

Baudirektion Kanton ZG

# Förderprogramm Heizungsersatz und Finanzbedarf 2023 bis 2032

Schlussbericht  
Zürich, 24. Januar 2022

Stefan Kessler, Gabrielle Siegrist

# Impressum

## Förderprogramm Heizungsersatz und Finanzbedarf 2023 bis 2032

Schlussbericht

Zürich, 24. Januar 2022

b-Förderprogramm Heizungsersatz ZG\_20220124.docx

### Auftraggeberin

Baudirektion Kanton ZG

Amt für Umwelt

### Projektleitung

Beatrice Bochsler, Leiterin Abteilung Energie und Klima

Raphael Felber, Projektleiter Energiefachstelle

### Autorinnen und Autoren

Stefan Kessler, Gabrielle Siegrist

INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 95

info@infras.ch

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
1.1.	Aufgabenstellung	4
1.2.	Genauigkeit der Abschätzungen in dieser Studie	5
<b>2.</b>	<b>Methodik</b>	<b>5</b>
2.1.	Datengrundlagen	5
2.2.	Modell für die Berechnung des Budgetbedarfs	7
<b>3.</b>	<b>Grundsätze zu Reichweite und Höhe der Förderung</b>	<b>8</b>
3.1.	Ersatzrate der Heizsysteme im Kanton ZG	8
3.2.	Methodische Überlegungen zur Höhe der Beitragssätze	9
3.3.	Einschätzung der Hemmnisse	11
<b>4.</b>	<b>Variante 1: Verpflichtung zum Umstieg auf erneuerbare Energien beim Heizungsersatz</b>	<b>11</b>
4.1.	Zwei Untervarianten der Bemessungsgrösse der Verpflichtung	11
4.2.	Feststellung und Reichweite der Pflicht	12
4.3.	Vorschlag INFRAS zum Fördermodell bei Varianten 1a und 1b	15
<b>5.</b>	<b>Variante 2: Umsetzung MuKE n mit Förderung Umstieg auf erneuerbare Energien beim Heizungsersatz</b>	<b>21</b>
5.1.	Überlegungen zu den Unterschieden ggü. Variante 1	21
5.2.	Vorschlag INFRAS zum Fördermodell bei Variante 2	21
<b>6.</b>	<b>Budgetbedarf nach Variante</b>	<b>24</b>
6.1.	Auswirkungen der ergänzenden Förderung der Gemeinden und Dritter auf den Budgetbedarf	24
6.2.	Budgetbedarf nach Variante	27
6.3.	Überlegungen zum Vorgehen bei Mittelknappheit und Ausschluss Nichtwohnbauten	29
<b>7.</b>	<b>Entwicklung der Fördernachfrage über die Laufzeit des Programms</b>	<b>30</b>
<b>8.</b>	<b>Spezielle Förderbedingungen</b>	<b>31</b>
<b>9.</b>	<b>Empfehlungen zur Weiterführung und Ergänzung des bisherigen Förderprogramms</b>	<b>31</b>
	<b>Literatur</b>	<b>35</b>
	<b>Anhang</b>	<b>36</b>
<b>A1.</b>	<b>Dokumentation der Modellannahmen</b>	<b>36</b>

## 1. Ausgangslage

### 1.1. Aufgabenstellung

Das kantonale Energiegesetz des Kantons Zug befindet sich derzeit in Revision. Dabei sind verschiedene gesetzliche Ausgestaltungsvarianten in Prüfung. Diese sehen entweder eine weitgehende Verpflichtung zur Umstellung auf ein Heizsystem mit erneuerbaren Energien vor (Varianten 1a und 1b, vgl. unten) oder die Übernahme des Teil F des Basismoduls der MuKE<sup>1</sup> 2014 (EnDK 2018) in das kantonale Energiegesetz (Variante 2 vgl. unten). In beiden Varianten sollen die für die GebäudeeignerInnen entstehenden finanziellen Mehrbelastungen durch ein neu zu schaffendes Förderangebot für den Heizungsersatz teilweise oder weitgehend ausgeglichen werden.

Zur Diskussion stehen folgende Untervarianten für die Bestimmungen und entsprechend für die Förderprogramme:

- **Variante 1: Beim Heizungsersatz ist ein erneuerbares System zu wählen**, ausser dies ist technisch nicht möglich oder es entstehen gegenüber dem fossilen System Mehrkosten. **All-fällige Mehrkosten sind durch Fördergelder (mehrheitlich) zu kompensieren**, damit das erneuerbare System den Vorrang erhält. Es ist noch offen, ob diese Variante nur für Wohnbauten oder auch Nichtwohnbauten gelten soll.
  - **1a: Die Mehrkostenberechnungen basieren auf den Investitionskosten**
  - **1b: Die Mehrkostenberechnungen basieren auf den Lebenszykluskosten**
- **Variante 2: Die Bestimmungen zum Heizungsersatz entsprechen Teil F, Basismodul MuKE 2014.** Mit dem Förderprogramm sind **Anreize für die Wahl** eines erneuerbaren Systems zu setzen. Die Bestimmungen gelten sowohl für Wohn- als auch für Nichtwohnbauten.

Im Vorfeld der Beratung im Kantonsrat reichte die Staatswirtschaftskommission eine Motion ein, wonach unter anderem die finanziellen Auswirkungen eines Förderprogramms für den Kanton Zug aufgezeigt werden sollen. Die Berechnungen bilden die Grundlage für die Beantragung eines Rahmenkredits über 10 Jahre (ab 2023).

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse der Analysen und der durchgeführten Modellrechnungen. Zudem enthält dieser Empfehlungen der Autorenschaft zuhanden des Kantons Zug für die Weiterentwicklung des bereits bestehenden Förderprogramms. Die Arbeiten wurden von INFRAS in engem Austausch mit der Energiefachstelle des Kantons Zug als Auftraggeberin umgesetzt.

---

<sup>1</sup> MuKE = Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich

## 1.2. Genauigkeit der Abschätzungen in dieser Studie

Gemäss der Motion 3185.6 der Staatswirtschaftskommission betreffend Teilrevision des Energiegesetzes vom 14.6.2021 ist gefordert, dass sich die Genauigkeit der Abklärungen zum Finanzaufwand des Förderprogramms im Rahmen von +/- 15 Prozent bewegen soll. Dies kann für den aktuellen Zeitpunkt mit den erfolgten Annahmen (vgl. Kapitel 2 und Anhang A1) in etwa erreicht werden, was die unterlegten Kostenannahmen zu den technischen Systemen und die heutigen Energiepreise betrifft. Die effektive Nachfrage nach Fördermitteln für einen Heizungsersatz ist jedoch stark abhängig von individuellen Entscheidungsfaktoren der HauseigentümerInnen. Diese Faktoren sind heute bei weitem nicht ausreichend erforscht, um eine solch hohe Genauigkeit in der erwarteten Gesamtnachfrage zu erreichen (vgl. auch Ausführungen im Kapitel 4.3.3 zu Entscheidungsfaktoren und Hemmnissen). Deshalb wurde auf plausible Annahmen zurückgegriffen, die meist auch durch die langjährige Erfahrung der AutorInnen gestützt ist. In diesem Sinne ist das Ergebnis zum Mittelbedarf bei den verschiedenen gesetzlichen Varianten als «bestmögliche Schätzung» zu verstehen. Falls sich die Umfeldfaktoren des Förderprogramms deutlich ändern oder die Bundespolitik sich ändert, ist denkbar, dass mit dem hier ermittelten Mittelbedarf die angestrebte Zielerreichung doch nur annähernd erreicht wird. Es könnte sich aber bei positiver Entwicklung der Umfeldfaktoren vor allem zeigen, dass ein deutlich tieferer Förderbedarf resultiert. Das hier präsentierte Ergebnis zum Budgetbedarf ist damit als Obergrenze zu verstehen.

## 2. Methodik

### 2.1. Datengrundlagen

Die Mengenparameter im Modell zur Berechnung des finanziellen Förderbedarfs basieren vorwiegend auf Gebäudedaten der Feuerungskontrolle des Kantons Zug und den im Eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) erfassten Objekten auf Kantonsgebiet. Einzelne Werte mussten über Schätzungen der AutorInnen hergeleitet werden. Für die Kostenannahmen stützen sich die Werte mehrheitlich auf das HFM 2015<sup>2</sup> (EnDK, BFE 2016), da dieses viele detaillierte Angaben und technologiespezifische Informationen enthält (z.B. zu Investitionskosten, Energiepreisen, Lebensdauer etc.). Einzelne Werte aus dem HFM 2015 wurden basierend auf Erfahrungswerten von INFRAS mit eigenen Schätzungen ergänzt. Detaillierte Angaben zu den Annahmen sind im Anhang A1 zu finden.

---

<sup>2</sup> HFM 2015 = Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (2015)

### Gebäudedaten

Die Daten der Feuerungskontrolle enthalten die Gebäude mit fossilen Heizungen, die Gebäudeart (Wohnbauten, Nichtwohnbauten), der installierte Energieträger (Heizöl, Gas)<sup>3</sup>, die Leistung und das Alter der installierten fossilen Heizungen. Aus diesen Daten konnte die durchschnittliche installierte Leistung pro Gebäude eruiert werden. Anhand der Altersangaben der Brenner/Kessel wurde die jährliche Ersatzrate von 4% der gesamthaft installierten Leistung für fossile Heizungen bestimmt (vgl. auch Kapitel 3.1). Die im Rahmen des normalen Lebenszyklus ersetzten Anlagen wurde als Grundpotenzial für die geplante Förderung angesetzt, da nicht davon auszugehen ist, dass infolge der Förderung in bedeutendem Umfang finanzielle Restwerte der bestehenden Anlagen durch vorzeitigen Ersatz vernichtet werden.

### Investitionskosten

Die Annahmen zu den Investitionskosten basieren primär auf dem HFM 2015 (EnDK, BFE 2016). Ausnahmen bilden:

- Fossile Heizungen: Im HFM sind beim fossilen Ersatzsystem keine Zusatzkosten für die gesetzlich erforderlichen Ergänzungsmassnahmen («Standardlösungen» gemäss Teil F, Basismodul, MuKE 2014) eingerechnet. Gestützt auf die im [Heizkostenrechner des Bundesamts für Energie \(BFE\)](#) angegebenen Kosten für die Standardlösungen haben wir eine Erhöhung der Investitionskosten um den Faktor 1.4 bezogen auf einen reinen (fossilen) Heizsystemersatz angenommen.
- Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen: Die Umsetzungserfahrung im Rahmen des Gebäudeprogramms hat gezeigt, dass die realen Kosten für Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen in den Grundlagen des HFM deutlich zu tief geschätzt wurden. Dies zeigt auch der Vergleich mit verschiedenen Quellen, z.B. dem [BFE Heizkostenrechner](#), dem [CKW Heizungsrechner](#) oder dem [Kostennachweis des Kanton AG für fossile Heizungen](#). Wir gehen in der vorliegenden Studie für diese Technologievarianten von um den Faktor 1.5 höheren Kosten aus.

Für alle anderen Technologien verwenden wir die Annahmen der Investitionskosten gemäss HFM 2015.

### Lebenszykluskosten

Die Lebenszykluskosten setzten sich aus den jährlichen Kapitalkosten, jährlichen Grund- und Energiekosten sowie Unterhaltskosten zusammen. Die jährlichen Kapitalkosten wurden anhand

---

<sup>3</sup> Zur Vereinfachung wurden Gas- und Ölheizungen zusammen als «fossile Heizungen» betrachtet.

einer dynamischen Annuitätenrechnung unter Anwendung eines kalkulatorischen Zinssatzes von 1.75% berechnet.

## 2.2. Modell für die Berechnung des Budgetbedarfs

Im Excel-Modell zur Berechnung des Budgetbedarfs wird der Gebäudetyp (Wohnbauten und Nichtwohnbauten) sowie die erneuerbare Heiztechnologie<sup>4</sup> differenziert betrachtet. Pro Gebäudekategorie gehen wir zur Modellvereinfachung von der durchschnittlich installierten Leistung des fossilen Heizsystems aus. D.h. die Berechnungen der technologiespezifischen Investitionskosten, Lebenszykluskosten sowie der benötigten Fördermittel beim Heizungsersatz basieren jeweils auf der durchschnittlich installierten Leistung für Wohnbauten bzw. Nichtwohnbauten. Diese Vereinfachung ist für die Ermittlung des gesamten Fördermittelbedarfs unkritisch, da die technologiespezifischen Fördermodelle fast durchgehend einen Basisbeitrag (Fördermittelbedarf nur abhängig von Anzahl Anlagen) und einen grössenabhängigen Leistungsbeitrag (Fördermittelbedarf nur abhängig von der gesamthaft installierten Leistung) vorsehen.

Die Anzahl Heizungen, welche pro Jahr von fossil zu erneuerbar wechseln (vgl. Tabelle 14 im Anhang)<sup>5</sup>, wurde pro erneuerbare Technologie basierend auf folgende Angaben und Annahmen festgelegt:

- Ersatzrate der fossilen Heizungen von 4% (aus Gebäudedaten der Feuerungskontrolle)
- Umstellungsanteil<sup>6</sup> von 90% (Variante 1) bzw. 80% (Variante 2) (Annahmen INFRAS)
- Typische Umstiegsfade<sup>7</sup> (vgl. Tabelle 13 im Anhang).

Die Investitionskosten bzw. Lebenszykluskosten für das erneuerbare Heizsystem wurden jeweils mit den Kosten für ein fossiles Heizsystem inkl. gesetzlich geforderte Ergänzungsmaßnahmen (Referenz) verglichen, um so auf die Mehrkosten und den möglichen Förderbedarf pro Technologie schliessen zu können.

Die Fördersätze wurden unter Einhaltung der HFM Ober- und Untergrenze<sup>8</sup> sowie der angestrebten Deckungsgrade der durchschnittlichen Mehrinvestitionskosten bzw. Lebenszyklus-Mehrkosten festgelegt (detaillierte Überlegungen vgl. in Kapitel 3.2, 4 und 5). Damit wird sichergestellt, dass der Kanton Zug für alle Fördergesuche Globalbeiträge des Bundes erhalten kann.

<sup>4</sup> Wärmepumpe Luft/Wasser, Wärmepumpe Sole/Wasser und Wasser/Wasser, Holz <70kW, Holz >70kW und Anschluss an ein Wärmenetz mit hauptsächlich erneuerbaren Energiequellen

<sup>5</sup> Dies entspricht der möglichen Anzahl Fördergesuche an den Kanton.

<sup>6</sup> Umstellungsanteil = Anteil der fossilen Heizungen, welche beim Ersatz zu erneuerbaren Systemen umstellen

<sup>7</sup> Umstiegsfade = mit welchem Anteil eine spezifische erneuerbare Technologie gewählt wird, wenn von einem fossilen System zu einem erneuerbaren System umgestiegen wird.

<sup>8</sup> HFM Untergrenze: mind. 20% Deckung der Mehrinvestitionen; HFM Obergrenze: max. 50% Deckung der Investitionskosten.

### 3. Grundsätze zu Reichweite und Höhe der Förderung

#### 3.1. Ersatzrate der Heizsysteme im Kanton ZG

Eine Auswertung der Daten zur Altersverteilung von fossil befeuerten Kesseln und Brennern im Kanton (Abbildung 1) zeigt, dass Kessel im Durchschnitt nach 30 Betriebsjahren und Brenner nach rund 25 Betriebsjahren ersetzt werden. Wir gehen aufgrund der vorliegenden Erfahrung aus Förderaktivitäten anderer Kantone davon aus, dass langfristig angelegte Förderprogramme zum Heizungersatz zwar dazu geeignet sind, die *Heizsystemwahl* nachhaltig zu beeinflussen, nicht aber die *Heizungersatzrate* signifikant zu erhöhen: Heizsysteme werden in der Regel dann ersetzt, wenn die technische Lebensdauer ans Ende kommt.

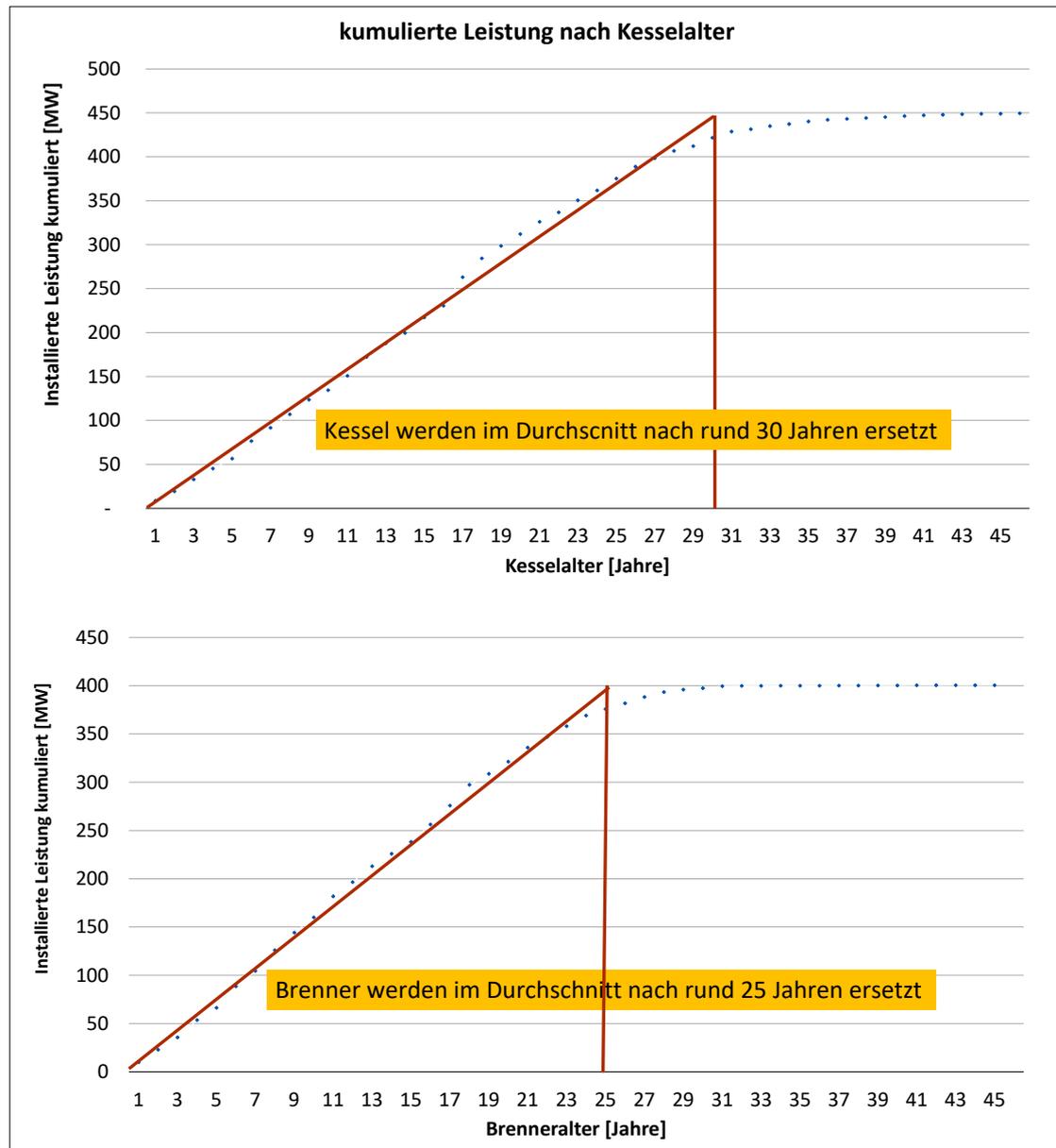
Dies ist plausibel, da bei einem vorzeitigen Ersatz mit Umstieg auf ein erneuerbares Heizsystem eine Restwertvernichtung erfolgen müsste. Für einen vorzeitigen Ersatz müssten aufgrund des Umstiegs klare Vorteile resultieren, auch unter Einbezug der verschiedenen finanziellen und nichtfinanziellen Hemmnisse (vgl. auch Tabelle 1 zu Hemmnissen). Die Praxis zeigt jedoch, dass der vorzeitige, «spontane Umstieg» ohne Förderanreize nur in sehr geringem Umfang der Fall ist. Auch mit bestehenden Förderanreizen dürfte es so sein, dass die meisten GebäudeeignerInnen mit dem Ersatz zuwarten, bis die Anlage vollständig amortisiert ist. Eine Ausnahme bilden zeitlich beschränkte Förderaktionen, wo die Nachfrage kurzfristig stimuliert werden kann, indem hier die attraktivsten Projekte vorgezogen werden. Langfristig erfolgt aber auch hier keine Nachfragesteigerung, weil die EigentümerInnen mit weniger günstigen Ausgangslagen weiterhin das Amortisationsende abwarten bis ein Ersatz erfolgt.

Das geplante Fördermodell des Kantons Zug ist mit einer Mindestlaufzeit von 10 Jahren langfristig ausgerichtet. Deshalb gehen wir in dieser Studie davon aus, dass das theoretische Umstiegspotenzial im Rahmen der Förderung der «natürlichen» Ersatzrate entspricht. Konkret nehmen wir an, dass jährlich 4%<sup>9</sup> der gesamten installierten Feuerungsleistung des Kantons Zug durch die geplante Förderung angesprochen werden kann.

---

<sup>9</sup> Die Ersatzrate von 4% leiten wir aus der durchschnittlichen Betriebsdauer der Brenner von rund 25 Jahren ab.

Abbildung 1: Altersverteilung der Kessel- und Brennerleistung im Kanton ZG



Grafik INFRAS. Quelle: Daten Feuerungskontrolle Kanton Zug (2021)

### 3.2. Methodische Überlegungen zur Höhe der Beitragssätze

Die Höhe der technologiespezifischen Fördersätze ist neben der Reichweite des Förderprogramms der wesentliche Faktor für den Budgetbedarf. Es gibt jedoch keine ausreichende Datengrundlage, um Fördersätze streng wissenschaftlich gestützt herzuleiten (dafür müssten zur spezifischen Fragestellung sehr umfassende empirische Daten und Analysen der

Verhaltensforschung vorliegen, die das Verhalten der Zielgruppe zuverlässig abbilden – was aber nicht der Fall ist). Ein Fördersatz wäre dann optimal, wenn er genau den erforderlichen Anreiz für die Entscheidung zugunsten des erneuerbaren Heizsystems erzeugt. Der Anreiz muss folglich nicht nur bestehende finanzielle Hemmnisse überwinden, sondern auch alle nicht-finanziellen (vgl. z.B. EFZ 2021). Dass die Hemmnisse nicht von allen Subjekten der Zielgruppe gleich wahrgenommen werden, liegt auf der Hand. Der Fördersatz ist optimalerweise so ausgelegt, dass der Anreiz gerade ausreicht, um das Fördersubjekt mit den höchsten Hemmnissen innerhalb der avisierten Reichweite der Förderung (z.B. X % der Heizungsersatzprojekte) gerade noch zu erreichen. Der Fördersatz darf also nicht zu tief liegen – dann ist der Anreiz zu klein und es gibt einen hohen Anteil MitnehmerInnen, die das Projekt auch ohne die Fördergelder umsetzen würden – und er darf nicht zu hoch liegen – dann erzielt ein Teil der ausbezahlten Fördergelder gar keine Wirkung mehr, da ein Teil des Anreizes nicht mehr erforderlich ist für die Entscheidung.

Da keine ausreichende Datengrundlage für eine streng wissenschaftliche Vorgehensweise besteht, muss der Fördersatz in der Praxis auf Grundlage von Erfahrungswissen und unsicheren Annahmen festgelegt werden. In der konkreten Umsetzung kann dann die Höhe der Fördersätze iterativ optimiert werden, falls sich zeigen sollte, dass diese nicht optimal ist. Wir empfehlen grundsätzlich, zu Beginn der Umsetzung eher in Richtung zu hoher Fördersätze zu tendieren. Dies aber nur, falls sichergestellt ist, dass ausreichend Flexibilität beim Budget besteht, so dass kein Risiko für «Stop and Go» besteht. Für die Reaktion der Zielgruppe ist entscheidend, dass der Anreiz planbar und stabil ist. Für tendenziell hohe Fördersätze sehen wir insbesondere folgende Argumente:

- hohe Nachfrage führt zu rascher Wirkung
- geringerer Anteil an MitnehmerInnen
- stärkere indirekte Effekte, z.B. über Kommunikation der Branche und «Mund zu Mund-Propaganda» der Zielgruppe

Wir schlagen vor, die Bestimmung der Höhe der Fördersätze pro Technologie über drei Ebenen abzuleiten:

- Ebene 1: Festlegen des angestrebten Förderziels (z.B. «in X% der Fälle soll das günstigste erneuerbare System unter Berücksichtigung der Förderbeiträge nicht zu Mehrinvestitionskosten führen, der Kanton übernimmt in allen Fällen mindesten Y% der Mehrinvestitionen»)
- Ebene 2: Technologiespezifische Anpassungen aufgrund von kantonsspezifischen Faktoren und klimapolitischen Überlegungen
- Ebene 3: Generelle Anpassung an den Budgetbedarf in Abhängigkeit der politischen Machbarkeit (inkl. Anpassung der Förderziele)

Die Ebene 3 ist nicht Bestandteil dieser Studie. Der Auftrag der Studie ist es, das benötigte Budgetvolumen der Förderung aufzuzeigen und nicht die politische Machbarkeit zu beurteilen.

### 3.3. Einschätzung der Hemmnisse

Tabelle 1 zeigt unsere Einschätzung der Bedeutung der Hemmnisse im Entscheidungsprozess beim Umstieg auf ein erneuerbares Heizsystem. Daraus wird ersichtlich, dass nach unserer Einschätzung die Hemmnisse bei Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen wegen den hohen organisatorischen Anforderungen (Baubewilligung, ggf. Bohrprofil, Eingriff in Umgebung, etc.) und den hohen Investitionskosten (ab rund 60'000 CHF) hoch sind. Am einfachsten zu realisieren ist ein Anschluss an ein Wärmenetz mit hauptsächlich erneuerbaren Energiequellen. Diese Überlegungen fliessen bei der Bestimmung des Fördersatzes pro Technologie mit ein.

**Tabelle 1: Einschätzung der technologiespezifischen Hemmnisse**

	Organisatorisch	Fachwissen	Investitionskosten	Lebenszykluskosten	Gesamtbewertung
Wärmepumpe L/W	••	••	••	•	••
Wärmepumpe S/W, W/W	••••	••	•••••	•	••••
Holzfeuerung kleiner 70 kW	•	•	••	••	•
Holzfeuerung grösser 70 kW	••	••	••••	••	•••
Anschluss an Wärmenetz*	•	•	••	• bis •••	••

Lesehilfe: • = kein wesentliches Hemmnis / ••••• = sehr starkes Hemmnis.

L/W = Luft/Wasser, S/W = Sole/Wasser, W/W = Wasser/Wasser

\*Anschluss an ein Wärmenetz mit hauptsächlich erneuerbaren Energiequellen

Tabelle INFRAS. Quelle: Einschätzung INFRAS

## 4. Variante 1: Verpflichtung zum Umstieg auf erneuerbare Energien beim Heizungsersatz

### 4.1. Zwei Untervarianten der Bemessungsgrösse der Verpflichtung

Das Pflichtenheft nennt zwei Varianten im Rahmen einer Verpflichtung zur Umstellung auf erneuerbare Energien beim Heizungsersatz (§ 4c des Vorschlags zum teilrevidierten EnG Kanton ZG), die zu untersuchen sind. Diese unterscheiden sich durch die Methode der Kostenberechnung für die Feststellung der Pflicht:

- Variante 1a: Mehrkostenberechnung basierend auf den Investitionskosten
- Variante 1b: Mehrkostenberechnung basierend auf den Lebenszykluskosten

Die Bestimmung beider Untervarianten lässt offen, ob sie nur Wohnbauten oder auch Nichtwohnbauten umfasst. Aus energiepolitischer Sicht würde es Sinn machen, eine gesetzliche Verschärfung beim Heizungsersatz auch für Nichtwohnbauten einzuführen bzw. zumindest das Förderprogramm auf diese Gebäude zu erweitern, um eine möglichst hohe Umstiegsrate auf erneuerbare Energien zu erlangen. Entsprechend wurden die benötigten Fördermittel für den gesamten Gebäudepark abgeschätzt (unter Annahme gleicher Fördersätze für Nichtwohnbauten).

## 4.2. Feststellung und Reichweite der Pflicht

### 4.2.1. Feststellung der Pflicht

Bei beiden Varianten ist vorgesehen, dass zur Feststellung der Pflicht auf Objektebene ein Kostenvergleich zwischen dem jeweils kostengünstigsten verfügbaren (d.h. zumutbaren und technisch machbaren) erneuerbaren Heizsystem und den Kosten beim Ersatz durch ein neues fossiles Heizsystems angestellt wird. Es gelten folgende Zusatzkriterien für die Kostenrechnung:

- Die potenziell verfügbaren Fördermittel von Kanton, Gemeinden und Privaten (z.B. Kompensationsprogramme) sind mit einzurechnen.
- Beim Ersatz des fossilen Heizsystems sind nicht nur der Ersatz des Wärmeerzeugers, sondern auch die Kosten für so oder so anfallende, gesetzlich geforderte Ergänzungsmassnahmen (Standardlösungen)<sup>10</sup> am Gebäude einzubeziehen.

### 4.2.2. Reichweite der Pflicht

Die Reichweite der Umstellungspflicht ist für den erwarteten Budgetbedarf der Förderung von zentraler Bedeutung. Dabei steht zuerst die Frage im Zentrum, ob überhaupt eine Förderung benötigt wird, um die Pflicht durchsetzen zu können. Diese ist für die zwei Untervarianten 1a und 1b unterschiedlich.

Die durch die Auftragnehmer durchgeführten Kostenanalysen zeigen, dass heute unter realitätsnahen Annahmen alle erneuerbaren Heizsysteme zu deutlich höheren Investitionskosten führen als die Referenz (fossiler Heizungsersatz inkl. den gesetzlich erforderlichen Ergänzungsmassnahmen; vgl. Tabelle 15 im Anhang). Die Lebenszykluskosten sind hingegen nur für den Anschluss an ein Wärmenetz mit hauptsächlich erneuerbaren Energiequellen und die Holzfeuerungen höher als für die Referenz (vgl. Tabelle 16 im Anhang). Bei Wärmepumpensystemen kann davon ausgegangen werden, dass bei heute üblichen, durchschnittlichen Marktpreisen die deutlich höheren Investitionskosten über die Betriebsdauer von 20 Jahren durch die tieferen Energie- und Unterhaltskosten mehr als kompensiert werden. Die Lebenszyklus-

<sup>10</sup> insbesondere zur Einhaltung der im Gesetzesentwurf vorgesehenen Minimalanforderungen der MuKE 2014 von 10% Anteil erneuerbarer Energien am massgebenden Wärmebedarf oder im vergleichbaren Umfang reduzierter Wärmebedarf.

Mehrkosten sind also negativ, d.h. die Investition in das erneuerbare Heizsystem lohnt sich langfristig für die GebäudeeigentümerInnen.

#### **Variante 1a (Investitionskosten):**

Damit die Pflicht greift, müssen aufgrund des oben dargestellten Sachverhalts zu den Mehrinvestitionen alle praxisrelevanten Technologiepfade grosszügig gefördert werden, um die verbleibenden Investitionskosten auf das Niveau der Referenz zu beschränken. Ansonsten kann die Eigentümerschaft die Ausnahme beanspruchen.

Wenn das Gesetz vorsieht, dass jeweils das kostengünstigste verfügbare erneuerbare Heizsystem als Vergleichsbasis dient, müssten theoretisch nicht alle Technologievarianten gefördert werden. Im Extremfall könnte unter dieser Voraussetzung bereits eine sehr hohe Reichweite der gesetzlichen Pflicht erreicht werden, indem die Förderung auf lediglich eine oder zwei breit anwendbare Technologien mit tiefen Investitionskosten (z.B. Luft/Wasser Wärmepumpe und Anschluss an ein Wärmenetz) fokussiert und nur dort die Mehrinvestitionen vollständig abgegolten werden. Dies entspricht aber nach unserem Verständnis nicht der Absicht der politischen Vorberatung und wird deshalb nicht weiter behandelt. Wir gehen zudem davon aus, dass die Technologieneutralität der Förderung sicherzustellen ist. So ist z.B. die technisch hocheffiziente Nutzung von Erdwärme mittels Sole/Wasser-Wärmepumpen energie- und klimapolitisch sehr sinnvoll, auch wenn diese Anlagen mit deutlich höheren Investitionskosten verbunden sind. Wir schlagen daher ein angepasstes Modell vor, bei welchem die Mehrinvestitionskosten bei allen Technologien zumindest teilweise gedeckt werden. Aufgrund der vom Bund definierten Obergrenze von 50% der gesamten Investitionskosten als Bedingung für den Erhalt der Globalbeiträge des Bundes deckt der in der Variante 1a vorgesehene Förderbeitrag insbesondere für Sole/Wasser und Wasser/Wasser-Wärmepumpen die Mehrinvestitionen nur in einem geringeren Umfang als bei den anderen Technologien ab.

Falls entschieden würde, dass die Förderbeiträge die Mehrinvestitionen *jeder* erneuerbaren Technologie zu gleichen Anteilen und vollständig decken sollte («Maximalvariante»), hätte dies einen deutlich höheren Finanzbedarf für das Förderprogramm zur Folge, denn:

- **Höhere Fördersätze:** Es müssten für die meisten erneuerbaren Technologien höhere Fördersätze bestehen, damit 100% der Mehrinvestitionen gedeckt werden können.
- **Weniger Globalbeiträge:** Bei gewissen Massnahmen würde die HFM-Obergrenze durch zu hohe Fördersätze überschritten, sodass nicht die gesamte kantonale Förderung vom Bund mit Globalbeiträgen unterstützt werden könnte.
- **Keine Abfederung durch private Förderprogramme:** Es wäre davon auszugehen, dass GebäudeeigentümerInnen bei sehr hohen kantonalen Fördersätzen ihr Gesuch zu 100% beim

Kanton stellen würden und nicht bei privaten Förderprogrammen, da deren Förderbeiträge im Vergleich weniger attraktiv wären.

Basierend auf Modellrechnungen schätzen wir, dass der gesamte **Budgetbedarf für den Kanton mindestens doppelt so hoch** ausfallen würde im Vergleich zum vorgeschlagenen Förderprogramm (vgl. Tabelle 2). Weiter gilt zu berücksichtigen, dass hohe Fördersätze einen **relevanten negativen Einfluss auf den Wirkungsfaktor**<sup>11</sup> (der Wirkungsfaktor wird tiefer) haben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass Kantone mit (zu) hohen Fördersätzen und entsprechend tiefen Wirkungsfaktoren in naher Zukunft weniger Globalbeiträge erhalten werden. Aus diesen Gründen erachten wir die 100% Deckung der Mehrinvestitionen mittels Förderung für jede Technologie nicht als sinnvoll.

#### **Variante 1b (Lebenszykluskosten):**

Bei Variante 1b ist es so, dass grundsätzlich auch ohne eine finanzielle Förderung in den allermeisten Fällen die Pflicht gelten würde, da für Wärmepumpensysteme die Lebenszykluskosten im Vergleich zu fossilen Systemen tiefer sind (vgl. Tabelle 16 im Anhang). Theoretisch könnte auf eine Förderung verzichtet werden. Dies, soweit in der konkreten Detailausgestaltung der Verordnung auf mögliche Schlupflöcher geachtet wird (z.B. überteuerte Angebote für das erneuerbare Heizsystem oder zu tiefen Vergleichskosten des fossilen Referenzfalls). In der Praxis dürfte es nur selten vorkommen, dass weder eine Luft/Wasser-, Sole/Wasser- noch eine Wasser/Wasser-Wärmepumpe realisiert werden können. Aufgrund der generell tieferen Lebenszykluskosten dieser Systeme im Vergleich zum fossilen Referenzsystem dürfte die Umstellungspflicht nur in Ausnahmefällen nicht gelten, wenn technische Einschränkungen für die günstigsten Technologien vorliegen.

Zu beachten ist, dass in dichteren Siedlungsgebieten Wärmepumpensysteme z.T. schwerer realisierbar sind. Der Anschluss an ein Wärmenetz kann dort als erneuerbares Heizsystem eine bedeutende Rolle spielen, ist im Vergleich zum rein fossilen Kesseleratz betreffend der Lebenszykluskosten in vielen Fällen aber oft nicht wirtschaftlich. Dies insbesondere bei kleinen Leistungen des Heizsystems.

Analog zur Variante 1a könnte sich die Förderung auch bei Variante 1b auf die günstigsten Technologievarianten beschränken. Dies würde aber unserem Auftragsverständnis widersprechen. Im Folgenden werden deshalb auch bei Variante 1b nur Ausgestaltungsoptionen diskutiert, die eine Kombination der Verbindlichkeit in den gesetzlichen Bestimmungen mit einem Förderprogramm zur Abgeltung der Hemmnisse für Erneuerbare vorsehen.

<sup>11</sup> Der Wirkungsfaktor umfasst die durch eine Massnahme eingesparte Energie bzw. verminderten CO<sub>2</sub>-Ausstoss pro eingesetzten Förderfranken.

### 4.3. Vorschlag INFRAS zum Fördermodell bei Varianten 1a und 1b

Gemäss § 5 des Vorschlags zum teilrevidierten EnG Kanton ZG ist bei allen zur Prüfung beauftragten Varianten vorgesehen, dass während 10 Jahren seit Inkrafttreten des Gesetzes der Wechsel von fossilen oder elektrischen Wärmeerzeugern auf erneuerbare Systeme mittels Rahmenkredit finanziell unterstützt wird.<sup>12</sup> Dies entspricht dem Gedanken von «Fordern und Fördern» und hat erfahrungsgemäss einen entscheidenden Einfluss auf die Akzeptanz einer gesetzlichen Verschärfung beim Heizungsersatz.

Betreffend Bemessung der Förderbeiträge sind zuerst drei grundsätzliche Fragen zu beantworten:

- Welche Massnahmen sollen gefördert werden?
- Welches Beitragsmodell eignet sich?
- Welche Höhe des Fördersatzes wird angestrebt und woran wird er bemessen?

Die Festlegung dieser Eckpunkte ist zwingend erforderlich, um den erwarteten Budgetbedarf für das geplante Förderprogramm feststellen zu können.

#### 4.3.1. Durch Förderung erfasste Massnahmen

Das HFM 2015 (EnDK, BFE 2016) und die Prozessbeschreibung des Bundes zur Erteilung von Globalbeiträgen an die Kantone im Energiebereich bilden die verbindlichen Grundlagen für die Gewährung von Globalbeiträgen des Bundes an die kantonale Förderung. Falls der Kanton Zug nicht auf Bundesbeiträge verzichten will, muss er sein Fördermodell an den für die Globalbeiträge geltenden Bestimmungen ausrichten<sup>13</sup>. Das Förderprogramm Heizungsersatz kann grundsätzlich folgende Massnahmen resp. Technologievarianten des HFM umfassen:

- M-02: Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter
- M-03: Automatische Holzfeuerung bis 70 kW Feuerungswärmeleistung
- M-04: Automatische Holzfeuerung ab 70 kW Feuerungswärmeleistung
- M-05: Luft/Wasser-Wärmepumpe
- M-06: Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe
- M-07: Anschluss an ein Wärmenetz

Grundsätzlich wäre auch die Massnahmen M-18 (Neubau/Erweiterung Wärmenetz oder Wärmeerzeuger) denkbar. Diese ist aber nach unserer Einschätzung nicht kompatibel mit dem

<sup>12</sup> § 5 Förderungsmassnahmen, Absatz 1a: Der Wechsel von fossilen oder elektrischen Wärmeerzeugern auf erneuerbare Systeme wird während zehn Jahren seit Inkrafttreten dieses Gesetzes mittels Rahmenkredit finanziell unterstützt. Der Kanton sorgt dafür, dass ausreichend Fördermittel zur Verfügung stehen. Er berücksichtigt dabei vorhandene Förderprogramme von Bund, Gemeinden und Dritten.

<sup>13</sup> Im HFM sind die Minimalbeitragsätze so definiert, dass sie 20% der Mehrinvestitionen unter den dort verwendeten Kostannahmen decken. Der globalbeitragsberechtigte Maximalbeitragsatz liegt aktuell bei 50% der Gesamtinvestitionen.

Willen der Vorstösse, die klar darauf abzielen, dass die Förderung direkt auf die finanzielle Unterstützung der HauseigentümerInnen im Hinblick auf anfallende Mehrkosten abzielt. Bei M-18 geht der Förderbeitrag immer an den Netzbetreiber und es ist nicht gesichert, ob die finanzielle Entlastung tatsächlich direkt an die Kunden weitergegeben oder z.B. für Marketingzwecke gebraucht werden. Alternativ müssten die Beiträge des Kantons an die Netzbetreiber und deren Höhe auch entsprechend an die Endkunden klar kommuniziert werden, was unseres Wissens in der Praxis nicht der Fall ist.

Ganz generell muss der Kanton eine energiepolitische Entscheidung treffen, ob er die Erstellung von Holzfeuerungen für reine Komfortwärmezwecke noch finanziell unterstützen will. Im Rahmen einer Netto-Null-Welt ist es nicht mehr zweckmässig, den exergetisch hochwertigen aber nur beschränkt verfügbaren Brennstoff Holz für niederwertige Wärme in Heizsystemen mit Vorlauftemperaturen von 30 bis 60 Grad Celsius einzusetzen. Langfristig sollte Energieholz deshalb nur noch eingesetzt werden für Hochtemperaturanwendungen (z.B. industrielle Prozesse) oder nur in Kombination mit Stromgewinnung (WKK-Anlagen, Holzheizkraftwerke) und der grundsätzlichen Möglichkeit für CO<sub>2</sub>-Abscheidung (Bioenergy Carbon Capture and Storage) in Grossanlagen. Unsere Empfehlung wäre, dies z.B. bei der Festsetzung der Förderbeiträge für Holzfeuerungen zu berücksichtigen.

Stückholz- und Pelletfeuerungen mit Tagesbehälter (HFM Massnahme M-02) sind mit luft-hygienischen Risiken und mit einem in Bezug auf die Wirkung (Kleinanlagen) potenziell hohen Vollzugsaufwand verbunden. Wir erwarten ausserdem, dass nur wenige solche Anlagen installiert werden und diese meist eine gute Wirtschaftlichkeit aufweisen. Dies insbesondere, weil Investitionskosten für eine Wärmeverteilung wegfallen. Deshalb haben diese Technologien keine Priorität für die Förderung. Aus diesen Gründen empfehlen wir, die Massnahme M-02 in keiner der Varianten ins Förderprogramm aufzunehmen.

#### 4.3.2. Beitragsmodell: Technische Berechnungsparameter und Beitragsfunktion

Die objektspezifische Berechnung der Förderbeiträge des Kantons können grundsätzlich an verschiedenen technischen Bemessungsparametern angeknüpft werden. In der Praxis bewährt haben sich insbes. Beiträge in Abhängigkeit von:

- Energieproduktion
- Leistung
- Pauschalbeiträge

In der Förderpraxis anderer Kantone mit Förderangeboten zum Heizungsersatz hat sich bewährt, die technischen Bemessungsparameter eng an die im HFM verwendete «Mechanik»

anzulehnen. Dort wird für die verschiedenen Technologievarianten folgende Beitragsfunktion verwendet:

- M-03, M-05, M-06, M-07: Basisbeitrag [CHF] pro Anlage + thermische Nennleistung [ $\text{kW}_{\text{th}}$ ] \* Leistungsbeitrag [CHF/ $\text{kW}_{\text{th}}$ ]
- M-04: Leistungsbeitrag [CHF/ $\text{kW}_{\text{th}}$ ] bis 500  $\text{kW}_{\text{th}}$ , für grössere Anlagen analog M-03 bis M-07

Wie erwähnt, bildet das HFM die verbindliche Grundlage für die Gewährung von Globalbeiträgen des Bundes. Sobald von den dort verwendeten Grundfunktionen abgewichen wird, muss über Zusatzüberlegungen sichergestellt sein, dass die Minimalanforderungen an die Beitragshöhe bei jedem Objekt erfüllt werden kann. Geht man hingegen von der gleichen Grundfunktion wie das HFM aus und verwendet zur Anpassung an die kantonspezifischen Bedürfnisse reine Erhöhungsfaktoren (ggf. differenziert für Basisbeitrag und Leistungsbeitrag), so ist in jedem Fall der Minimalsatz gemäss HFM automatisch eingehalten. Dies gilt auch, wenn für M-04 alternativ die Funktion mit Basis- und Leistungsbeitrag angewendet würde, solange der Leistungsbeitrag gleich ist wie im HFM minimal vorgesehen. Wir empfehlen deshalb, auch für das Zuger Fördermodell auf den Beitrags-Grundfunktionen des HFM aufzubauen.

#### 4.3.3. Höhe der Beitragssätze

##### **Vorschlag für initiale Fördersätze in Variante 1a**

Falls die Gesetzesvariante 1a beschlossen wird, schlagen wir vor, mit einem Fördermodell gemäss Tabelle 2 zu starten.

**Tabelle 2: Vorschlag für Fördermodell in Variante 1a (Mehrinvestitionen)**

<b>Ebene</b>	<b>Vorschlag INFRAS</b>	
Angestrebtes Förderziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 90% Umstellungsanteil auf erneuerbare Systeme beim Ersatz von fossilen Heizungen.</li> <li>▪ Ziel für Deckungsgrad der durchschnittlichen Mehrinvestitionskosten*:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 100% bei L/W-WP, Anschluss an ein Wärmenetz (günstigste Systeme)</li> <li>▪ 40% bei S/W-WP</li> <li>▪ 30% bei Holzfeuerungen (nahe HFM Minimum)</li> </ul> </li> </ul>	
Technologiespezifische Anpassungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Für Holzfeuerungen weitgehend Anwendung des Minimalgesetzes gemäss HFM 2015 (tiefe klimapolitische Priorität für Raumwärmeerzeugung, luft-hygienische Risiken)</li> <li>▪ Stückholzfeuerungen und Pelletfeuerungen mit Tagesbehälter werden nicht gefördert (luft-hygienische Risiken, hoher Vollzugsaufwand im Vergleich zum Förderbeitrag, tiefe klimapolitische Priorität für Raumwärmeerzeugung)</li> <li>▪ Pauschalbeitrag für L/W-WP bis 30kW, sodass auch möglichst viele kleinere Heizanlagen unter die Pflicht fallen</li> </ul>	
<b>Technologie</b>	<b>Vorschlag Fördersatz</b>	<b>Bemerkung:</b>
L/W-WP:	Pauschalbeitrag 8'500Fr bis 30kW 4'000Fr. + 150Fr./kW ab 30kW	Ähnlich Kanton NE
S/W-, W/W-WP	20'000Fr. + 300 Fr./kW bis 500kW 120'000Fr. + 100 Fr./kW ab 500kW	Rund 30% tiefer als Kanton BS
Automat. Holzfeuerung <70kW	3'000Fr. + 50 Fr./kW	HFM Minimalgesetz
Automat. Holzfeuerung >70kW	20'000Fr. + 140 Fr./kW bis 500kW 40'000Fr. + 100 Fr./kW ab 500kW	bis 500kW: etwas höher als HFM Minimalgesetz (ähnlich Kanton BS) ab 500kW: HFM Minimalgesetz (analog NE, ZH)
Anschluss an ein Wärmenetz mit hauptsächlich erneuerbaren Energiequellen	4'000Fr. + 200 Fr./kW bis 200kW 44'000Fr. pauschal ab 200kW	bis 200kW: Analog Kanton BS ab 200kW: ab einer Leistung von 150-200kW lohnen sich Investitionskosten vom Anschluss an Wärmenetz im Vergleich zu fossil, darum Pauschalbeitrag

Abkürzungen: WP = Wärmepumpe, L/W = Luft/Wasser, S/W = Sole/Wasser, W/W = Wasser/Wasser

\* Die Deckung der Mehrinvestitionen ist basierend auf den Wohnbauten (durchschnittliche Leistung von 45.5kW). Bei Nichtwohnbauten kann die Deckung etwas anders ausfallen.

Tabelle INFRAS. Quelle: INFRAS

Damit das Förderziel bzw. der Umstellungsanteil von 90% erreicht werden kann, ist es zentral, dass auch kleinere Heizanlagen unter die Pflicht fallen. Wir gehen davon aus, dass für Luft/Wasser-Wärmepumpen beim vorgeschlagenen Fördersatz (4'000Fr. + 150Fr./kW) Anlagen mit kleinen Leistungen z.T. nicht unter die Pflicht fallen würden, da nicht immer 100% der Mehrinvestitionen gedeckt würden. Deshalb und zur Vereinfachung des Vollzugs bei kleinen Anlagen empfehlen wir für diese die Einführung eines Pauschalbeitrags. Je höher der Pauschalbeitrag gesetzt wird, desto sicherer wird die Pflicht erfüllt, aber desto höher wird der

zusätzliche Finanzbedarf für die Förderung. Wir schlagen einen Pauschalbeitrag von 8'500Fr. für Luft/Wasser-Wärmepumpen bis 30kW vor<sup>14</sup>. Auch bei Anschlüssen an ein Wärmenetz ist davon auszugehen, dass die Mehrinvestitionen bei kleineren Leistungen mit dem vorgeschlagenen Fördersatz nicht zu 100% gedeckt werden können. Dies hat u.a. mit der üblichen Preispolitik von Wärmenetzbetreibern zu tun, welche kleineren Wärmebezügern z.T. deutlich weniger attraktive Bedingungen gewähren. Wir erachten es nicht als Ziel der kantonalen Förderung, diese Preispolitik mit hohen Fördersätzen für kleinere Anschlüsse an ein Wärmenetz zu kompensieren. Dies auch in Anbetracht dessen, dass die Pflicht für kleinere Systeme in der Regel durch Luft/Wasser-Wärmepumpen als günstigstem System sichergestellt ist.

#### **Vorschlag für initiale Fördersätze in Variante 1b**

Falls die Gesetzesvariante 1b beschlossen wird, schlagen wir vor, mit einem Fördermodell gemäss Tabelle 2 zu starten. Wie bereits oben erwähnt, wäre theoretisch gar keine Förderung notwendig, um eine hohe Reichweite des erneuerbaren Heizungsersatzes zu erzielen. Dies weil es in den meisten Fällen bei einer Lebenszyklusbetrachtung wirtschaftlich günstigere Optionen gibt als bei einem fossilen Heizsystem. Da nach unserem Auftragsverständnis auch in dieser Variante einen Teil der (finanziellen und nicht-finanziellen) Mehrbelastungen der Betroffenen finanziell abgegolten sein soll, findet sich in Tabelle 3 unser Vorschlag zur Höhe der initialen Fördersätze für Variante 1b. Wir schlagen vor, diese auch hier am Hauptthemmnis in Form der Investitionskosten auszurichten.

Da bei der Variante 1b die Pflicht auch für kleine Heizsysteme gegeben ist (insbesondere durch Luft/Wasser-Wärmepumpen), ist in dieser Variante kein Pauschalbeitrag für kleine Anlagen vorgesehen.

---

<sup>14</sup> Der Budgetbedarf des Förderprogramms wird mit dem Pauschalbeitrag für kleinere Anlagen insgesamt etwas höher, als wenn für alle Heizungen der leistungsabhängige Fördersatz (4'000Fr. + 150Fr./kW) angewendet würde. Die maximal möglichen Mehrkosten liegen aber innerhalb der angestrebten Unsicherheitsbandbreite und werden deshalb nicht gesondert berücksichtigt.

Tabelle 3: Vorschlag für Fördermodell in Variante 1b (Lebenszyklus-Mehrkosten)

Ebene	Vorschlag INFRAS	Deckungsgrad Lebenszyklus-Mehrkosten*
Angestrebtes Förderziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 90% Umstellungsanteil auf erneuerbare Systeme beim Ersatz von fossilen Heizungen</li> <li>▪ Akzeptanz erhöhen bei Heizsystem, wo sich Lebenszykluskosten lohnen, aber Investitionskosten höher als fossil sind.</li> <li>▪ Ziel für Deckungsgrad der durchschnittlichen Mehrinvestitionskosten<sup>15</sup>: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 100% bei Anschluss an Wärmenetz</li> <li>▪ 40% bei L/W-WP und S/W-WP</li> <li>▪ 30% bei Holzfeuerungen (nahe HFM Minimum)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 15% bei Anschluss an Wärmenetz<sup>16</sup></li> <li>▪ 100% bei WP (auch ohne Förderung)</li> <li>▪ 25% bei Holzfeuerungen</li> </ul>
Technologiespezifische Anpassungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Für Holzfeuerungen weitgehend Anwendung des Minimalsatzes gemäss HFM 2015 (tiefe klimapolitische Priorität für Raumwärmeerzeugung, luft-hygienische Risiken)</li> <li>▪ Stückholzfeuerungen und Pelletfeuerungen mit Tagesbehälter werden nicht gefördert (luft-hygienische Risiken, hoher Vollzugsaufwand im Vergleich zum Förderbeitrag, tiefe klimapolitische Priorität für Raumwärme)</li> </ul>	
Technologie	Vorschlag Fördersatz	Bemerkung:
L/W-WP:	1'600Fr. + 60Fr./kW	HFM Minimalsatz
S/W-, W/W-WP	20'000Fr. + 300 Fr./kW bis 500kW 120'000Fr. + 100 Fr./kW ab 500kW	Rund 30% tiefer als Kanton BS (wie bei Variante 1a)
Automat. Holzfeuerung <70kW	3'000Fr. + 50 Fr./kW	HFM Minimalsatz (wie bei Variante 1a)
Automat. Holzfeuerung >70kW	20'000Fr. + 140 Fr./kW bis 500kW 40'000Fr. + 100 Fr./kW ab 500kW	etwas höher als HFM Minimalsatz (ähnlich Kt. BS) bis 500kW HFM Minimalsatz (analog Kt. NE, ZH) ab 500kW (wie bei Variante 1a)
Anschluss an ein Wärmenetz mit hauptsächlich erneuerbaren Energiequellen	4'000Fr. + 200 Fr./kW bis 500kW 54'000Fr. + 100 Fr./kW ab 500kW	Analog BS (bis 200kW wie bei Variante 1a)

Abkürzungen: WP = Wärmepumpe, L/W = Luft/Wasser, S/W = Sole/Wasser, W/W = Wasser/Wasser, WB = Wohnbauten, NWB = Nichtwohnbauten

\* Die Deckung der Mehrinvestitionen und Lebenszyklus-Mehrkosten ist basierend auf der durchschnittlichen Leistung (45.5kW für Wohnbauten bzw. 201kW für Nichtwohnbauten) angegeben.

Tabelle INFRAS. Quelle: INFRAS

<sup>15</sup> Die Deckung der Mehrinvestitionen ist basierend auf den Wohnbauten. Bei Nichtwohnbauten kann die Deckung etwas anders ausfallen.

<sup>16</sup> Damit 100% der Lebenszyklus-Mehrkosten gedeckt werden könnten, wäre für den Anschluss an ein Wärmenetz ein 6.5x höherer Förderbeitrag notwendig (z.B. Fördersatz: 30'000Fr. + 1'200Fr./kW). Dies ergäbe einen Förderbeitrag pro Gebäude (45.5kW) von 84'500Fr. Dies würde total 3 Mio. Fr. Mehrkosten für das Förderprogramm ergeben, d.h. doppelt so viel wie in der Variante 1b bisher insgesamt vorgesehen. Dies wird als nicht verhältnismässig und nicht realistisch eingestuft.

## 5. Variante 2: Umsetzung MuKE n mit Förderung Umstieg auf erneuerbare Energien beim Heizungsersatz

### 5.1. Überlegungen zu den Unterschieden ggü. Variante 1

In der Gesetzesvariante 2 besteht keine Pflicht zur Umstellung auf ein erneuerbares System beim Heizungsersatz. Es müssen beim fossilen «Eins zu Eins»-Ersatz aber die Vorgaben gemäss MuKE n Basismodul Teil F eingehalten werden. Diese geben vor, dass der Anteil der nicht erneuerbaren Energien 90% des massgebenden Energiebedarfs nicht überschreitet. Hier steht also nur die Förderung zur Verfügung, um auf den Umstiegsentscheid einzuwirken. Soll ein hoher Umstiegsanteil erzielt werden, muss die Förderung ausreichend hoch angelegt sein.

Bzgl. Anreizstruktur ist zu beachten, dass bei Variante 2 die oben zur Variante 1 durchgeführten Überlegungen zur technologiespezifischen Differenzierung der Fördersätze bezüglich Deckungsanteil der Mehrkosten weniger relevant sind: Falls sich die Eigentümerschaft bereits auf eine spezifische Technologie als möglichen Ersatz für ihre fossile Heizung fokussiert hat, so muss der Förderanreiz auf genau dieser Technologie genügend hoch sein, um ihn zum Umstieg zu bewegen.<sup>17</sup>

### 5.2. Vorschlag INFRAS zum Fördermodell bei Variante 2

#### 5.2.1. Durch Förderung erfasste Massnahmen

Die im Kapitel 4.3.1 für die Variante 1 angestellten Überlegungen gelten auch für die Variante 2. Einzig bei den Holzfeuerungen könnte unserer Ansicht nach eine unterschiedliche Gewichtung vorgenommen werden. Die klimapolitischen und lufthygienischen Argumente gegen eine starke Förderung der Holzheizungen sind zwar auch hier relevant, falls aber eine maximale Beschleunigung der Emissionsreduktion oberste Priorität hat, so müssen bei der Variante 2 in den nächsten Jahren zwingend auch die Holzheizungen noch stark gefördert werden. Erst wenn sich in der Praxis eine Energieholz-Knappheit abzeichnet, soll diese zurückgefahren werden.

#### 5.2.2. Technische Berechnungsparameter und Beitragsfunktion

Die Überlegungen zur Variante 1 gelten unverändert auch für Variante 2, weshalb auf das Kapitel 4.3.2 verwiesen wird.

---

<sup>17</sup> Bei Variante 1 kann er über die Kostensituation bei der günstigsten Technologie zum Umstieg gezwungen werden, anschliessend muss er die Technologiewahl anhand seiner Präferenzen und dem Förderangebot für die verschiedenen Technologien vornehmen. Wenn die Eigentümerschaft dabei auf eine Technologievariante fokussiert, dann muss sie auch mit einem aus ihrer Sicht ungenügenden Fördersatz den Umstieg vornehmen.

### 5.2.3. Höhe der Beitragssätze

Die im Kapitel 3.2 und 4.3.3 zur Variante 1 dargestellten Überlegungen zur Methodik der Herleitung der Fördersätze und den Hemmnissen gelten grundsätzlich auch für die Variante 2. Wie einleitend im Kapitel 5.1 begründet, muss aber auf einen breiten und hohen Förderanreiz geachtet werden.

Wir gehen für unsere Analyse davon aus, dass das Ziel von 90 Prozent Umstiegsanteil gemäss Untervarianten 1a und 1b bei der Variante 2 nicht erreicht werden kann, ausser es werden sehr hohe Förderbeiträge ausbezahlt, was aber nicht effizient wäre. Der Grund ist, dass ein Teil der GebäudeeigentümerInnen den Umstieg kategorisch ausschliesst, Informationsdefizite zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Alternativsysteme aufweist oder andere individuelle Hemmnisse hat. Wir schätzen, dass mit einer sehr gut dotierten Förderung unter den heutigen Rahmenbedingungen maximal 80 Prozent der Heizungsersatzprojekte zu einem Umstieg bewogen werden können. In dieser Aussage liegt allerdings eine hohe Unsicherheit.

In Anlehnung an die Überlegungen der Variante 1a empfehlen wir auch für die Variante 2 die Einführung eines Pauschalbeitrags<sup>18</sup> für kleinere Luft/Wasser-Wärmepumpen (<30kW). So kann auch für kleinere Anlagen ein hoher Anreiz für die Umstellung auf erneuerbare Energien erreicht werden.

---

<sup>18</sup> Wie bei der Variante 1a wird auch hier der Budgetbedarf des Förderprogramms aufgrund des Pauschalbeitrags für kleinere Anlagen insgesamt etwas höher ausfallen. Die maximal möglichen Mehrkosten liegen aber auch für Variante 2 innerhalb der angestrebten Unsicherheitsbandbreite und werden deshalb nicht gesondert berücksichtigt.

Tabelle 4: Vorschlag für Fördermodell in Variante 2 (MuKEn 2014)

Ebene	Vorschlag INFRAS	Deckungsgrad Lebenszyklus-Mehrkosten*
Angestrebtes Förderziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 80% Umstellungsanteil auf erneuerbare Systeme beim Ersatz von fossilen Heizungen Ziel für Deckungsgrad der durchschnittlichen Mehrinvestitionskosten*:               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 100% bei L/W-WP bei WB (über 100% bei NWB)</li> <li>▪ 100% bei Anschluss an Wärmenetz bei WB (über 100% bei NWB, denn Investition lohnt sich bei NWB auch ohne Förderung)</li> <li>▪ 50% bei S/W- und W/W-WP bei WB (35% bei NWB)</li> <li>▪ 40% bei Holzfeuerungen bei WB (45% bei NWB &lt;70kW, 35% bei NWB &gt;70kW)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 100% bei WP bei WB und NWB (auch ohne Förderung)</li> <li>▪ 15% bei Anschluss an Wärmenetz WB (30% bei NWB)</li> <li>▪ 30% bei Holzfeuerungen bei WB (40% bei NWB &lt;70kW, 25% bei NWB &gt;70kW)</li> </ul>
Technologiespezifische Anpassungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpen haben sehr hohe Mehrinvestitionen zur Folge. Ein Deckungsgrad von 100% der Mehrinvestitionen würde über dem globalbeitragsberechtigten Maximum von 50% der Gesamtinvestitionen liegen. Deshalb wird der Fördersatz auf etwas weniger als das globalbeitragsberechtigte Maximum beschränkt (entspricht rund 70% der maximal erlaubten Förderung).</li> <li>▪ Holzfeuerungen werden infolge lufthygienischer Risiken und langfristiger Verwendungspriorität von Energieholz weniger stark gefördert als andere Systeme.</li> <li>▪ Stückholz- und Pelletfeuerungen mit Tagesbehälter werden nicht gefördert (lufthygienische Risiken, hoher Vollzugsaufwand im Vergleich zum Förderbeitrag, tiefe klimapolitische Priorität für Raumwärmeerzeugung)</li> <li>▪ Pauschalbeitrag für L/W-WP bis 30kW, sodass auch bei kleineren Anlagen ein möglichst hoher Anreiz für ein erneuerbares Heizsystem besteht.</li> </ul>	

Technologie	Vorschlag Fördersatz	Bemerkung:
L/W-WP:	Pauschalbeitrag 8'500Fr. bis 30kW 4'000Fr. + 150Fr./kW	Ähnlich Kanton NE (wie bei Variante 1a)
S/W-, W/W-WP	25'000Fr. + 400Fr./kW bis 500kW 125'000Fr. + 200Fr./kW ab 500kW	ähnlich Kanton BS
Automat. Holzfeuerung <70kW	4'000Fr. + 75 Fr./kW	etwas höher als HFM Minimalsatz
Automat. Holzfeuerung >70kW	20'000Fr. + 200 Fr./kW bis 500kW 40'000Fr. + 160 Fr./kW ab 500kW	Höherer Fördersatz als andere Kantone (Höhere Kosten als kleine Anlagen wegen LRV-Anforderungen)
Anschluss an ein Wärmenetz mit hauptsächlich erneuerbaren Energiequellen	4'000Fr. + 200 Fr./kW bis 500kW 54'000Fr. + 100 Fr./kW ab 500kW	Analog Kanton BS (wie bei Variante 1b, bis 200kW wie bei Variante 1a)

Abkürzungen: WP = Wärmepumpe, L/W = Luft/Wasser, S/W = Sole/Wasser, W/W = Wasser/Wasser, WB = Wohnbauten, NWB = Nichtwohnbauten, LRV = Luftreinhalte-Verordnung

\* Die Deckung der Mehrinvestitionen und Lebenszyklus-Mehrkosten ist basierend auf der durchschnittlichen Leistung (45.5kW für Wohnbauten bzw. 201kW für Nichtwohnbauten) angegeben.

Tabelle INFRAS. Quelle: INFRAS

## 6. Budgetbedarf nach Variante

### 6.1. Auswirkungen der ergänzenden Förderung der Gemeinden und Dritter auf den Budgetbedarf

#### 6.1.1. Förderprogramme Gemeinden und Dritter im Kanton Zug

Das Pflichtenheft gibt vor, dass die Förderprogramme der Gemeinden und Dritter in die Analyse einbezogen werden sollen, insbesondere wenn es um die Sicherstellung der Pflicht in den Varianten 1a und 1b geht.

#### **Förderangebote der Gemeinden**

Von den elf Gemeinden im Kanton Zug besitzen acht ein kommunales Förderprogramm. Sieben<sup>19</sup> davon fördern den Ersatz fossil oder elektrisch betriebener Heizsysteme durch erneuerbar betriebene Heizsysteme. Die Beitragshöhe und Beitragssysteme sind in den Gemeinden sehr unterschiedlich: einige Gemeinden fördern anhand der Investitionskosten (meistens 20% der Investitionskosten mit Deckelung bei 25'000 bis 50'000 Fr.), andere fördern in Abhängigkeit der Leistung, der Energiebezugsfläche oder der Anzahl Wohnungen. Zwei Gemeinden kennen zusätzlich noch eine Abwrackprämie für den Ersatz von Ölheizungen (3'000 bis 5'000 Fr. pro Ölheizung). Die kommunalen Beitragssätze für ein Gebäude von rund 45 kW reichen von 2'000 bis 15'000 Fr./Anlage, für Holzfeuerungsanlagen über 70kW bis ca. 60'000 Fr./Anlage<sup>20</sup>.

Mit einem kantonalen Förderprogramm für den erneuerbaren Heizungersatz wird eine flächendeckende Förderung im Kanton Zug eingeführt. Selbstverständlich ist es den Gemeinden möglich, die kommunale Förderung ergänzend weiterzuführen und auf die kantonale Förderung aufzubauen. Aus Sicht der GebäudeeignerInnen kann dies aufgrund der höheren Beitragssumme einerseits attraktiv sein. Andererseits verkompliziert sich der administrative Aufwand durch Mehrfachgesuche und der Überblick im «Förderdschungel» wird erschwert.

Um die bestehenden Förderangebote der Gemeinden einordnen zu können, wurde ein Vergleich mit den vorgeschlagenen kantonalen Fördersätzen durchgeführt. Es lassen sich folgende Aussagen machen:

- Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen fördern die Gemeinden ähnlich wie beim Kanton vorgesehen.
- Die beim Kanton vorgesehene Förderung von Sole/Wasser-Wärmepumpen ist unabhängig von der Ausgestaltungsvariante deutlich höher als die kommunalen Beiträge. Aus

<sup>19</sup> Gemeinden mit kommunalem Förderprogramm für den Heizungersatz (Stand 2021): Baar, Cham, Hühnenberg, Menzingen, Oberägeri, Steinhausen und Stadt Zug

<sup>20</sup> Annahme: für eine Leistung von rund 175kW

energiepolitischer Sicht macht es Sinn, diese besonders effiziente Technologie durch den Kanton mit hohen Ansätzen zu fördern.

- Bei kleinen Holzfeuerungen (bis 70 kW) liegen die Gemeindebeiträge tendenziell höher als die vorgesehenen kantonalen Beiträge.
- Bei grossen Holzfeuerungen liegt der vorgesehene Kantonsbeitrag höher oder gleich hoch wie bei den meisten Gemeinden.
- Der Anschluss an ein Wärmenetz wird nur in vier Gemeinden gefördert, mit tieferen Beiträgen als beim Kanton vorgesehen (Ausnahme Stadt Zug).

Wie die Gemeinden auf ein flächendeckendes kantonales Förderprogramm reagieren, ist unsicher. Gemeinden könnten ihre Förderungen einstellen, kürzen oder weiterführen wie bis anhin. Wir gehen davon aus, dass zumindest einige Gemeinden ihre Förderung neu aufstellen werden, sobald ein kantonales Angebot beim Heizungsersatz besteht. Die in diesem Bericht gemachten Überlegungen (z.B. Sicherstellen der Verpflichtung in den Varianten 1a und 1b) basieren ausschliesslich auf der vorgeschlagenen kantonalen Förderung, d.h. ohne Berücksichtigung allfälliger zusätzlicher Gemeindebeiträge.

### **Förderangebote Dritter (Private)**

Heute bieten vor allem EnergieZukunftSchweiz (EZS) und myclimate im Rahmen des Bundesinstruments der Projekte zur Emissionsverminderung im Inland (nachfolgend «Kompensationsprogramme») finanzielle Unterstützung beim Heizungsersatz an. In geringerem Umfang und nur für kleinere und mittlere Unternehmen hat auch die Klimastiftung Schweiz ein Heizungsersatzprogramm. Bei diesen privaten Förderprogrammen besteht eine direkte Konkurrenzsituation zum kantonalen Angebot, indem über Kompensationsprogramme folgende Massnahmen unterstützt werden:

- Wärmepumpen mit einem Fördersatz von 360Fr./kW (myclimate nur für Wohnbauten, EnergieZukunftSchweiz für alle Gebäudetypen, Ersatz von Elektroheizungen ist ausgeschlossen)
- Holzfeuerungen mit einem Fördersatz von 360Fr./kW (myclimate nur für Wohnbauten, EnergieZukunftSchweiz für alle Gebäudetypen, Ersatz von Elektroheizungen ist ausgeschlossen).
- Wärmepumpen und Holzfeuerungen in KMU-Betrieben mit einem Fördersatz von 30 CHF/t CO<sub>2</sub> über die Lebensdauer der Einsparung (max. 10 Jahre, auch Ersatz Elektroheizung wird gefördert)

Während die Beiträge Dritter für Luft/Wasser-Wärmepumpen und Holzfeuerungen mehrheitlich attraktiver sind als diejenigen des Kantons, liegen die vorgesehenen kantonalen

Förderungen für Sole/Wasser-Wärmepumpen deutlich höher. Weiter wird der Anschluss an ein Wärmenetz bei privaten Förderprogrammen momentan nicht gefördert.

### 6.1.2. Bedeutung der Parallelförderung und Intensität der Konkurrenz

Grundsätzlich ist die ergänzende Förderung durch Gemeinden und Dritten als positiv zu bewerten. Die Auswirkungen der Förderung durch Gemeinden und Dritte wirkt sich aber unterschiedlich aus auf ein kantonales Programm.

Das kantonale Förderangebot muss flächendeckend angeboten werden und allen GebäudeeignerInnen unabhängig vom Gebäudestandort im Kanton zugänglich sein. Es kann also nicht individuell darauf reagiert werden, ob eine Gemeinde bereits ein Förderangebot hat oder nicht. Deshalb erfolgt die kommunale Förderung in der Regel ergänzend zur kantonalen Förderung (so z.B. in der Stadt Zürich, wo die kantonalen Beiträge für den Heizungsersatz durch den kommunalen Zusatz verdoppelt werden). In diesem Fall hat eine allfällige kommunale Förderung keinen Einfluss auf den Mittelbedarf des Kantons, sondern diese hilft lediglich die Anreize und damit die Reichweite zu erhöhen.

Anders sieht es jedoch bei der Förderung Dritter aus. Hier erfolgt in der Regel die Förderung nur, wenn nicht gleichzeitig auch Kantongeld beantragt wird. Es besteht also eine direkte Konkurrenzsituation. Die Gesuchsteller werden sich aufgrund der jeweiligen Förderbeiträge und ggf. weiterer Überlegungen für den Kanton oder die Drittorganisation als Fördergeber entscheiden. Der Mittelbedarf des Kantons wird um die von Dritten übernommenen Projekte entlastet.

Der Anteil der durch Dritte übernommenen Marktanteil kann nicht zuverlässig prognostiziert werden. Es handelt sich bei den Kompensationsprogrammen auch um ein sehr dynamisches Feld, wo jederzeit neue Angebote hinzukommen, Fördersätze angepasst oder Programme stillgelegt werden können<sup>21</sup>. Es gibt sicher GebäudeeignerInnen, welche über private Förderprogramme weniger gut informiert sind oder die kantonale Förderung aus verschiedenen Gründen bevorzugen (z.B. höhere Dienstleistung, höheres Vertrauen etc.). Ausserdem ist die Laufdauer der privaten Förderprogramme ungewiss und GesuchstellerInnen haben bei den Programmen Dritter – im Gegensatz zum kantonalen Förderprogramm – grundsätzlich keinen Rechtsanspruch auf eine Förderung. Für unsere Berechnungen sind wir von den in Tabelle 5 gezeigten, rein auf Expertenschätzungen durch die AutorInnen basierenden Annahmen ausgegangen, die auf Grundlage des Vergleichs der Beitragshöhen (s. Abschnitt «Förderprogramme Dritter» oben) und den erwähnten qualitativen Überlegungen getroffen wurden.

---

<sup>21</sup> Die momentan geltenden Fördersätze von EnergieZukunftSchweiz und myclimate sind voraussichtlich bis Ende 2025 gültig, das Fördermodul «Projektförderung» der Klimastiftung Schweiz ist zurzeit nur bis 31.12.2021 gesichert.

**Tabelle 5: Annahmen für Anteile der kantonalen Förderung am Gesamtmarkt für Heizungsumstellungen**

	Gesetzesvariante 1a	Gesetzesvariante 1b	Gesetzesvariante 2
L/W-Wärmepumpe	60%	40%	60%
S/W-, W/W-Wärmepumpe	90%	90%	90%
Holzfeuerungen bis 70 kW	50%	50%	60%
Holzfeuerungen ab 70kW	60%	60%	60%
Anschluss an Wärmenetz	100%	100%	100%

Lesebeispiel: ein Wert von 60% bei L/W-Wärmepumpen heisst 40% der GebäudeeignerInnen werden die Förderung durch Dritte (EZS, myclimate) bevorzugen und nur 60% Fördergelder beim Kanton beantragen.

Tabelle INFRAS. Quelle: Schätzung INFRAS

Im Folgenden werden diese Anteile in den Berechnungen berücksichtigt, wo dies vermerkt ist.

## 6.2. Budgetbedarf nach Variante

Tabelle 6 zeigt den totalen Budgetbedarf pro Variante mit den oben dargestellten variantenspezifischen Fördersätzen in der Gegenüberstellung. Die Werte wurden mit dem für diesen Auftrag eigens erstellten Excel-basierten Modell berechnet. Die Modellannahmen sind im Anhang dokumentiert. Da aus energie- und klimapolitischer Sicht die Förderung von Wohnbauten als auch von Nichtwohnbauten prioritär ist, zeigt der hier präsentierte Budgetbedarf bei jeder Variante den Bedarf bezogen auf den gesamten Gebäudepark. Bei Mittelknappheit könnte das Förderprogramm auf die Wohnbauten beschränkt werden, wodurch rund 1/3 der finanziellen Mittel eingespart werden könnten.

Eine kritische Grösse für das kantonale Budget ist der Anteil der Fördergelder, der durch den Bund im Rahmen der Globalbeiträge übernommen wird. Hier sind nur Schätzungen möglich, da dieser Faktor für den Kanton Zug unter anderem vom gesamthaft beim Bund zur Verfügung stehenden Mittelvolumen und den Förderbudgets und -programmen der anderen Kantone abhängt. Die Ermittlung der Globalbeiträge des Bundes an die einzelnen Kantone erfolgt über komplexe Berechnungen. Pro EinwohnerIn werden einheitliche Sockelbeiträge ausgerichtet, es gibt kantonsspezifische Erhöhungsbeiträge in Abhängigkeit der kantonalen Förderbudgets und von Wirkungsfaktoren und es gibt prozentuale Vollzugskostenbeiträge. Deshalb ist eine generelle Aussage mit hohen Unsicherheiten verbunden. Wir gehen im Folgenden als eher

konservative Annahme davon aus, dass die Bundesbeiträge rund 60%<sup>22</sup> der Förderausgaben im geplanten Programm decken.

Eine weitere Annahme betrifft die Schnittstelle zwischen kantonaler, kommunaler und privater Förderung. In Gemeinden mit eigenen Förderangeboten ergibt die Förderung von Kanton und Gemeinden in der Summe fast immer höhere Beiträge als diejenigen von Dritten. Sollten die Gemeinden im Kanton Zug auch mit kantonalem Förderprogramm ihre kommunalen Förderprogramme weiterlaufen lassen, so ist davon auszugehen, dass GebäudeeignerInnen das Förderprogramm des Kantons und der Gemeinde nutzen werden und nicht dasjenige der Dritten. Die privaten Förderer sehen in der Regel vor, dass keine weiteren Fördermittel beansprucht werden können, da sonst eine Wirkungsaufteilung erforderlich wird. Es ist unsicher, inwiefern die verschiedenen Gemeinden nach Einführung eines kantonalen Förderprogramms weiter fördern werden. Für eine konservative Schätzung kann der Wert «ohne Einbezug Anteil Dritte verwendet werden.

**Tabelle 6: Budgetbedarf Brutto nach Umsetzungsvariante in Mio. Fr./Jahr (inkl. Berücksichtigung Leistungsbegrenzung<sup>23</sup>)**

Umsetzungsvariante	[in Mio. Fr./a]	ohne Einbezug Anteil Dritte	mit Einbezug Anteil Dritte	Reich- weitenziel
1a: Pflicht auf Basis Investitionskosten, Förderung für Wohnbauten und Nichtwohnbauten		5.60	4.43	90 %
1b: Pflicht auf Basis Lebenszykluskosten, Förderungen für Wohnbauten und Nichtwohnbauten		4.44	3.58	90 %
2: MuKE Teil F, Förderung für Wohnbauten und Nichtwohnbauten		5.55	4.42	80 %

Die Werte zeigen die gesamthaft an die Gesuchsteller ausbezahlten Fördergelder über alle Technologievarianten. Das Reichweitenziel gibt an, wie viele Prozent beim fossilen Heizungsersatz auf Erneuerbare umsteigen.

Tabelle INFRAS. Quelle: Berechnungen INFRAS

<sup>22</sup> Der Sockelbeitrag wird bereits für die bisherigen Fördermassnahmen im Bereich Wärmedämmung und Beratung verwendet. Für die Massnahmen zum Heizungsersatz werden also zusätzliche kantonale Mittel erforderlich sein, welche maximal mit Faktor 2 durch den Bund ergänzt werden, womit maximal zwei Drittel der Förderausgaben durch Bundesbeiträge gedeckt werden können. Gemäss Informationen des BFE Anfangs 2022 ist aber davon auszugehen, dass der Faktor für die Ergänzungsbeiträge bei Kantonen mit eher hohen Fördersätzen und damit tieferen Wirkungsfaktoren bereits im Jahr 2022 geringer ausfallen wird (Faktor zwischen 1 und 2). Andererseits stehen aufgrund der Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auch wieder mehr Mittel für die Globalbeiträge zur Verfügung. Basierend auf den Informationen des BFE sowie der eher hohen vorgeschlagenen Fördersätze, nehmen wir für den Kanton Zug als bestmögliche Schätzung einen Faktor 1.5 an (d.h. 60% der Fördermittel über Bundesbeiträge gedeckt).

<sup>23</sup> Gemäss HFM wird der leistungsabhängige Anteil des Förderbeitrags bei jedem Objekt auf eine Obergrenze von 50 W<sub>th</sub> pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche begrenzt, diese Vorgabe muss vom Kanton Zug übernommen werden zum Erhalt von Globalbeiträgen. Für unsere Analysen standen keine Informationen zum objektspezifischen Energieverbrauch oder Leistungsbedarf zur Verfügung. Im Modell kann diese «Kürzung» der Förderung bei Gebäuden mit hohem Energie- und Leistungsbedarf nur über einen Pauschalfaktor berücksichtigt werden. Für die Abschätzung des erforderlichen Förderbudgets wurde vereinfachend angenommen, dass der reale Mittelbedarf aufgrund der «Kürzungen» 5% tiefer liegt als im Fall, wo die gesamte Leistung angerechnet würde.

**Tabelle 7: Budgetbedarf Netto für den Kanton nach Umsetzungsvariante in Mio. Fr./Jahr (inkl. Berücksichtigung Leistungsbegrenzung)**

Umsetzungsvariante	[in Mio. Fr./a]	<u>ohne</u>	<u>mit</u>	Reich- weitenziel
		Einbezug Anteil Dritte	Einbezug Anteil Dritte	
1a: Pflicht auf Basis Investitionskosten, Förderung für Wohnbauten und Nichtwohnbauten		2.24	1.77	90 %
1b: Pflicht auf Basis Lebenszykluskosten, Förderung für Wohnbauten und Nichtwohnbauten		1.78	1.43	90 %
2: MuKE Teil F, Förderung für Wohnbauten und Nichtwohnbauten		2.22	1.77	80 %

Die Werte zeigen den durch den Kanton ZG beizusteuern den Anteil an die ausbezahlten Fördergelder über alle Technologievarianten. Das Reichweitenziel gibt an, wie viele Prozent beim fossilen Heizungsersatz auf Erneuerbare umsteigen.

Tabelle INFRAS. Quelle: Berechnungen INFRAS

### 6.3. Überlegungen zum Vorgehen bei Mittelknappheit und Ausschluss Nichtwohnbauten

Aus klimapolitischen Überlegungen wäre wünschenswert, wenn möglichst viele Umstellungen erfolgen. Dies spricht grundsätzlich für die Förderung von Wohnbauten und Nichtwohnbauten. Falls in der Praxis aber nicht ausreichend Mittel für eine umfassende Förderung aller Gebäudekategorien zur Verfügung stehen, so wäre ineffizient, Nichtwohnbauten im gleichen Umfang zu fördern und im Gegenzug die Fördersätze sehr tief anzusetzen, um den Mittelabfluss auf das erforderliche Mass zu begrenzen. Zu tiefe Fördersätze führen zu hohen Mitnahmeeffekten und haben im Extremfall keinerlei Auslöse- und damit Umweltwirkung.

Unsere Empfehlung im Fall von Mittelknappheit wäre daher, nur Wohnbauten zu fördern und dies aber mit substantiell hohen Fördersätzen. Nach unserer Einschätzung gibt es dafür insbesondere folgende Argumente:

- bei Nichtwohnbauten wird die Corporate Umwelt-Governance der Eigentümerschaften (Angebotsseite) oder der Mieter (Nachfrageseite) aufgrund zunehmender Sensibilisierung, Druck zur Umweltberichterstattung und Vorbildwirkung in den kommenden Jahren noch deutlich stärker und flächendeckender greifen als heute.
- Unternehmen stellen im Vergleich zu Privatpersonen häufiger Vollkostenrechnungen an, was alternative Energien für die Wärmebereitstellung attraktiver macht.

Damit bestehen im Bereich der Wohnbauten nach unserer Einschätzung in Absenz einer Förderung weniger Anreize für die Umstellung des Heizungssystems, der Anteil der «MitnehmerInnen» dürfte inhärent tiefer sein als bei den Nichtwohnbauten. Aus Projekt- und Vollzugssicht

dürfte die Umstellung auf eine Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien in Wohnbauten auch weniger komplex sein als bei Nichtwohnbauten. Es kann deshalb bei identischen Beitragssätzen bei den Wohnbauten mehr «Zusatzanreiz» erzeugt werden als bei Nichtwohnbauten. Die Höhe des Zusatzanreizes pro Förderfranken ist ein prioritäres Effizienzkriterium.

Sollte der Mittelbedarf weiterhin zu hoch sein, dann können die in Kapitel 4.3.3 und 5.2.3 vorgeschlagenen Fördersätze nochmals angemessen gesenkt werden. Aufgrund unserer Erfahrung empfehlen wir, für Variante 2 eine Untergrenze von jeweils 40% durch die Förderung gedeckter Anteil der Mehrinvestitionskosten nicht zu unterschreiten. Bei den Varianten 1a und 1b könnte die Förderung insbesondere für die Technologien mit hohen Mehrinvestitionen resp. tiefen Lebenszykluskosten (keine Mehrkosten im Vergleich zur fossilen Referenz) überproportional abgesenkt werden. Wie aber bereits in Kapitel 4 erläutert, empfehlen wir solche «Minimalvarianten» für das Förderprogramm nicht.

## **7. Entwicklung der Fördernachfrage über die Laufzeit des Programms**

Wie oben erwähnt, gehen wir davon aus, dass die Entwicklung der Förderanträge primär an die «natürliche» Ersatzrate der Heizsysteme gebunden ist. Ein Grossteil der existierenden Heizsysteme wird heute immer noch mit fossilen Energien betrieben. Unsere Auswertung der fossilen Heizsysteme im Kanton ZG nach Alter (vgl. Abbildung 1) zeigt, dass lediglich in den letzten 10 Jahren ein leichter Trend zur Abnahme der pro Jahr installierten fossilen Heizleistung erkennbar ist.<sup>24</sup> Daraus kann geschlossen werden, dass im Zeithorizont des geplanten Rahmenkredits für die Förderung über 10 Jahre (2023 – 2032) vor allem die Anlagen ersetzt werden, die heute 15 bis 25 Jahre alt sind. In dieser Altersklasse ist gemäss unserer Auswertung keine signifikante Dynamik der historischen Zubauraten zu erkennen, sondern es wurden jährlich immer etwa gleich viel fossile Heizleistung zugebaut. Folglich darf auch davon ausgegangen werden, dass die Nachfrage beim Förderprogramm sich über die kommenden 10 Jahre in etwa konstant entwickeln wird. In den ersten ein oder zwei Umsetzungsjahren könnte die Nachfrage etwas höher oder tiefer liegen. Höher, falls das neue Förderangebot den Entscheid von stark intrinsisch motivierten Eigentümerschaften beschleunigt, die Heizung doch etwas vorzeitig zu ersetzen. Tiefer, falls die Projekte erst auf Basis einer Umstellung geplant werden müssen und deshalb einen zeitlichen Vorlauf benötigen, was vor allem für grosse Projekte wie z.B. grosse Holzfeuerungen oder Fernwärmenetze zutrifft.

---

<sup>24</sup> Dies zeigt sich daran, dass die Datenpunkte für die Altersklassen bis 10 Jahre leicht unterhalb der in der Abbildung eingezeichneten Gerade liegen, diejenigen der Altersklassen ab 10 Jahren tendenziell darüber. Der Effekt ist aber nur gering.

## 8. Spezielle Förderbedingungen

Bei allen untersuchten Varianten müssen die massnahmenspezifischen Bedingungen zu jeder Technologie gemäss HFM 2015 (EnDK, BFE 2016) eingehalten werden, um Globalbeiträge beanspruchen zu können. Dazu gehört bei allen in diesem Bericht berücksichtigten Massnahmen zum Heizungsersatz auch die Obergrenze für die Leistungsförderung auf  $50 \text{ W}_{\text{th}}$  pro  $\text{m}^2$  Energiebezugsfläche.<sup>25</sup> Diese stellt sicher, dass der Förderbeitrag auf den Leistungsbedarf eines durchschnittlich gedämmten Gebäudes begrenzt wird. Schlecht gedämmte Gebäude werden damit nicht bessergestellt als solche mit einer durchschnittlichen Gebäudehüllenqualität. Zudem wird damit der Anreiz vermieden, den Wärmeerzeuger zur Optimierung des Förderbeitrags bewusst zu gross zu dimensionieren.

Bei der Erarbeitung der Detailbestimmungen sollte geprüft werden, ob Obergrenzen für Förderbeiträge erforderlich sind. Dies hängt vor allem von der Mittelverfügbarkeit ab, da Grossprojekte zu einem hohen Mittelabfluss führen können. Die Obergrenze kann als maximaler Förderbeitrag pro Projekt gesetzt werden, oder als technologiespezifische Leistungs-Obergrenze. Es ist auch eine Plafonierung des Förderbeitrags ab einer bestimmten Leistungsgrenze möglich, wobei dann darauf geachtet werden muss, dass die Minimalförderung gemäss HFM weiterhin eingehalten ist.

## 9. Empfehlungen zur Weiterführung und Ergänzung des bisherigen Förderprogramms

Die Strategie der Kantone hat ein klares Paradigma der Prioritäten: Suffizienz vor Effizienz vor Konsistenz. Dabei wird bezweckt:

- Suffizienz: die Beschränkung der Bedürfnisse auf das sinnvolle Mass
- Effizienz: eine rationelle Verwendung der – auch bei den erneuerbaren Energien z.T. beschränkten – Ressourcen
- Konsistenz: die Deckung des notwendigen Restbedarfs mit klimafreundlichen, erneuerbaren Energieträgern

Die in diesem Bericht erarbeiteten Fördervarianten wirken nur auf der dritten Prioritätenebene. Deshalb ist es wichtig, dass auch Anreize vorhanden sind, die Effizienz sicherzustellen. Die bisherige Förderung des Kantons Zug bietet entsprechende Anreize, indem Minergie- und

---

<sup>25</sup> Beispiel: Die technische Auslegung des Heizsystems in einem auch nach Heizungsersatz schlecht gedämmten Gebäude mit  $400 \text{ m}^2$  Energiebezugsfläche ergibt einen Leistungsbedarf von  $25 \text{ kW}_{\text{th}}$ . Dies entspricht einer spezifischen Leistung von  $62.5 \text{ W/m}^2$ . Der Förderbeitrag bemisst sich an einer maximal geförderten Leistung von  $400 \text{ m}^2 * 50 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2 = 20 \text{ kW}_{\text{th}}$ .

Bauteilsanierungen finanziell unterstützt werden. Wir erachten es aus einer ganzheitlichen Sicht als zentral, dass das bestehende Förderangebot fortgeführt wird. Dies ist z.B. auch wichtig, um die indirekten Emissionen des Stromverbrauchs der zukünftig viel stärker elektrifizierten Gebäude (Stichwort «elektrische Wärmepumpen») im Zaum zu halten.<sup>26</sup>

Bei allen Förderprogrammen im Energiebereich und speziell bei den hier diskutierten Varianten mit einer Pflicht zur Umstellung des Heizsystems auf erneuerbare Energieträger ist eine sozialverträgliche Ausgestaltung der Politikmassnahmen von höchster Bedeutung. Dies betrifft insbesondere auch den Schutz von Mieterinnen und Mietern vor ungerechtfertigten Kostensteigerungen. Entsprechende Massnahmen sind vorzusehen. Zu berücksichtigen ist dabei aber, dass die Mietenden-Problematik (z.B. Leerkündigungen oder Mieterhöhungen) weit über das Energieförderungsthema hinaus geht und über die Energieförderung nach unserer Einschätzung auch nur geringfügig beeinflusst werden kann; aber bereits symbolische Beiträge können wichtig sein. Eine breite, verständliche und eingängige Kommunikation, dass die Mietenden-Problematik vor allem durch starke andere Treiber als die Energie- und Klimapolitik beeinflusst ist und grössere Zusammenhänge bestehen, ist insbesondere für die Akzeptanz der Varianten 1a und 1b mit Pflichtcharakter wichtig.

**Aufgrund unserer Erfahrung und der durchgeführten Analysen geben wir sieben Empfehlungen ab:**

1. ... das bestehende Förderprogramm weiterzuführen und mit dem geplanten Förderteil zum Heizungsersatz zu ergänzen.
2. ... das bestehende Massnahmenspektrum der Förderung beizubehalten und nicht zu erweitern. Es gibt keine relevanten Fördertatbestände, die fehlen; Neubauten sollten nach unserer Einschätzung über die gesetzlichen Vorgaben geregelt werden, die Förderung von Wärmenetzen mit einem Beitrag an die Betreiber erachten wir als weniger effizient als die reine Anschlussförderung, weil
  - keine Transparenz besteht, ob die Fördermittel über besserer Anschlussbedingungen an die Bezüger weitergegeben werden oder nur zur Margenerhöhung eingesetzt werden,
  - die Förderprogramme Dritter für die Erzeugungsseite bereits gut positioniert sind im Markt,
  - eine parallele Förderung von Anschlüssen und Erzeugerseite komplexe Schnittstellen schafft.

---

<sup>26</sup> Vor allem in Wintermonaten und zu Spitzenzeiten trägt der in die Schweiz importierte Strom einen erheblichen «CO<sub>2</sub>-Rucksack» mit. Wärmepumpen zu Heizzwecken können deshalb aus globaler Sicht nicht einfach mit dem Emissionsfaktor der Schweizer Stromproduktion im Jahresmittel bewertet werden. Zur Vermeidung der CO<sub>2</sub>-Emissionen trägt folglich nicht nur der Heizungsersatz selbst bei, sondern auch, dass der für die Heizung benötigte Strombedarf des erneuerbaren Heizsystems minimiert wird.

3. ... zu prüfen, ob die Fördersätze für umfassende Sanierungen mit Minergie-Zertifikat (HFM Massnahme M-12; nachfolgend Minergie-Förderung) anzupassen sind. Bei den im Rahmen dieser Studie vorgeschlagenen Fördersätzen ergibt sich nach unseren Analysen bei kleinen Objekten ein Ungleichgewicht zwischen den bestehenden Fördermassnahmen zur Gesamterneuerung von Gebäuden (Sanierung nach Minergie/-P/-eco) und den Einzelmassnahmen für die Gebäudehüllensanierung und den Heizungsersatz. Die Anreize sollten idealerweise so gesetzt sein, dass die umfassende Gesamterneuerung einen höheren Anreiz erhält als der Weg über die Summe der – ggf. etappierten – Einzelmassnahmen. Es steht zwar jedem Gesuchsteller offen, ob er ein Gesuch für die Minergie-Förderung eingeben will oder für die Einzelmassnahmen. Im Hinblick auf Transparenz und Kundenzufriedenheit<sup>27</sup> sollten aber möglichst klar abgestufte Förderwege bestehen. Kritisch ist, dass der Weg über eine Sole/Wasser-Wärmepumpe als isolierte Einzelmassnahme bei kleinen Objekten einen höheren Förderbeitrag erhält als beim Pfad über die Minergie-Sanierung, wo auch neben dem Heizungsersatz auch Massnahmen an der Gebäudehülle erforderlich sind. Die Förderdaten der Energiefachstelle Zug zeigen, dass die aktuelle Minergie-Förderung im Kanton keine relevante Nachfrage auslöst.
- Konkret empfehlen wir deshalb, die momentan bestehenden Fördersätze für Minergie-Sanierungen um jeweils 50% zu erhöhen und weiterhin mit einem Eco-Zusatzbeitrag von 5 Fr./m<sup>2</sup> zu ergänzen. Die Minergie-Fördersätze würden dann in einem ähnlichen Umfang wie im Kanton Zürich oder Genf zu liegen kommen.

**Tabelle 8: Vorgeschlagene Anpassung der Fördersätze für Minergie-Sanierungen (HFM Massnahme M-12)**

Erreichter Standard	Einfamilienhaus [in Fr./m <sup>2</sup> EBF]	Mehrfamilienhaus [in Fr./m <sup>2</sup> EBF]	Nichtwohnbauten [in Fr./m <sup>2</sup> EBF]
Minergie oder Minergie-A	150 (100)	90 (60)	60 (40)
Minergie-P	235 (155)	135 (90)	100 (65)
Zusatzbeitrag «Eco»	5	5	5

EBF = Energiebezugsfläche. In Klammern sind die Fördersätze des Kantons ZG im Jahr 2021 dargestellt.

Tabelle INFRAS. Quelle: Vorschlag INFRAS; Förderung M-12 im Kanton Zug (2021)

4. ... zu prüfen, welche Förderbestimmungen zur Vermeidung von Leerkündigungen und unzulässigen Mieterhöhungen sinnvoll und möglich sind. Dies könnten verbindliche Vorgaben in den Förderbestimmungen sein, dass bei Mietliegenschaften die resultierende Reduktion der

<sup>27</sup> Einige Gesuchsteller dürften z.B. erst im Nachhinein herausfinden, dass sie über einen anderen Zugang höhere Beiträge erhalten hätten, was Unzufriedenheit erzeugt.

Investitionskosten durch bezogene Förderbeiträge bei der Umlage auf die Mieten eingerechnet werden muss.

5. ... die Information und Kommunikation an die Zielgruppen und die betroffenen Branchen hoch zu gewichten. Eine Effizienz der direkten finanziellen Förderung kann durch flankierende Massnahmen deutlich erhöht werden.
6. ... die Fördersätze in planbaren und kommunizierten Zweijahresschritten anzupassen, sollte sich eine überhitzte oder zu tiefe Nachfrage zeigen.
7. ... mit tendenziell hohen Fördersätzen zu starten und diese bei Bedarf zu senken. Damit wird eine hohe Anfangsdynamik erreicht, was äusserst wichtig ist angesichts der zeitlichen Dringlichkeit im Kontext des verfügbaren Rest-Treibhausgasbudgets für das 1.5 oder 2 Grad Ziel. Zudem werden dann «frühe UmsteigerInnen» gegenüber «ewigen AbwarterInnen» nicht benachteiligt.

## Literatur

- EFZ 2021:** Umbricht A., Buser B., Lehmann M., Bibic V., Edelman A., Amrein M, Naef R., Stemmler S., Bleisch M. 2021: Fallstudien zum Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen - Modul 2 im Vertiefungsprojekt zum Heizungsersatz. Energieforschung Stadt Zürich. Bericht Nr. 68, Forschungsprojekt FP-2.8.1  
[https://energieforschung-zuerich.ch/media/topics/report/FP-2.8.1\\_EFZ\\_Layout\\_Schlussbericht\\_def.pdf](https://energieforschung-zuerich.ch/media/topics/report/FP-2.8.1_EFZ_Layout_Schlussbericht_def.pdf)
- ENDK, BFE 2016:** Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2015), revidierte Fassung vom September 2016
- ENDK 2018:** Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) Ausgabe 2014, deutsche Version (Nachführung 2018 - aufgrund geänderter Normen)  
<https://www.endk.ch/de/ablage/dokumentation-archiv-muken/hfm2015.pdf>
- INFRAS 2021:** Sigrist D, Iten R.: Netto-Null Treibhausgase in der Stadt Zürich: Auswirkungen auf Mieterinnen und Mieter. Im Auftrag der Stadt Zürich, März 2021  
[https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/gud/Deutsch/UGZ/ugz/umweltpolitik/dokumente/Schlussbericht\\_NettoNull\\_Auswirkungen%20auf%20Mietende\\_\(Infras2021\).pdf](https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/gud/Deutsch/UGZ/ugz/umweltpolitik/dokumente/Schlussbericht_NettoNull_Auswirkungen%20auf%20Mietende_(Infras2021).pdf)

## Anhang

### A1. Dokumentation der Modellannahmen

#### Angaben zu Gebäudepark:

**Tabelle 9: Anzahl installierte fossile und elektrische Heizungen**

[Anzahl Heizungen]	Wohnbauten	Nichtwohnbauten	Total
fossil	7'256	1'067	8'323
elektrisch	540	60	600
fossil + elektrisch	7'796	1'127	8'923

fossil = Erdgas und Heizöl

Tabelle INFRAS. Quelle: Daten Feuerungskontrolle Kanton ZG und GWR (2021)

**Tabelle 10: Durchschnittliche Leistung der installierten fossilen Heizungen**

Durchschnittliche Leistung [in kW]	Wohnbauten	Nichtwohnbauten
alle fossilen Heizungen	45.5	201
fossile Heizungen <70kW	27	36.5
fossile Heizungen >70kW	177	317

fossil = Erdgas und Heizöl

Tabelle INFRAS. Quelle: Daten Feuerungskontrolle Kanton ZG (2021)

#### Annahmen für Energiepreise, Umstiegspfade und weitere Werte

**Tabelle 11: Energiepreise der ans Haus gelieferten Endenergie**

[in Fr./kWh]	Preis
Strom	0.22
Holz	0.075
Fernwärme (Arbeitspreis)	0.10
Erdgas, Heizöl	0.10

Tabelle INFRAS. Quelle: HFM 2015 (EnDK, BFE 2016), [Strompreise Schweiz \(admin.ch\)](#)

**Tabelle 12: Weitere relevante Annahmen für Lebenszykluskostenberechnungen**

	<b>Annahme</b>	<b>Quelle</b>
Zinssatz	1.75%	Durchschnitt der letzten ca. 10 Jahre ( <a href="https://www.hev-zh.ch/vermieten/mietverhaeltnis/referenzzinssatz/">https://www.hev-zh.ch/vermieten/mietverhaeltnis/referenzzinssatz/</a> )
jährliche Volllaststunden der Heizanlagen	2000 Stunden	Standardannahme
Lebensdauer der Heizanlagen	20 Jahre (alle Technologien)	Annahme INFRAS
Nutzungsgrade / JAZ	Pro Technologie: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ WP Luft-Wasser: 3</li> <li>▪ WP Sole-Wasser, Wasser-Wasser: 3.5</li> <li>▪ Holz: 0.75</li> <li>▪ Fernwärme: 1</li> <li>▪ Erdgas, Heizöl: 0.9</li> </ul>	HFM 2015 (EnDK, BFE 2016) und Schätzungen INFRAS unter Einbezug weiterer Quellen

JAZ = Jahresarbeitszahl, WP = Wärmepumpe

Tabelle INFRAS. Quelle: vgl. Tabelle

**Tabelle 13: Umstiegsfade beim Wechsel von fossilen zu erneuerbaren Heizsystemen**

<b>Erneuerbares Heizsystem</b>	<b>Wohnbauten</b>	<b>Nichtwohnbauten</b>
WP Luft-Wasser	60%	15%
WP Sole-Wasser, Wasser-Wasser	15%	10%
Holz	10%	20%
Anschluss an ein Wärmenetz	15%	55%

WP = Wärmepumpe

Tabelle INFRAS. Quelle: Schätzungen INFRAS basierend auf Erfahrungswerten aus anderen Kantonen und internen Projektinformationen

**Tabelle 14: Resultierende Anzahl jährlicher Systemumstellungen von fossil zu erneuerbar, pro Technologie**

<b>[Anzahl Heizungsersatz fossil zu erneuerbar pro Jahr]</b>	<b>Wohnbauten</b>	<b>Nichtwohnbauten</b>
WP Luft-Wasser	168	6
WP Sole-Wasser, Wasser-Wasser	42	4
Holz <70kW	25	3
Holz >70kW	3	5
Anschluss an ein Wärmenetz	42	22

Tabelle INFRAS. Quelle: Daten Feuerungskontrolle Kanton ZG (2021), Annahmen INFRAS.

## Annahmen zu Investitionskosten und Lebenszykluskosten

Tabelle 15: Investitionskosten pro Gebäude und Heizsystem bei durchschnittlicher Leistung

Heizsystem	Durchschnittlich angenommene Leistung [in kW]	Investitionskosten <sup>28</sup> für durchschnittliche Heizung [in CHF] <sup>***</sup>
<b>Wohnbauten</b>		
WP Luft-Wasser	45.5	49'000
WP Sole-Wasser, Wasser-Wasser*	45.5	120'000
Holz <70kW	27	40'000
Holz >70kW	177	270'000
Anschluss an ein Wärmenetz	45.5	52'000
Fossil**	27	26'000
	45.5	39'000
	177	130'000
<b>Nichtwohnbauten</b>		
WP Luft-Wasser	201	170'000
WP Sole-Wasser, Wasser-Wasser*	201	270'000
Holz <70kW	36.5	47'000
Holz >70kW	317	480'000
Anschluss an ein Wärmenetz	201	150'000
Fossil**	36.5	33'000
	201	150'000
	317	230'000

Fossil = Erdgas und Heizöl

\* in Anlehnung an das HFM 2015, höhere Schätzung INFRAS aufgrund Erfahrungswerte

\*\* Schätzung INFRAS in Anlehnung an das HFM 2015 und Kosten für Standardlösungen gemäss Heizkostenrechner

\*\*\* gerundet auf zwei signifikante Stellen

Tabelle INFRAS. Quelle: HFM 2015 (EnDK, BFE 2016), punktuelle Anpassungen INFRAS

<sup>28</sup> Die Investitionskosten stützen sich auf das HFM 2015 (EnDK, BFE 2016). Ein Vergleich mit dem Heizkostenrechner ([Heizkostenrechner - Ihre Heizkosten online berechnen \(erneuerbarheizen.ch\)](https://www.erneuerbarheizen.ch)) ergibt ähnliche Werte für die angenommenen jeweiligen Leistungen. Lediglich bei kleinen Heizsystemen (<15kW Leistung) sind beträchtliche Unterschiede festzustellen. Wir gehen davon aus, dass das HFM 2015 differenziertere Schätzungen enthält. Ausserdem gilt zu berücksichtigen, dass kleine Heizsysteme (<15kW) weniger als 10% der Anzahl Gebäude ausmachen.

Tabelle 16: Lebenszykluskosten pro Gebäude und Heizsystem bei durchschnittlicher Leistung

Heizsystem	Durchschnittlich angenommene Leistung [in kW]	Energiekosten pro Jahr und pro Gebäude [in CHF]	Wartung/ Grundkosten pro Jahr und pro Gebäude [in CHF]	Kapitalkosten pro Jahr und pro Gebäude [in CHF]	Lebenszykluskos- ten pro Jahr und pro Gebäude [in CHF]**
<b>Wohnbauten</b>					
WP Luft-Wasser	45.5	6'700	500	2'900	10'000
WP Sole-Wasser, Wasser-Wasser	45.5	5'700	1'200	6'000	13'000
Holz <70kW	27	5'400	1'200	2'400	9'000
Holz >70kW	177	35'400	8'000	15'800	59'000
Anschluss an ein Wärmenetz*	45.5	9'100	5'200	3'100	17'000
Fossil	27	6'000	500	1'500	8'000
	45.5	10'100	800	2'300	13'000
	177	39'300	2'600	7'800	50'000
<b>Nichtwohnbauten</b>					
WP Luft-Wasser	201	29'500	1'700	10'400	42'000
WP Sole-Wasser, Wasser-Wasser	201	25'300	4'500	21'400	51'000
Holz <70kW	36.5	7'300	1'400	2'800	12'000
Holz >70kW	317	63'400	14'300	28'400	110'000
Anschluss an ein Wärmenetz*	201	40'200	14'600	8'700	64'000
Fossil	36.5	8'100	700	1'900	11'000
	201	44'700	3'000	8'800	57'000
	317	70'400	4'600	13'700	89'000

\* in Anlehnung an das HFM 2015 und Schätzung INFRAS aufgrund von internen Projektinformationen

\*\* gerundet auf zwei signifikante Stellen

Tabelle INFRAS. Quelle: HFM 2015 (EnDK, BFE 2016), Annahmen INFRAS