Bundesamts für Energie, September 2012.
- Prognos 2014:** Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs der schweizerischen Haushalte 2000 bis 2013 nach Bestimmungsfaktoren und Verwendungszwecken, Prognos im Auftrag des Bundesamts für Energie, September 2014.
- QMH 2008:** Planungshandbuch QM Holzheizwerke, Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Holzenergie Schweiz, Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden Württemberg, C.A.R.M.E.N. e.V. Bayern, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich, 2008.
- SIA 380/1:2009:** Thermische Energie im Hochbau, Norm SIA 380/1, Ausgabe 2009, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Dezember 2008.
- SKR 2011a:** Statistische Auswertung Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen, Stiftung Klimarappen, August 2011.
- SKR 2011b:** Schlussbericht Gebäudeprogramm 2006 – 2009, Stiftung Klimarappen, November 2011.
- Swissolar 2014a:** Masterplan Solarwärme Schweiz 2035, Ernst Basler + Partner / NET Nowak Energie & Technologie im Auftrag von Swissolar, 2014.
- Swissolar 2014b:** Revision HFM für Solarwärme Anlagen, Konzept, Swissolar in Zusammenarbeit mit SPF Testing und Solar Campus GmbH, unveröffentlicht, August 2014.

TEP 2010: Energetische Gebäudeerneuerungen – Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten, eine Auswertung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen, Schlussbericht, TEP Energy im Auftrag der Stiftung Klimarappen, Juni 2010.

WVS 2015: Energieholzpreise 2014/2015, Preisempfehlungen für Brenn- und Energieholz von Waldwirtschaft Schweiz, Forstunternehmer Schweiz, Holzindustrie Schweiz, Holzenergie Schweiz und der Interessensgemeinschaft professioneller Energieholzerzeuger, 2015.

W&P 2014: Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2000-2013, Schlussbericht, Wüest & Partner im Auftrag des Bundesamts für Energie, April 2014.

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.energie-schweiz.ch