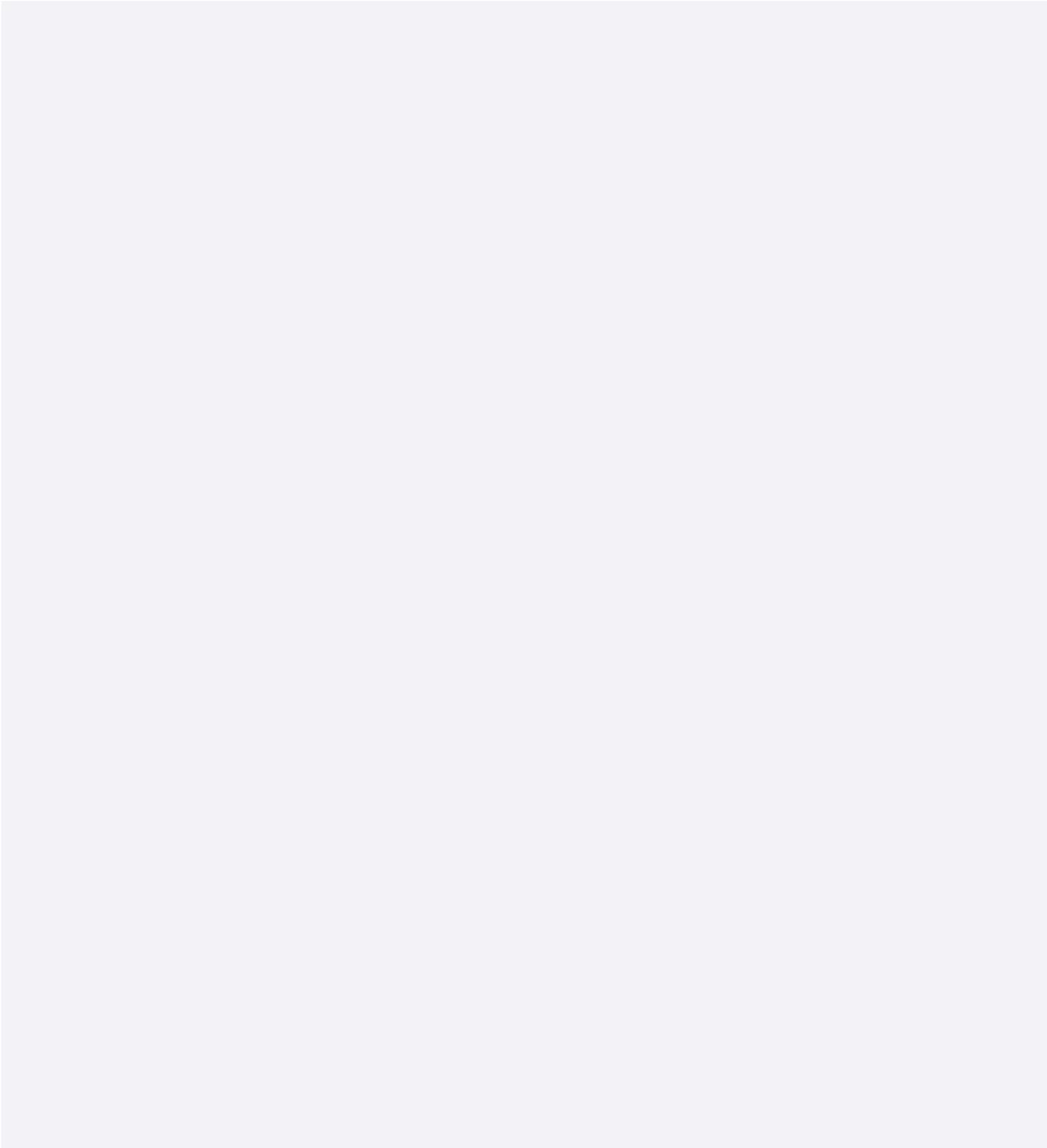




Stiftung Klimarappen
Fondation Centime Climatique
Fondazione Centesimo per il Clima
Climate Cent Foundation

Schlussbericht Gebäudeprogramm 2006 – 2009





Inhalt

3	Vorwort
4	Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen 2006 – 2009
7	Fördermodell
12	Auszug aus dem Prozesshandbuch
17	Projektbegleiter
20	Schlussstatistik
32	Evaluation des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen
36	Energetische Gebäudeerneuerungen – Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten
42	«Energy Online» Messkampagne für die Stiftung Klimarappen

Vorwort

Fünf Jahre nach seiner Lancierung am 1. Juni 2006 ist das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen diesen Sommer abgeschlossen worden. In der vorliegenden Dokumentation berichten wir über die Erkenntnisse und Resultate des Förderprogramms, welches wir im Auftrag der Stiftung Klimarappen durchführen durften. Vertiefende Informationen, z.B. zu den drei Evaluationen, können auf unserer Website www.effienergie.ch heruntergeladen werden.

In insgesamt 8'219 Projekten wurden mit einem Mitteleinsatz von 175 Mio. Franken und zusätzlichen 42 Mio. Franken aus neun Kantonen (AG, BE, FR, LU, NE, SG, VD, VS und ZH) energetisch wirksame Baumassnahmen von 1.6 Mrd. Franken ausgelöst.

Dieses Ergebnis konnte nur dank der optimalen Zusammenarbeit und den Bemühungen aller Beteiligten erreicht werden. Wichtig war die Kooperation mit der Stiftung Klimarappen, insbesondere Herrn Dr. Marco Berg, und den kantonalen Energiefachstellen.

Der Einsatz der 1'600 beim Gebäudeprogramm akkreditierten Projektbegleiter sowie die exzellente Leistung der Mitarbeiter des Bearbeitungszentrums unter der Leitung von Stefan Haas haben zudem entscheidend zum Erfolg des Gebäudeprogrammes beigetragen.

An dieser Stelle möchte ich allen Beteiligten ein grosses Dankeschön aussprechen. Gleichzeitig beglückwünschen wir die 8'219 Investoren für ihr zukunftsgerechtes Handeln, werden sie doch während Jahrzehnten mit Energieeinsparungen zwischen 20% und 80% ihrer Investitionen profitieren können. Wir dürfen uns gemeinsam über das erreichte Resultat freuen.

Thomas Nordmann
Geschäftsführer TNC Consulting AG

November 2011

Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen 2006 bis 2009

Die Herausforderung

Im Jahr 2006 beschloss die Stiftung Klimarappen, mit dem Einsatz von 175 Mio. Franken eine maximale energetische Wirkung und insbesondere eine maximale CO₂-Reduktion im Schweizer Gebäudebestand zu realisieren. Da der Gebäudesektor als grösster CO₂-Emittent gilt, besteht in dieser Hinsicht ein enormes Potential. Im Jahr 2008 zum Beispiel wurden in der Schweiz für Heizung und Brauchwasser 93 TWh aufgewendet, während der Verbrauch für den Verkehr im selben Zeitraum 77 TWh betrug.

Der Erfolg eines Förderprogramms steht und fällt mit dem Fördermodell, welches eine Vielzahl von Verknüpfungen gewährleisten und zum Teil auch widersprüchliche Anforderungen erfüllen muss. Nachfolgend die wichtigsten Elemente:

Maximale energetische Wirkung pro eingesetztem Förderfranken

Diese Grösse ist messbar in Form vom aufgewendeten Franken pro erzielttem Ertrag in kWh resp. vermiedener CO₂-Emission. Eine wichtige Verknüpfung besteht hier zwischen dem eingesetzten Förderfranken und der damit ausgelösten Summe an Gesamtinvestitionen. Ein idealer finanzieller Anreiz wird dann geschaffen, wenn die Fördergelder genügend hoch sind. Die Eigentümer sollen aufgrund der in Aussicht gestellten Unterstützung motiviert werden, wärmetechnische Erneuerungen früher als unbedingt nötig, umfassender und energetisch besser durchzuführen. Diese Attribute gelten einzeln oder auch in Kombination. Die durchschnittliche Erneuerungsquote des Gebäudebestandes in der Schweiz beträgt nur etwa 1% pro Jahr. Dem Gebäudeprogramm ging es auch darum, der leider oft durchgeführten Pinselrenovation den Kampf anzusagen und den Gebäudebestand energetisch fit zu machen.

Minimaler Mitnahmeeffekt

Vermieden werden sollen Beiträge für Massnahmen, die auch ohne Förderung ausgeführt werden würden. Hohe energetische Anforderungen im Fördermodell garantieren eine zusätzliche Anstrengung, über die gesetzlichen

Vorgaben hinaus zu erneuern. Je höher die Anforderungen, umso umfangreicher die notwendige Verhaltensänderung der Investoren und desto kleiner der Mitnahmeeffekt. Das bedeutet beispielsweise, dass bei einer Fassade nicht nur 12cm, sondern 16cm Dämmung angebracht oder ein energetisch hochwertigeres Dämmprodukt verwendet werden muss.

Minimale Vollzugskosten

Die Stiftung Klimarappen forderte einen schlanken Vollzug, d.h. die indirekten Kosten sollten maximal 5% der ausgeschütteten finanziellen Mittel betragen (ohne Ausgaben für Information und Kommunikation). Bei der erreichten mittleren Förderquote von 12.5% beträgt der Steuerungs- und Vollzugaufwand bezogen auf die ausgelöste energetische Investition weniger als 1%.

Maximale Wirkung am Sanierungsmarkt

Die Anbieter von Isolations- und Hüllkomponenten sollen bessere energetische Lösungen erarbeiten. Besser bedeutet, dass freiwillig höhere energetische Anforderungen erfüllt werden als vom Gesetzgeber minimal verlangt. Nach einer gewissen Zeit werden anfänglich teure Produkte infolge der grösseren Nachfrage günstiger und somit zum Standard. So hat sich gezeigt, dass die zu Beginn noch selten gewählte Dreifachverglasung immer öfter eingesetzt wurde, was zur Folge hatte, dass die Preisdifferenz zwischen Zweifach- und Dreifachverglasung immer geringer wurde – ein positiver Mitnahmeeffekt mit grossen Auswirkungen auf das Marktgeschehen.

Einfache Kommunizierbarkeit

Für den Gesuchsteller ist es wichtig, einfach zu überblicken, wo er welche Fördergelder beantragen kann. Mit der Arbeitsteilung zwischen der Stiftung Klimarappen (Hülle) und den 26 Kantonen (Haustechnik und erneuerbare Energien) wurde eine klare Trennung der Fördergegenstände vorgenommen. Die interessierten Hauseigentümer und Investoren müssen zudem problemlos verstehen können, welche Bedingungen eingehalten werden müssen und welche Förderbeiträge abgeholt werden können. Auf der Internet-Plattform des Gebäudeprogramms stand ein Beitragsrechner

zur Verfügung, mit dessen Hilfe sich potentielle Investoren einfach ihre voraussichtliche Fördersumme errechnen konnten. Generell wäre es wünschenswert, dass sich die Förderbedingungen über einen längeren Zeitraum nicht verändern. Auf Grund einer zu geringen Nachfrage wurden beim Gebäudeprogramm dennoch verschiedene Anpassungen der Bedingungen und Fördersätze vorgenommen.

Einfache Prüf- und Vollzugsstruktur, Qualität der Gesuche

Die bestehenden Förderbedingungen müssen bei der Gesuchsbearbeitung mit minimalem Kostenaufwand überprüft werden können. Das setzt ein einfaches Förderprogramm und eine schlanke Abwicklungsstruktur voraus. Die Stiftung Klimarappen wählte eine Mischung zwischen interaktiver Webplattform und zusätzlich in Papierform einzureichenden Unterlagen. Die Sanierung musste fotografisch dokumentiert und durch Unternehmerabrechnungen belegt werden. Aufgrund des umfangreichen Fördermodells

mit mindestens zwei Bauteilen, 65% der Gebäudehülle oder Gesamtsanierungsbonus erhöhte sich der Bearbeitungsaufwand, da oft zeitraubende Nachforderungen gestellt werden mussten. Die Akkreditierung und Ausbildung von Projektbegleitern führte zu einer merklichen Verbesserung der Gesuchsqualität und trug dazu bei, dass im Durchschnitt 95% der Gesuche bewilligt werden konnten.

Rechtssicherheit

Bei der Stiftung Klimarappen besteht im Unterschied zu einer hoheitlich staatlichen Massnahme nur ein privatrechtlicher Rekursanspruch. Die Anzahl an Rekursen/Wiedererwägungen konnte sehr klein gehalten werden und der Anteil an Reklamationen betrug weniger als 1%. Es wurde keine einzige Ablehnung privatrechtlich angefochten.

Förderung möglichst ohne Marktverzerrung

Praktiziert wurde folgender Grundsatz: Die Förderhöhe bezieht sich auf die energetisch erneuerten Quadratmeter eines Bauteils und somit auf die Wirkungsfläche und nicht prozentual auf die getätigte Investition. Damit wird erreicht, dass der wirtschaftlich denkende Bauherr eine höhere Förderquote erreicht als derjenige, der ohne Konkurrenzofferte teuer einkauft.

Maximale Flexibilität für die Prozessoptimierung

Im Bewusstsein, dass sich die Parametrisierung des Fördermodells in der Praxis als nicht optimal erweisen kann, muss die Möglichkeit, diese dem Markt anzupassen, schon beim Programmstart fest stehen. Grundsätzlich ist ein Start mit zu lockeren Förderbedingungen und/oder zu hohen Förderbeiträgen und folglich zu vielen Gesuchen oder ein Start mit zu strengen Bedingungen und/oder zu tiefen Beiträgen und somit zu wenigen Gesuchen möglich. Je nach Nachfrage des Marktes sind die Bedingungen und Beiträge folglich anzupassen. Das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen hat sich für den Start mit strengen Förderbedingungen und relativ niedrigen Beiträgen entschieden, die im Verlauf des Programms schrittweise gelockert bzw. angehoben wurden.

Evaluation

Zu einem Förderprogramm gehört auch eine angemessene Wirkungskontrolle. Das Gebäudeprogramm wurde in drei komplementären, unabhängigen Untersuchungen evaluiert (Resultate ab S. 32). Die Firma Interface, Luzern, zusammen mit Ernst Basler & Partner, Zollikon, untersuchte umfassend im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE Funktionalität und Wirkung des Gebäudeprogramms auch im Vergleich zu anderen ähnlichen Programmen der öffentlichen Hand in der Schweiz.

Die Firma TEP Energy GmbH, Zürich, untersuchte im Auftrag der Stiftung Klimarappen die Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten.

Der Firma Egon AG, Feldmeilen, oblag die messtechnische Prüfung und Validierung der direkten energetischen Wirkung und Einsparung anhand einer Stichprobe von 51 Messungen an 44 sanierten Objekten.

Fördermodell

Was wurde gefördert?

Das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen förderte ausschliesslich die folgenden Massnahmen an der Gebäudehülle bestehender Bauten:

- Wärmedämmung von Dach bzw. Estrichboden
- Wärmedämmung von Wand gegen aussen oder im Erdreich bzw. Boden gegen aussen
- Fenstererneuerung
- Wärmedämmung von Wand gegen unbeheizt bzw. Boden gegen unbeheizt oder im Erdreich

Welches waren die Fördervoraussetzungen?

Sämtliche unten aufgeführte Kriterien waren für einen Förderbeitrag der Stiftung Klimarappen zu erfüllen:

- Mit den Erneuerungsmassnahmen darf erst nach der Förderzusage begonnen werden und diese müssen spätestens nach 12 Monaten abgeschlossen sein.
- Der Eigentümer legt ein fachmännisch ausgearbeitetes Vorprojekt gemäss SIA vor. Bei kleinen Projekten kann das Vorprojekt durch auf das Objekt bezogene Unternehmerofferten ersetzt werden.
- Das Gebäude ist vor 1990 erstellt worden.
- Das Gebäude ist bei Gesuchseingabe mit Öl, Gas oder Kohle beheizt.
- Die Raumtemperatur in den beheizten Räumen beträgt mindestens 18° C.

Welche Erneuerungsprojekte wurden unterstützt?

Ganzes Gebäude

3 Elemente vollständig

Sie erneuern jetzt alle 3 Gebäudehüllenelemente vollständig gemäss den energetischen Anforderungen des Gebäudeprogramms.

2 bis 3 Elemente der Gebäudehülle

2 Elemente vollständig

Sie erneuern jetzt mindestens 2 Gebäudehüllenelemente vollständig gemäss den energetischen Anforderungen des Gebäudeprogramms.

Vervollständigung

Sie haben bereits früher Gebäudehüllenelemente nach SIA 380/1 (Ausgabe 2001) erneuert. Sie erneuern jetzt Gebäudehüllenelemente gemäss den energetischen Anforderungen des Gebäudeprogramms, so dass nachher 2 oder 3 Elemente vollständig erneuert sind.

65% oder >1500 m²

65% der Gebäudehülle

Sie erneuern jetzt mindestens 65% der gesamten Fläche der Gebäudehülle gemäss den energetischen Anforderungen des Gebäudeprogramms.

Mehr als 1500 m² Gebäudehülle

Sie erneuern jetzt mehr als 1500 m² Gebäudehülle gemäss den energetischen Anforderungen des Gebäudeprogramms.

- Die Investitionssumme beträgt mindestens 20'000 Franken (inkl. MWSt, jedoch ohne allfällige Kosten von Anbauten oder Erweiterungen).
- Das Gebäude ist nicht Teil einer freiwilligen Zielvereinbarung mit der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW).

Wie hoch waren die Fördersätze?

Die Beiträge wurden auf die geplanten energetischen Erneuerungen entrichtet und zwar pro erneuerten Quadratmeter des betroffenen Bauteils. Es konnten nur diejenigen Flächen angerechnet werden, die bestehend sind und energetisch erneuert werden. Zusätzliche An- und Aufbauten wurden nicht unterstützt.

Dach oder Estrichboden	
Grundförderung	20.– Fr./m²
bei zusätzlicher Wärmedämmstärke (nicht zwischen Sparren / Balken / Lattung, nur homogen)	≥ 16 cm
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gebäudehüllenelements	≤ 0.23 W/m ² K
Optimiert	30.– Fr./m²
bei zusätzlicher Wärmedämmstärke	≥ 20 cm
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gebäudehüllenelements	≤ 0.2 W/m ² K
Wand / Boden (gegen aussen)	
Grundförderung	20.– Fr./m²
bei zusätzlicher Wärmedämmstärke	≥ 16 cm
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gebäudehüllenelements	≤ 0.23 W/m ² K
Optimiert	30.– Fr./m²
bei zusätzlicher Wärmedämmstärke	≥ 20 cm
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gebäudehüllenelements	≤ 0.2 W/m ² K
Wand / Boden (gegen unbeheizt)	
Grundförderung	20.– Fr./m²
bei zusätzlicher Wärmedämmstärke	≥ 12 cm
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gebäudehüllenelements	≤ 0.28 W/m ² K
Optimiert	30.– Fr./m²
bei zusätzlicher Wärmedämmstärke	≥ 16 cm
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gebäudehüllenelements	≤ 0.23 W/m ² K

Fenster	
Grundförderung	20.– Fr./m²
bei Glas U-Wert (gemäss EN 673) sowie Abstandhalter Edelstahl oder besser und U-Wert Fensterrahmen	$U_g \leq 1.1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $U_f \leq 1.5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gesamtfensters	$U_w \leq 1.3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Dreifachverglasung	70.– Fr./m²
bei Glas U-Wert (gemäss EN 673) sowie Abstandhalter Edelstahl oder besser und U-Wert Fensterrahmen	$U_g \leq 0.9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $U_f \leq 1.5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
oder bei rechnerischem Nachweis des U-Werts des Gesamtfensters	$U_w \leq 1.2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Optimiert	80.– Fr./m²
bei Verwendung eines zertifizierten Minergie-Fensters	
oder bei rechnerischem Nachweis des Glas U-Werts und U-Werts des Gesamtfensters	$U_g \leq 0.7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $U_w \leq 1.0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
<hr/>	
Bonus Gesamterneuerung	Bonus Minergie
Sie erneuern die gesamte Gebäudehülle vollständig, d.h. alle Flächen der Aussenwände, des Dachs oder Estrichbodens und der Fenster nach den energetischen Vorgaben des Gebäudeprogramms. Oder Sie haben gewisse Elemente /Flächen bereits nach den energetischen Vorgaben des Gebäudeprogramms erneuert und vervollständigen die Sanierung, so dass alle Elemente komplett erneuert sind. Die bereits vorgängig ausgeführten Massnahmen müssen mit Rechnungen belegt werden und sind nicht bonusberechtigigt. Die Aussenwände müssen in beiden Fällen bis zum Terrain gedämmt werden oder die Kellerdecke wird gedämmt.	Sie haben für Ihr Gebäude das Minergie-Sanierungszertifikat beim Kanton beantragt. Der Bonus wird erst ausbezahlt, nachdem Sie das Zertifikat vom Kanton aufgrund der effektiv ausgeführten Massnahmen erhalten haben.
Sie erhalten zusätzlich für jedes Bauteil	Sie erhalten zusätzlich für jedes Bauteil + 10.– Fr./m²
+ 10.– Fr./m²	

Mehrfamilienhaus Magnusstrasse 8004 Zürich

- Hoffassade mit 280 mm Steinwolle gedämmt (Strassenfassade steht unter Denkmalschutz)
- neues Dach mit 340 mm Steinwolle gedämmt
- alle Fenster ersetzt durch dreifach verglaste Fenster
- Kellerdecke mit 200 mm gedämmt

Erzielte energetische Einsparung:
57'600 kWh (entspricht 5'760 L Öl)

Durch den Bund angerechnete
Wirkung: 87,7 t CO₂ (bis 31.12.2012)

Förderbeitrag der
Stiftung Klimarappen: Fr. 28'970.-



Projekt 47 – minus 57'600 kWh

Projekt 227 – minus 72'200 kWh



Fassadensanierung Gewerbegebäude 6010 Kriens

- Fassaden mit 160 mm Steinwolle gedämmt und mit Eternit verkleidet
- alle Fenster ersetzt

Das Dach wurde bereits zu einem früheren Zeitpunkt saniert und neu gedämmt.

Erzielte energetische Einsparung:
72'200 kWh (entspricht 7'220 L Öl)

Durch den Bund angerechnete
Wirkung: 97 t CO₂ (bis 31.12.2012)

Förderbeitrag der
Stiftung Klimarappen: Fr. 23'780.–



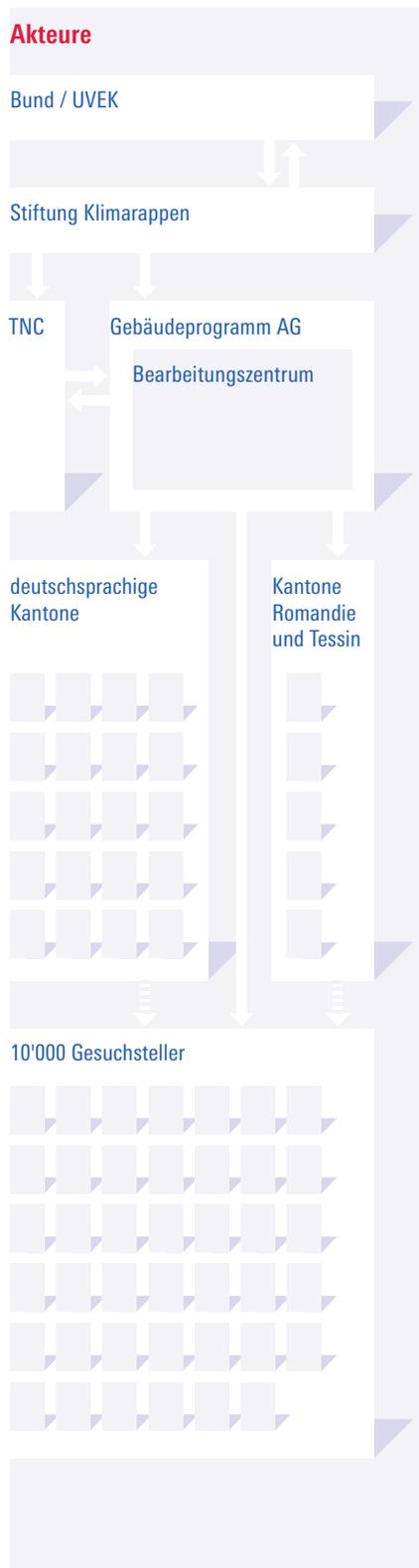
Auszug aus dem Prozesshandbuch

Das Prozesshandbuch war die interne verbindliche Vorschrift und Richtlinie für die am Prozess beteiligten Mitarbeiter. Dies betraf in erster Linie die Mitarbeiter der Gebäudeprogramm AG aber auch die beteiligten Fachleute der Kantonalen Energiefachstellen, die Mitarbeiter der TNC Consulting AG und auch die Organe der Stiftung Klimarappen. Im folgenden geben wir einen Auszug aus dem Prozesshandbuch wieder.

Der Vollzug des Gebäudeprogramms

Für den Vollzug des Gebäudeprogramms betreibt die Gebäudeprogramm AG das Bearbeitungszentrum in Zürich, zuständig für die deutsche Schweiz, die Romandie und das Tessin. Einbezogen in den Prozess werden zudem die kantonalen Energiefachstellen, die eine erste Beurteilung der gestellten Anträge vornehmen. Die Stiftung Klimarappen wird bei den zwei wichtigsten Meilensteinen, dem Ausstellen der Förderzusage oder des Absagebriefs an den Gesuchsteller sowie der Auszahlung des vom Bearbeitungszentrum konsolidierten Beitrags am Ende des Hauptprozesses in den Vollzug einbezogen.

Das Bearbeitungszentrum ist zuständig für den Vertrieb der Informationsträger zum Gebäudeprogramm der Stiftung und das Sicherstellen eines mündlichen Informationsflusses zu den potentiellen Antragsstellern.

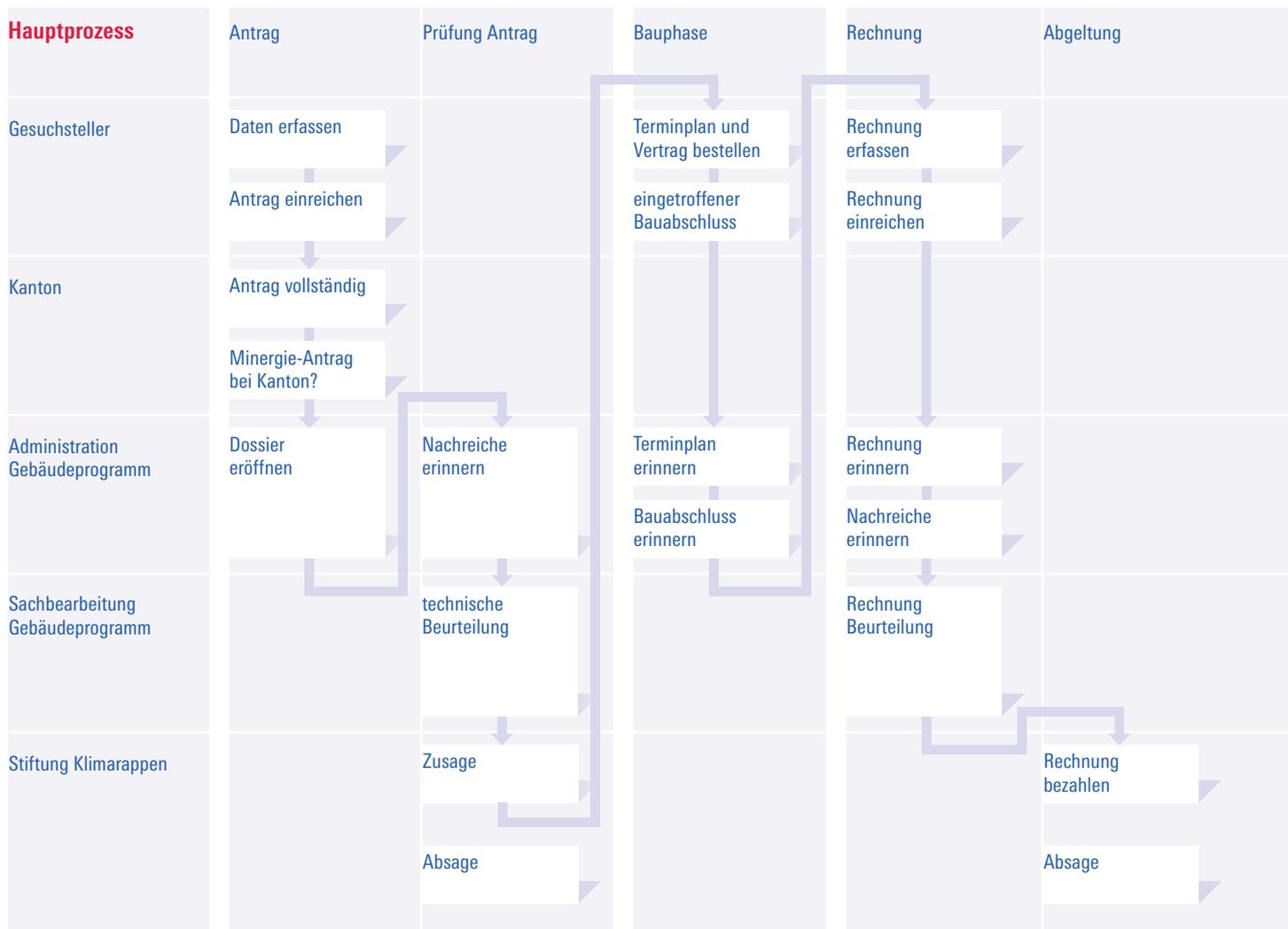


Die Praxis der Gesuchsbeurteilung im Bearbeitungszentrum wird durch dieses laufend dokumentiert. Die Vollzugsrichtlinien sind für alle Mitarbeiter bindend. Damit soll gewährleistet werden, dass der Spielraum der Beurteilung innerhalb des Fördermodells auf die unterschiedlichen Anträge möglichst einheitlich interpretiert wird.

Die gegenüber dem Bund anrechenbare CO₂-Wirkung der Projekte wird einzeln in detaillierter Form berechnet.

Der Hauptprozess «Antrag auf Beiträge»

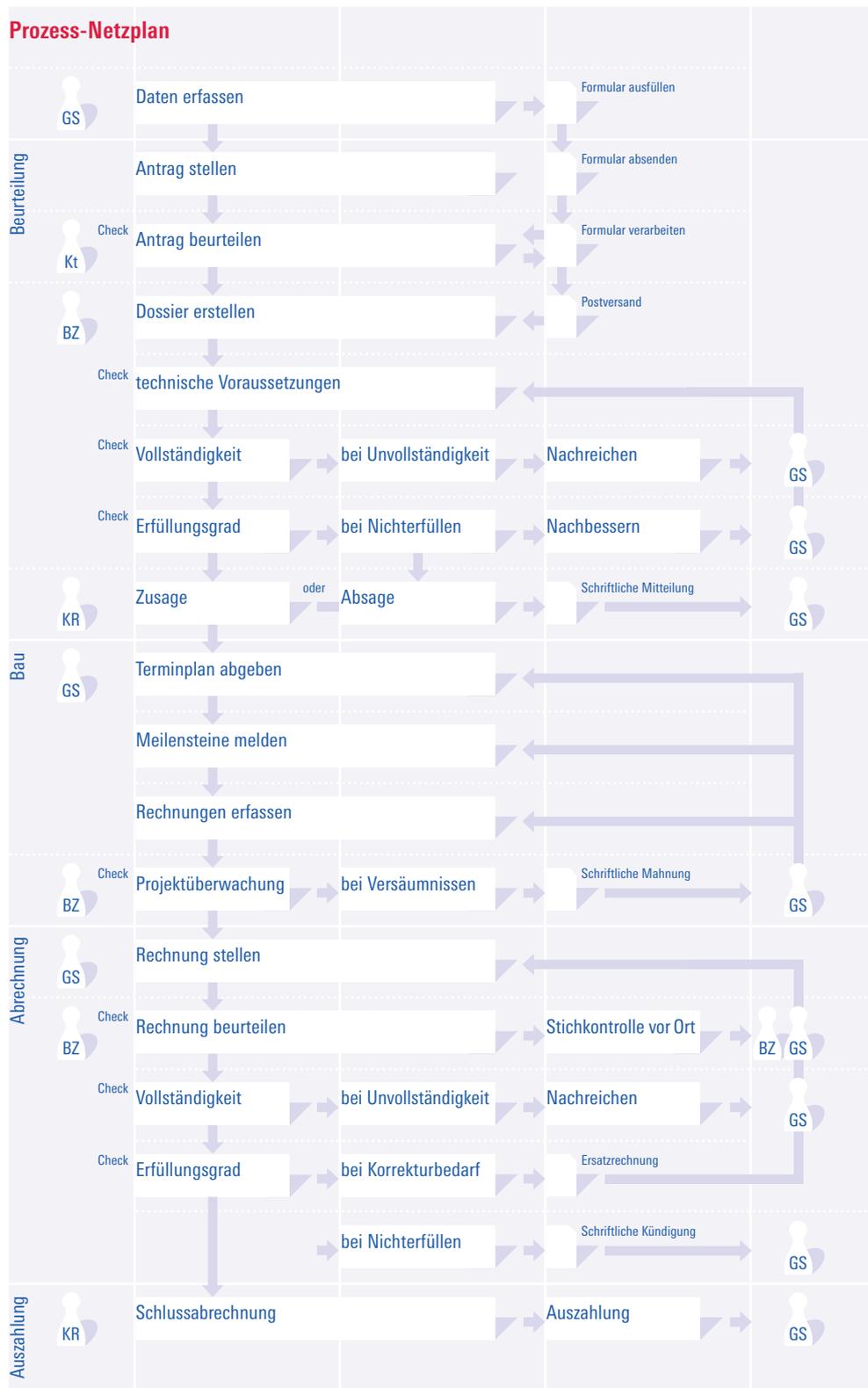
Der Hauptprozess innerhalb des Gebäudeprogramms besteht im Stellen eines Antrages auf Beiträge durch einen Gebäudeeigentümer, in der Beurteilung der Qualität der geplanten Baumaßnahmen in Übereinstimmung mit den Förderbedingungen des Gebäudeprogramms durch das Bearbeitungszentrum und in der Begleitung des Gesuchstellers bis zur Auszahlung des Beitrags. Der Prozess kann grob in drei Phasen unterteilt werden, die Gesuchstellungs- und Beurteilungsphase, die Bauphase und die Abrechnungsphase.



Folgende Akteure sind an diesem Prozess beteiligt: der Gesuchsteller, allenfalls sein Stellvertreter (zB. Architekten oder Immobilienverwalter), der Energieberater oder ein akkreditierter Projektbegleiter sowie die Mitarbeiter der kantonalen Energiefachstellen, die Mitarbeiter des Bearbeitungszentrums, die Mitarbeiter der Stiftung Klimarappen.

Diese Akteure nehmen grundsätzlich über internetbasierte Schnittstellen auf den Prozess Einfluss. Interaktionen zwischen den Akteuren werden von der Applikation teilweise durch automatisch erzeugte Dokumente unterstützt. Daneben unterstützt ein direkter Kontakt zwischen den Mitarbeitern des Bearbeitungszentrums und dem Gesuchsteller oder dessen Vertreter den Informationsaustausch, speziell in der Phase der Gesuchsbeurteilung.

-  GS Gesuchsteller
-  Kt Kanton
-  BZ Bearbeitungszentrum
-  KR Stiftung Klimarappen



Hauseigentümer stellt Gesuch

Gesuche können generell nur über das Internet erfasst werden. Die Gesuchstellung kann in deutscher oder französischer Sprache erfolgen. Zur Gesuchstellung muss der Gesuchsteller eine Energiefachperson zuziehen, die das Gesuch unterzeichnet und mit ihrer Unterschrift für die fachgerechte Ausführung der Erneuerungsmassnahmen bürgt. Bei einfachen Massnahmen an Einfamilienhaus-Projekten mit einem voraussichtlichen Beitrag bis etwa 6'000 Franken kann auf die Unterschrift der Energiefachperson verzichtet werden.

Es müssen allgemeine Angaben zum Objekt, dem Eigentümer, allenfalls dessen autorisierter Vertreter/Vertreterin und der zugezogenen Energiefachperson gemacht werden. Die Angaben zum Energieverbrauch des Gebäudes vor der Erneuerungsmassnahme dienen einer späteren Erfolgskontrolle bezüglich der eingesparten CO₂-Mengen. Der Energieverbrauch des Gebäudes muss durch die vom Gesuchsteller gemachten Angaben nachvollziehbar sein. Im dritten Frageblock erfasst der Gesuchsteller die Daten zu den geplanten Massnahmen an seiner Liegenschaft.

Die Applikation zeigt den zu erwartenden finanziellen Beitrag der Stiftung Klimarappen. Schliesslich wird der Einfluss des Gebäudeprogramms auf die Entscheidung des Gesuchstellers zur Sanierung erhoben.

Folgende Angaben müssen zwingend in der Applikation erfasst werden, um das Gesuch einreichen zu können:

- allgemeine Angaben (Projekttitle, Adresse, Kanton, Baujahr, Gebäudetyp, Eigentümer & Energiefachperson)
- energetische Angaben (Energiebezugsfläche, Jahresenergieverbrauch Wärme, Energie-Kennzahl Wärme, jetziger Wärmeerzeuger, Brauchwasser Erwärmung)
- Angaben zu den geplanten Massnahmen (Ausmass und Kosten)
- Fragenkatalog zum Entscheidungsprozess des Gesuchstellers

Auf der Übersichtsseite werden dem Gesuchsteller alle von ihm gemachten Angaben vorgehalten.

Nach erfolgter Eingabe aller Daten in der Webapplikation löst der Gesuchsteller im letzten Schritt durch seine Bestätigung die Generierung eines PDF-Dokumentes aus. Dieses Antrags-Dokument reicht er, mit den Unterschriften des Gesuchstellers und der Energiefachperson versehen, zusammen mit weiteren Unterlagen an die kantonale Energiefachstelle ein. Erst durch das Versenden des unterschriebenen Dossiers wird die Gesuchstellung eingeleitet.

Rolle des Standortkantons

Das Gebäudeprogramm der Stiftung wurde in Absprache mit der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren ausgearbeitet. Es ergänzt die Aktivitäten der Kantone bei der Haustechnik und den erneuerbaren Energien optimal. In der Regel nimmt zudem die Energiefachstelle des Standortkantons die Vorprüfung des Gesuches vor, bevor sie die Unterlagen per Briefpost dem Bearbeitungszentrum weiterleitet. Die Kantone haben Einsicht in alle vom Gesuchsteller erfassten Angaben und den zeitlichen Ablauf des Gesuches bis zur Auszahlung respektive zur Vertragsauflösung durch Kündigung.

Beurteilung des Gesuches im Bearbeitungszentrum

Das Bearbeitungszentrum führt ein physisches Dossier mit allen Dokumenten zum jeweiligen Gesuch. Die Gesuchsbewirtschaftung wird unterstützt durch eine interne Datenbank, in der alle Notizen zum Gesuch sowie die für die Beurteilung des Antrages und der Kontrolle der Schlussabrechnung relevanten Daten festgehalten werden.

Im Bearbeitungszentrum erfolgt eine technisch/energetische Beurteilung des Gesuches. Fehlen gewisse Unterlagen oder bestehen Unklarheiten bezüglich den vom Gesuchsteller geplanten Erneuerungsmassnahmen, leitet das Bearbeitungszentrum einen Nachreichungs- oder Nachbearbeitungsschritt ein.

Vertragsabschluss durch Stiftung

Nach erfolgter Beurteilung der Gesuche empfiehlt das Bearbeitungszentrum der Stiftung Klimarappen, den Antrag des Gesuchstellers anzunehmen und einen Vertrag mit ihm abzuschliessen oder den Antrag abzulehnen.

Im positiven Fall druckt die Stiftung Klimarappen das entsprechende von der Webapplikation erzeugte Dokument «Förderzusage» aus und sendet dieses unterschrieben dem Gesuchsteller per Post zu. Damit besteht zwischen der Stiftung und dem Gesuchsteller ein Vertragsverhältnis auf privatrechtlicher Basis.

Bauphase

Mit der Förderzusage erhält der Gesuchsteller die Aufforderung, innert 30 Tagen seinen Projektzeitplan in der Applikation zu erfassen. Dazu muss er sich in der Webapplikation einloggen. Es besteht die Möglichkeit durch das Bearbeitungszentrum, auf ein in der Applikation erfasstes Gesuch mehrere zusätzliche Logins zu erstellen.

Einreichen der Schlussabrechnung

Spätestens 8 Wochen nach dem Bauabschluss der energierelevanten Massnahmen trägt der Gesuchsteller seine Angaben zu den effektiv realisierten Massnahmen und den entsprechenden Kosten in der Webapplikation ein. Nach dem Abspeichern wird eine «Zusammenstellung der realisierten Massnahmen» als Dokument erzeugt, welches der Gesuchsteller zusammen mit den Unterlagen dem Bearbeitungszentrum per Post zustellt.

Beurteilung der Schlussabrechnung

Anschliessend kontrolliert das Bearbeitungszentrum seine Angaben mit Hilfe der zugestellten Kopien der Unternehmensschlussrechnungen auf Plausibilität und vergleicht die Angaben mit denen der Förderzusage. Bei Unklarheiten kann der Gesuchsteller aufgefordert werden, weitere Unterlagen nachzureichen und das Bearbeitungszentrum kann präventiv oder bei Verdacht auf Betrug eine Stichkontrolle vor Ort am Objekt vornehmen.

Auszahlung der Beiträge durch die Stiftung Klimarappen

Nach erfolgter Beurteilung der Unterlagen empfiehlt das Bearbeitungszentrum der Stiftung Klimarappen den Beitrag zur Zahlung freizugeben. Die Webapplikation generiert eine Liste mit allen notwendigen Angaben zur Zahlung zuhanden der Stiftung. Diese Liste wird monatlich in der Buchhaltungssoftware der Stiftung verarbeitet, welche die Zahlungen an die Gesuchsteller auslöst.

Ebenfalls monatlich wird durch das Bearbeitungszentrum die CO₂-Buchhaltung aktualisiert und der Stiftung übermittelt.

Projektbegleiter

Akkreditierte Projektbegleiter

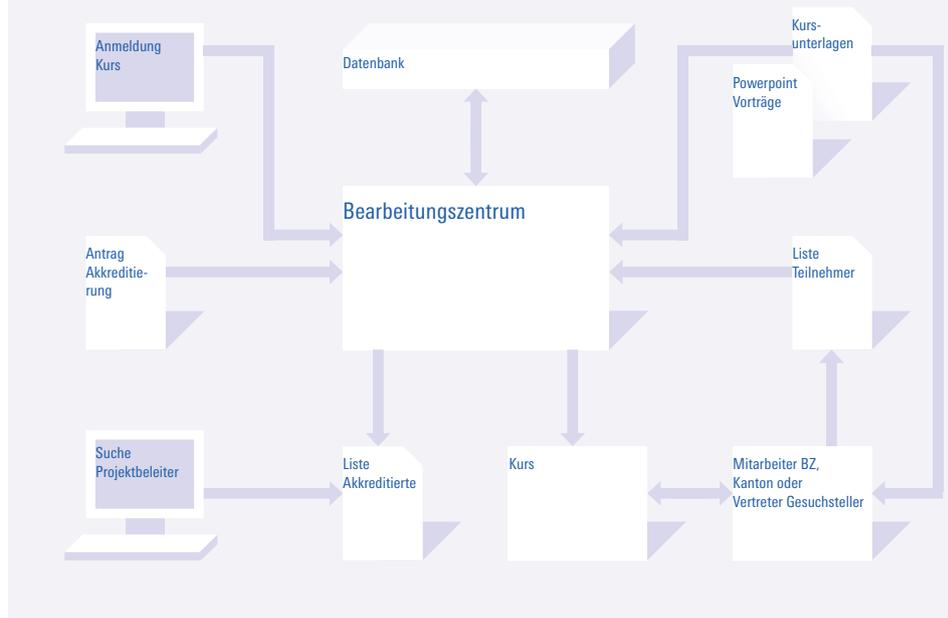
Als zusätzliche Massnahme, um das Gebäudeprogramm in der Branche bekannter zu machen und die Qualität der eingereichten Gesuche zu erhöhen, wurde ein Netzwerk von Projektbegleitern etabliert.

Voraussetzung, um Projektbegleiter zu werden, war die Berufserfahrung als Architekt, Energieberater, Ingenieur oder Experte im Bereich der energetischen Gebäudeerneuerung und zusätzlich der Besuch eines 2-3-stündigen Einführungskurses. Jährlich führten Mitarbeiter des Bearbeitungszentrums in allen Landesregionen zusammen mit den kantonalen Energiefachstellen diese Kurse durch. Damit sollte die Qualität der Gesuche verbessert werden und die Kompetenz der Projektbegleiter in Bezug auf das Gebäudeprogramm erhöht werden. Nach erfolgtem Besuch eines Kurses konnte der Projektbegleiter die Akkreditierung beim Gebäudeprogramm beantragen.

Akkreditierte Projektbegleiter hatten für jedes eingereichte Gesuch, das eine Förderzusage erhielt, Anspruch auf einen Beitrag von 500 Franken, beziehungsweise 750 Franken bei Gesuchen mit Gesamtbonus.

Auf der Website des Gebäudeprogramms wurde eine Liste mit den Adressen aller akkreditierten Projektbegleiter in regelmässigen Zeitabständen veröffentlicht. Dies sollte potenzielle Gesuchsteller bei der Suche nach geeigneten Fachleuten unterstützen.

Informationsfluss



Projektbegleiterkurse

Die Kurse waren für Energiefachpersonen kostenlos. Interessierte Fachleute konnten sich via Webschnittstelle für einen Kurs anmelden. Die Verwaltung der Kurse und der Kursteilnehmer wurde vom Bearbeitungszentrum mittels der Webapplikation bewerkstelligt.

Das Bearbeitungszentrum stellte die Unterlagen für die Referenten der Projektbegleiterkurse zur Verfügung. An den Kursen wurden Unterlagen zum Gebäudeprogramm, die Formulare zur Akkreditierung und Rechnungsstellung sowie ein Handout der gezeigten Powerpoint-Folien ausgehändigt. Diese Unterlagen lagen in deutscher und französischer Sprache vor und standen auch in einem passwortgeschützten Downloadbereich auf der Webseite des Gebäudeprogramms für alle Kursteilnehmer zur Verfügung.

Projekt 3510 – minus 20'650 kWh



Umbau Einfamilienhaus Gellerstrasse 8222 Beringen

- Fassaden mit 140 mm Steinwolle gedämmt und mit Holz verschalt
- Dach mit 240 mm Steinwolle gedämmt
- alle Fenster ersetzt
- Kellerdecke mit 120 mm gedämmt

Erzielte energetische Einsparung:
20'650 kWh (entspricht 2'065 L Öl)

Durch den Bund angerechnete
Wirkung: 26,5 t CO₂ (bis 31.12.2012)

Förderbeitrag der
Stiftung Klimarappen: Fr. 10'580.-





Umbau Einfamilienhaus Imhof-Ritler 3903 Mund

- alle Aussenwände mit 160 mm Steinwolle gedämmt
- Dach ersetzt und mit 240 mm Steinwolle gedämmt
- alle Fenster ersetzt, teilweise durch dreifach verglaste Fenster mit neuer Geometrie

Erzielte energetische Einsparung:
26'650 kWh (entspricht 2'665 L Öl)

Durch den Bund angerechnete
Wirkung: 27,1 t CO₂ (bis 31.12.2012)

Förderbeitrag der
Stiftung Klimarappen: Fr. 12'338.-



Einleitung

Die Stiftung Klimarappen hat sich dazu verpflichtet, in den Jahren 2008 bis 2012 insgesamt 12 Millionen Tonnen CO₂ zu reduzieren. Davon müssen mindestens 2 Millionen Tonnen im Inland und dürfen höchstens 10 Millionen Tonnen im Ausland reduziert werden. Quantitativ sind die Ziele der Stiftung in der Rahmenvereinbarung vorgegeben, welche die Stiftung mit dem Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation des Bundes (UVEK) am 30. August 2005 abgeschlossen hat.

Das Gebäudeprogramm leistet dabei einen massgebenden Beitrag an die im Inland eingesparten Tonnen CO₂.

Grundlagen zur Wirkungsberechnung

Die Stiftung berechnet die im Rahmen des Gebäudeprogramms eingesparte Menge CO₂ aufgrund der zwischen dem UVEK und der Stiftung vereinbarten Wirkungsberechnung. Diese CO₂-Reduktion basiert auf einer prognostizierten Referenzentwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaften in der Schweiz während der Laufzeit des Gebäudeprogramms. Die Referenzentwicklung geht davon aus, dass bei einem Teil der Gebäude die unterstützten Massnahmen auch ohne Förderung ausgeführt würden und berücksichtigt die voraussichtlichen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in den nächsten Jahren (Heizölpreisentwicklung, CO₂-Abgabe, etc.).

Die Stiftung kann nur die gegenüber dieser Referenzentwicklung eingesparten Mengen an CO₂ anrechnen. In der Wirkungsberechnung wird für jedes Objekt entsprechend dem verwendeten

Energieträger (Heizöl, Gas, Kohle) die eingesparte Menge CO₂ aufgrund der effektiv erneuerten Flächen und der Wirkungsformel berechnet. Dabei kann lediglich die über die Zeit bis Ende des Jahres 2012 erzielte Wirkung angerechnet werden, obwohl die physikalische Wirkung über die ganze Lebensdauer der Bauteile (30-40 Jahre) wirksam ist.

Im Falle von Projekten, die durch den Kanton eine zusätzliche Förderung erhalten, wird die Wirkung anteilig bezogen auf die Förderbeiträge zwischen der Stiftung und dem Kanton aufgeteilt.

Mitnahmeeffekt

Das Gebäudeprogramm unterstützte nur Massnahmen an der gesamten Gebäudehülle (Gesamterneuerung) oder mehrere gleichzeitig ausgeführte Einzelmassnahmen (mindestens zwei der Gebäudeteile Dach, Aussenwand und Fenster). Die geforderten minimalen U-Werte der zu erneuerten Bauteile waren zudem deutlich über den gesetzlichen Anforderungen angesetzt.

Es wird davon ausgegangen, dass ein Teil der unterstützten energetischen Erneuerungen auch ohne Gebäudeprogramm ausgeführt worden wären. Diese Mitnahmeeffekte werden gemäss folgender Tabelle in der Wirkungsberechnung berücksichtigt.

Wirkungsfaktoren

Die Wirkungsberechnung zuhanden des Bundes geht von den effektiv ausgeführten Flächen der unterschiedlichen Bauteile aus. Die Wirkung pro Bauteil wird mit den vom Bund festgelegten Wirkungsfaktoren gewichtet.

Die CO₂-Reduktion wird für die Zeitspanne vom gemeldeten Bauabschluss bis zum 31.12.2012 berechnet. Die Wirkungsfaktoren sind in nachstehender Tabelle dargestellt.

Änderungen der Rahmenbedingungen

Einführung akkreditierter Projektbegleiter

Im Januar 2008 wurde mit dem Prozess der Akkreditierung von Projektbegleitern begonnen. In allen Regionen der Schweiz wurden Kurse für angehende Projektbegleiter durchgeführt. Diese erhielten nach dem Besuch des Kurses für erfolgreich eingereichte Gesuche ein Honorar von der Stiftung Klimarappen. Für alle bewilligten Gesuche konnten akkreditierte Projektbegleiter ein Honorar von 500 Franken in Rechnung stellen, für Gesuche mit einem bewilligten Bonus zusätzliche 250 Franken.

Änderung des Fördermodells

Im Januar 2008 wurden die Förderbedingungen gelockert. Neu konnten auch Projekte unterstützt werden, die mehr als 65% der gesamten Gebäudehülle erneuerten, unabhängig ob die einzelnen Bauteile vollständig erneuert wurden. Falls bereits früher Teile der Gebäudehülle nach den Vorgaben SIA380/1 erneuert wurden, konnte ab Januar 2008 die Erneuerung der restlichen Bauteile auch unterstützt werden. Die Förderbeiträge der Bauteile Estrichboden und Wand/Boden gegen unbeheizt sowie Fenster in 3-fach Verglasung oder optimiert/Minergermodul wurden angehoben.

Im Januar 2009 wurden die Förderbeiträge der Fenster in der Förderstufe 3-fach Verglasung und optimiert/Minergermodul nochmals angehoben.

Angenommene Mitnahmeeffekte						
	Grund- förderung	3-fach Verglasung	Optimiert Minergermodul	Bonus		
Dach	20%		30%	0%		
Estrichboden	10%		20%	0%		
Wand gegen Aussen	15%		20%	0%		
Fenster	65%	20%	10%	0%		
Boden /Wand gegen unbeheizt	0%		0%	0%		

Wirkungsfaktoren des Bundes (kWh /m² Bauteil)						
	Grund- förderung	3-fach Verglasung	Optimiert Minergermodul			
Dach	48.7512		51.8592			
Estrichboden	27.2794		30.1210			
Wand gegen Aussen	48.8844		52.4364			
Fenster	86.9022	96.8478	114.075			
Boden/Wand gegen unbeheizt	29.8368		34.8096			

Verteilung Projektbegleiter-Kurse						
Region	Kantone	Kurse	Teilnehmer	akkreditierte Projektbegleiter	Zusagen	
NW-Schweiz	AG, BE, BL, BS, SO	15	839	662	2221	
Zentralschweiz	LU, NW, OW, SZ, UR, ZG	3	156	116	647	
Zürich	ZH	4	314	249	976	
Ost-Schweiz	AI, AR, GL, GR, SG, SH, TG	7	300	242	553	
Romandie	FR, GE, JU, NE, VD, VS	11	437	194	704	
Tessin	TI	3	157	103	68	

Zusatzförderung Kantone				
	Fossil beheizt	Nicht fossil beheizt	Beendet am	
Zürich	+ 33%	133%	31.12.2009	
Bern	+ 1/3	4/3	31.10.2009	
Aargau	+ 100%	200%	13.11.2009	
St. Gallen	+ 33%	133%	03.06.2009	
Luzern	+ 100%	200%	24.05.2009	
Waadt	+ 100%	–	11.12.2009	
Wallis	+ 100%	200%	19.11.2009	
Neuenburg	+ 100%	200%	22.10.2009	
Freiburg	+ 100%	200%	13.10.2009	

Zusatzförderung Kanton im Rahmen Konjunkturförderprogramm

Die aufgeführten 9 Kantone haben insbesondere auf Basis der Fördermittel aus der Konjunkturförderung des Bundes ab 2009 weitere Mittel im Umfang von rund 60 Millionen Franken für Gesuche verwendet, die beim Klimarappen eingereicht worden sind. In der folgenden Übersicht sind die Beitragshöhen in Bezug zum Beitrag der Stiftung Klimarappen aufgelistet.

Die Beurteilung der Gesuche fand auch bei nicht fossil beheizten Projekten durch das Bearbeitungszentrum statt.

Auswertungen

Die folgenden Auswertungen beziehen sich, falls nicht explizit anders deklariert, ausschliesslich auf die aufgeführten fossil beheizten Projekte. Im Rahmen der kantonalen Zusatzförderung wurden von den Kantonen auch nicht fossil beheizte Gebäude unterstützt.

Von der UNO werden projektbasierte CO₂-Zertifikate für eine Wirkungsdauer von maximal 21 Jahren ausgestellt. Beim Gebäudeprogramm wird die Wirkung nur bis zum Ende des Jahres 2012 angerechnet, bewirkt wird aber eine CO₂-Reduktion über die Lebensdauer der Bauteile (30 – 40 Jahre). Dieser Umstand macht es schwierig, die Kosten pro eingesparte Tonne CO₂ auf dem internationalen Markt mit denjenigen im Gebäudeprogramm zu vergleichen. Die folgende Tabelle zeigt deshalb auch die erzielte Wirkung über 21 Jahre nebst der anrechenbaren Wirkung.

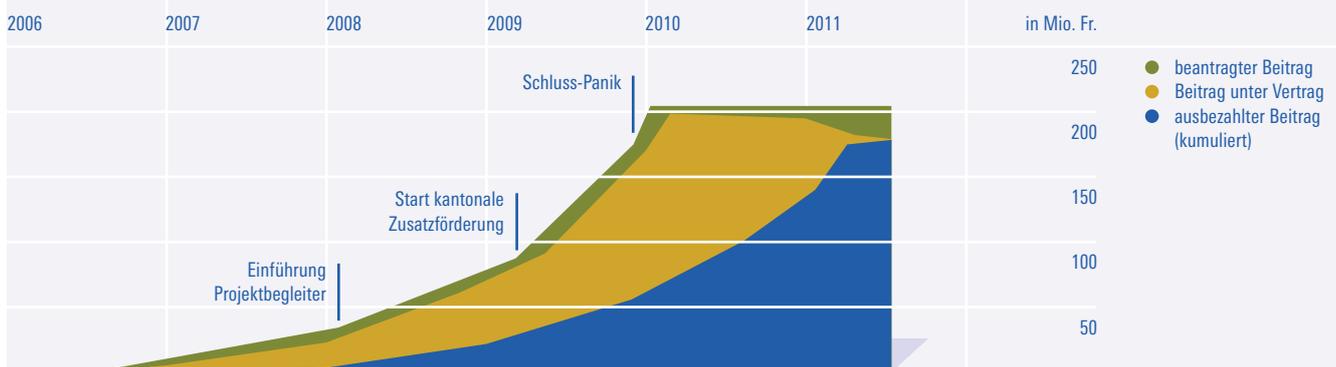
Die von der Stiftung Klimarappen eingesetzten Mittel verteilen sich zu 63% auf Programme im Inland und 37% auf internationale CO₂-Zertifikate. In das Gebäudeprogramm flossen 176 Mio. Franken Fördergelder, was einem Anteil von 26% entspricht. An der insgesamt durch die Stiftung Klimarappen bewirkten anrechenbaren Reduktion von 14.5 Mio. Tonnen CO₂ trägt das Gebäudeprogramm mit bescheidenen 0.2 Mio. Tonnen CO₂ bei.

Die Kosten der anrechenbaren CO₂-Wirkung liegt damit beim Gebäudeprogramm bei 937.-/t CO₂. Die Kosten gerechnet auf eine 21-jährige Wirkung belaufen sich auf 143.-/t CO₂.

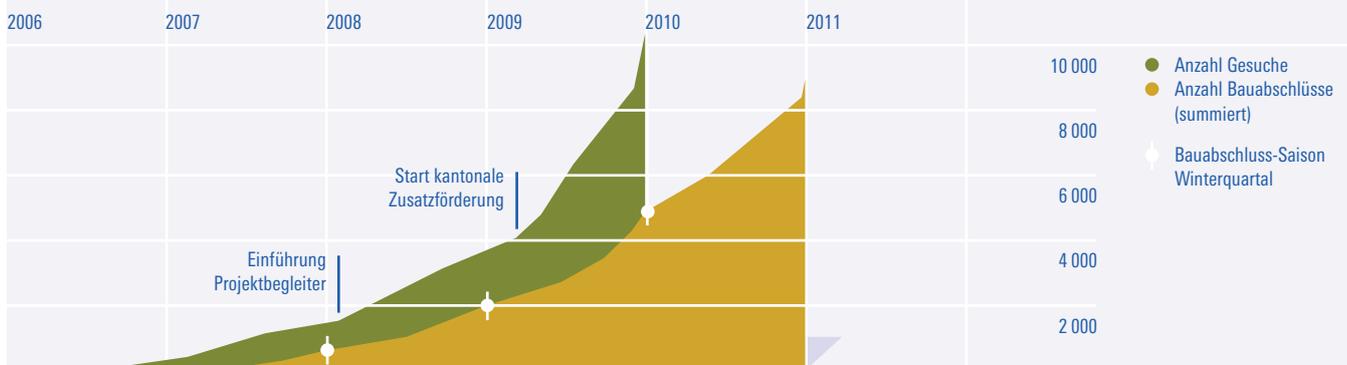
Zusammenfassung der Beiträge und CO₂-Wirkungen nach Kanton

	Anzahl Projekte	Beiträge Kanton	Beiträge Stiftung Klimarappen	anrechenbare t CO ₂ Kanton	anrechenbare t CO ₂ Stiftung	t CO ₂ total auf 21 Jahre	Energie-relevante Investitionen
Aargau	1'281	12'658'520	19'390'081	6'598	18'051	164'633	161'365'801
Appenzell Ausserrhoden	36		712'953	0	848	5'854	4'942'869
Appenzell Innerrhoden	81		1'215'657	0	1'626	10'124	11'529'376
Basel-Landschaft	281		5'988'482	0	8'911	53'854	55'397'636
Basel-Stadt	3		23'320	0	31	219	217'801
Bern	1'413	4'710'493	27'080'900	3'616	31'386	235'692	252'290'448
Freiburg	147	1'115'270	2'461'146	642	2'979	22'981	22'089'416
Genf	81		1'969'654	0	3'232	19'547	32'391'181
Glarus	48		914'552	0	1'690	9'259	8'519'133
Graubünden	141		2'117'924	0	3'231	20'175	20'013'339
Jura	77		1'068'157	0	1'353	9'335	8'739'723
Luzern	450	2'437'720	11'995'601	1'418	14'178	102'758	97'009'155
Neuenburg	201	1'732'957	4'599'103	855	4'711	38'887	39'205'071
Nidwalden	45		835'429	0	1'533	8'415	9'090'107
Obwalden	43		1'426'314	0	1'426	10'675	10'586'433
St. Gallen	715	250'473	12'433'121	237	17'854	110'178	105'105'896
Schaffhausen	44		983'172	0	1'613	8'693	8'543'625
Solothurn	261		4'501'572	0	6'399	40'180	40'724'404
Schwyz	147		3'316'427	0	4'887	30'793	32'196'564
Tessin	140		2'707'048	0	3'408	23'403	21'924'903
Thurgau	137		3'807'313	0	5'749	31'532	27'081'876
Uri	25		626'647	0	1'189	6'262	5'177'410
Waadt	406	5'650'700	10'571'420	2'638	8'992	85'932	100'774'838
Wallis	287	3'814'120	5'626'592	1'734	4'549	47'306	49'932'110
Zug	104		3'368'018	0	5'706	43'100	30'024'036
Zürich	1'625	9'676'931	45'457'325	6'841	51'828	385'245	401'451'544
Schweiz	8'219	42'052'184	175'197'928	24'584	207'358	1'516'032	1'556'324'695

Zeitlicher Verlauf der beantragten, bewilligten und ausbezahlten Fördergelder



Zeitlicher Verlauf der eingetroffenen Anträge und erfolgten Bauabschlüsse



Zeitlicher Verlauf

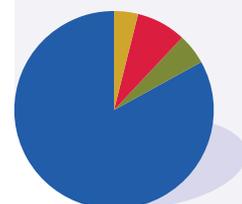
Im zeitlichen Verlauf der eingetroffenen Gesuche sind die beiden Zeitpunkte, an denen Massnahmen ergriffen wurden, um die Attraktivität des Programms zu erhöhen, deutlich sichtbar. Gegen Ende des Förderprogramms ist wie erwartet nochmals eine Zunahme der Gesuche zu sehen.

Der zeitliche Verlauf der Vollendung der Projekte (Bauabschluss) zeigt deutlich die saisonal bedingten Schwankungen im Bausektor mit einer Zunahme der Bauabschlüsse im Spätherbst.

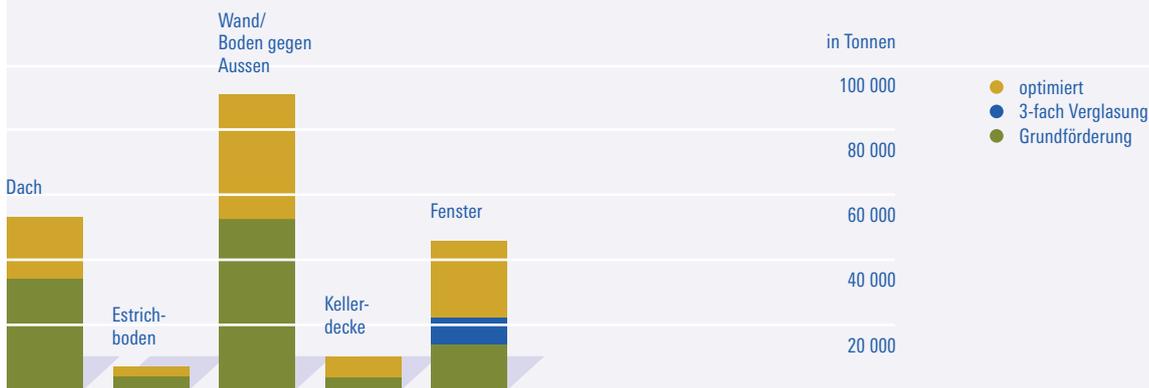
Insgesamt mussten ca. 5% der gestellten Anträge abgelehnt werden. Zusätzlich wurden weitere 8% der Projekte aus unterschiedlichen Gründen nicht oder nicht rechtzeitig bis Ende 2011 verwirklicht, bei 4% wurden die Förderbedingungen schlussendlich nicht eingehalten.

Quote der abgelehnten oder nicht ausgeführten Gesuche

Kategorie	in %
nicht erfüllt	4
zurückgezogen	8
Ablehnung	5
erfolgreich	83



Anrechenbare CO₂-Wirkung nach Bauteil (gemäss Wirkungsmodell mit Bund)



Vergleich Verteilung Bauteile Gesamte Schweiz¹ / Projekte Gebäudeprogramm

	Wand/Boden gegen Aussen	Dach	Fenster	Estrichboden	Kellerdecke (und andere)
Gebäudepark Schweiz ¹	34%	20%	17%	5%	24%
Gebäudeprogramm	45%	27%	13%	6%	9%

CO₂-Wirkung

Vergleicht man die Verteilung der anrechenbaren CO₂-Wirkung nach Bauteil, so ist der Anteil der Fassade am grössten, gefolgt vom Dach, den Fenstern und den Bauteilen gegen unbeheizte Räume wie Estrichboden und Kellerdecke und Andere.

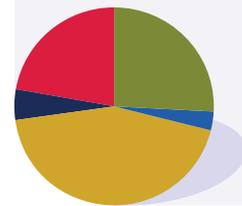
Beim Vergleich zwischen den relativen CO₂-Werten und der flächenmässigen Verteilung fällt auf, dass die Fenster in der CO₂-Wirkung überproportional ins Gewicht fallen, Bauteile gegen unbeheizte Räume wie Estrich und Keller hingegen erwartungsgemäss weniger Wirkung zeigen.

Im Vergleich zum Schweizer Gebäudepark¹ fällt auf, dass im Gebäudeprogramm Erneuerungen der Fassade und des Daches übervertreten sind. Voraussetzung für die Unterstützung im Gebäudeprogramm war, dass mindestens zwei der Bauteile Fassade, Dach und Fenster erneuert werden.

¹ Gemäss einer Studie von Wüst + Partner aus dem Jahre 2004, die auch mitberücksichtigt wurde bei der Ausarbeitung des Wirkungsmodells

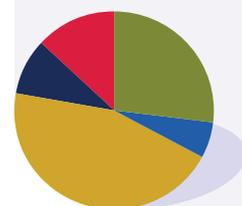
Prozentuale Verteilung der CO₂-Wirkung nach Bauteil

	in %
Dach	26
Estrichboden	3
Wand / Boden gegen Aussen	44
gegen unbeheizt, z.B. Kellerdecke	5
Fenster	22



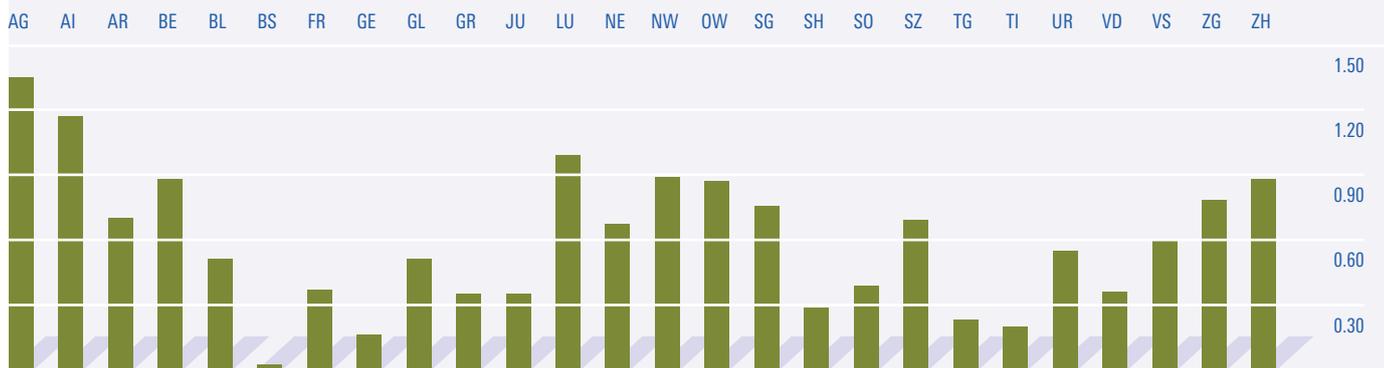
Prozentuale Verteilung der Flächen nach Bauteil

	in %
Dach	27
Estrichboden	6
Fassade	45
Kellerdecke	9
Fenster	13



Geförderte Wohngebäude bezogen auf Gebäudebestand (Wohngebäude, fossil beheizt) mit kantonaler Zusatzförderung im 2008

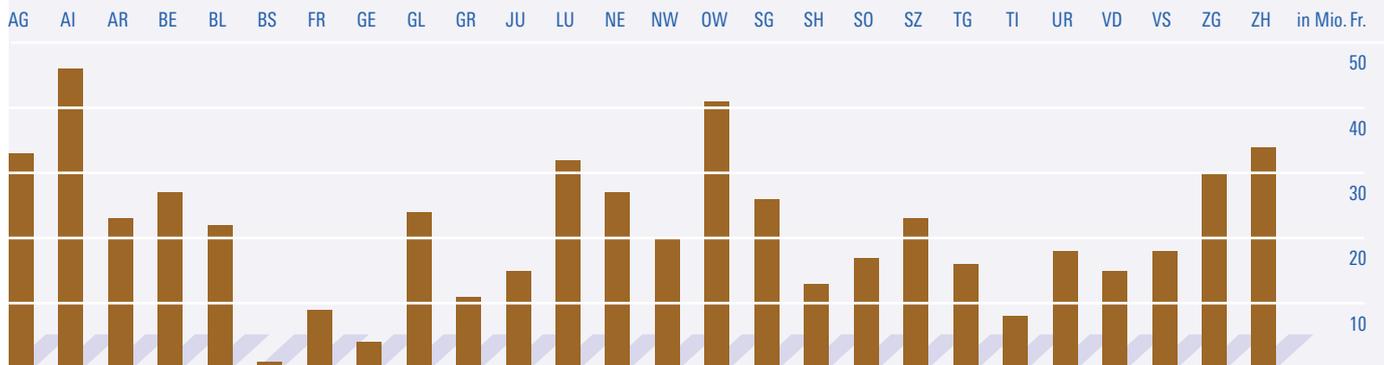
% des Gebäudebestandes



Verteilung der Fördergelder nach Kanton



Beitrag pro Einwohner (nur Beiträge der Stiftung) mit kantonaler Zusatzförderung im 2008



Die Grafik mit den Anteilen der unterschiedlichen Gebäudetypen der eingereichten Gesuche zeigt ein Übergewicht an Gesuchen mit Massnahmen an Einfamilienhäusern. Gemessen an der Energiebezugsfläche und damit in etwa auch der Gebäudehüllenfläche überwiegen die Mehrfamilienhäuser. Unter die Rubrik «diverse» fallen unter anderem auch Turnhallen, Schulen und Ähnliches.

Kantonale Verteilung

Beim Gebäudeprogramm waren nur fossil beheizte Gebäude beitragsberechtigt. Die Grafik zeigt im kantonalen Vergleich die Anzahl Gesuche (in der Regel pro Gesuch nur ein Objekt) bezogen auf den fossil beheizten Gebäudebestand im Kanton (nach BFS 2009), eingeschränkt auf Wohngebäude.

Die Kantone mit einer Zusatzförderung sowohl in der Deutschschweiz als auch in der Romandie weisen wie erwartet einen höheren Anteil an unterstützten Gebäuden auf. Speziell erfolgreich waren die Kantone AG und LU, die mit einer Verdoppelung der Beiträge durch kantonale Gelder einen erhöhten Anreiz schufen und diesen zusätzlich durch breitgefächerte Massnahmen im Bereich Kommunikation verstärkten. Die kleinen Kantone wie AI, NW, OW, AR schneiden im kantonalen Vergleich relativ gut ab, obwohl in diesen Kantonen keine zusätzlichen Anreize durch kantonale Zusatzförderung bestanden.

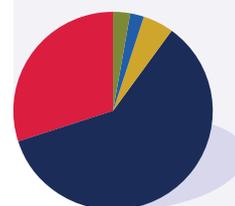
Die Grafik zeigt die absolut entrichteten Beiträge nach Kanton. Wie erwartet liegen in diesem Vergleich die grossen, gebäudereichen Kantone vorne.

Zieht man die Anzahl (Wohn-)Gebäude im Kanton zu Hilfe, wird ersichtlich, dass die Kantone LU und NE und in schwächerem Masse ZG und SZ und leicht OW überdurchschnittlich mehr Fördergeld erhielten. Die Kantone TI, GE und GR und in etwas abgeschwächter Form JU und SH schneiden schlechter ab als der Durchschnitt. Basel-Stadt bildet eine Ausnahme, da in diesem Kanton kaum Gesuche beim Gebäudeprogramm eingereicht wurden.

Die dritte Tabelle zeigt den von der Stiftung bezahlten Beitrag in Bezug auf die Anzahl Einwohner. Die kleinen Kantone AR und OW liegen in diesem interkantonalen Vergleich vorne, da hier ein paar grosse Projekte sich überproportional auswirken.

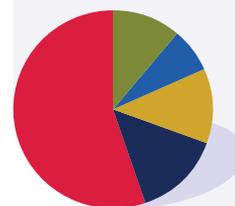
Verteilung Anzahl Gesuche nach Gebäudetyp

	in %
Gewerbe	3
Büro	2
Diverse	5
Einfamilienhaus	60
Mehrfamilienhaus	30

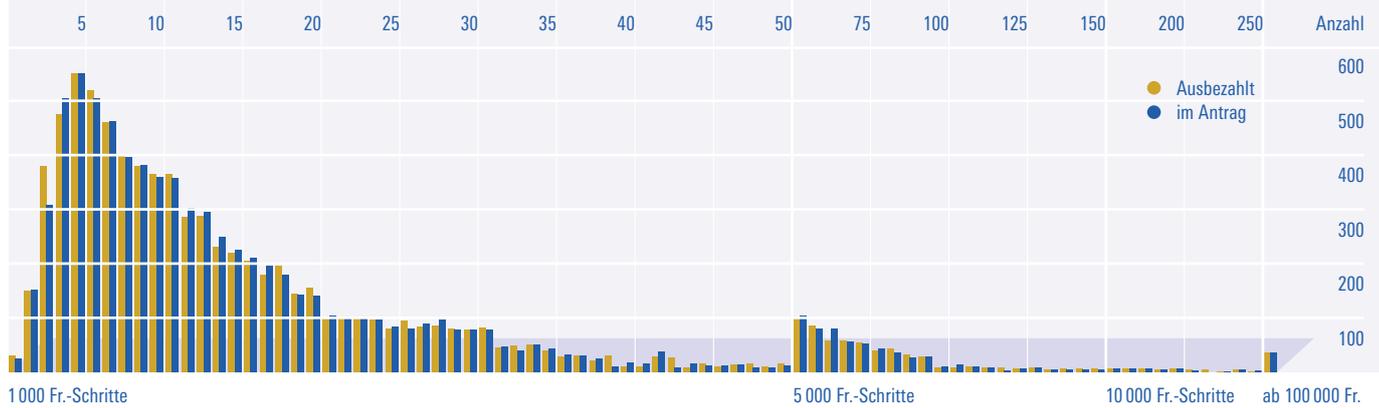


Verteilung Energiebezugsfläche nach Gebäudetyp

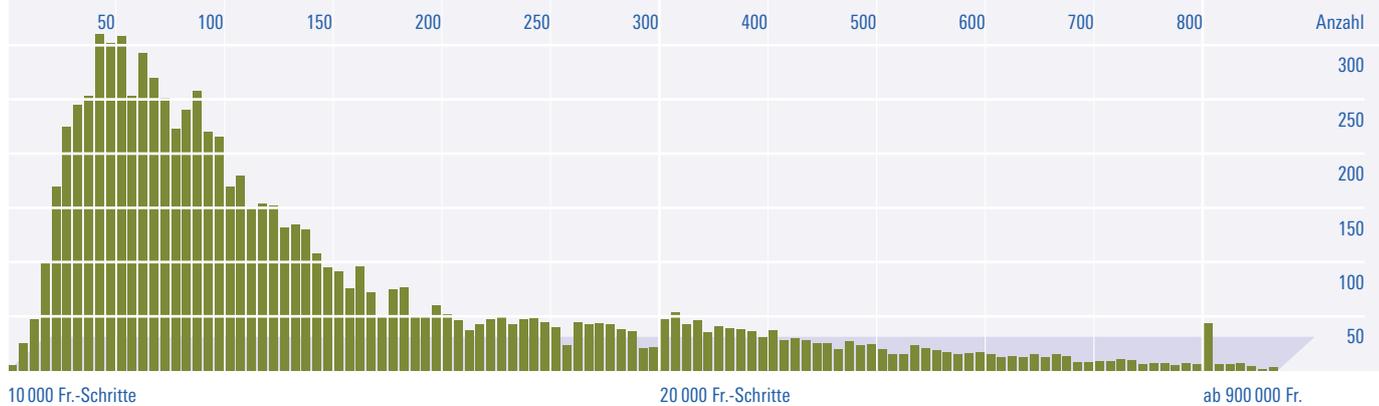
	in %
Gewerbe	11
Büro	7
Diverse	12
Einfamilienhaus	14
Mehrfamilienhaus	54



Häufigkeitsverteilung der ausbezahlten Beitragshöhe pro Gesuch



Häufigkeitsverteilung der ausgelösten Investitionen pro Gesuch (reine Investitionen für die Erneuerung der unterstützten Bauteile)



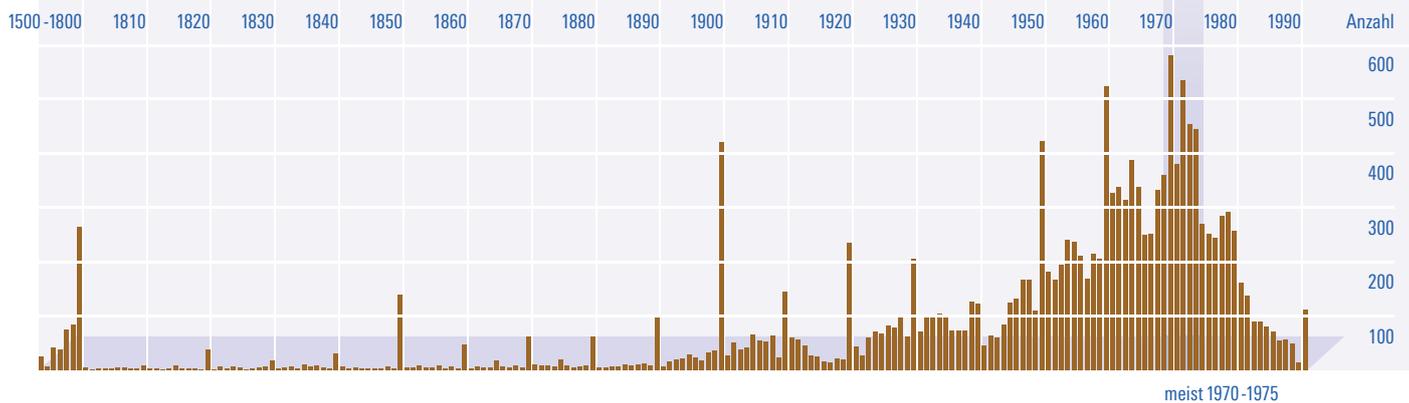
Diverse Auswertungen

Die meisten Projekte liegen im Bereich zwischen 4000 Franken und 7000 Franken Förderbeitrag. Zwischen dem Beitrag im Antrag und dem ausbezahlten Beitrag aufgrund der effektiv realisierten Ausmasse findet eine Umverteilung statt, da zum Zeitpunkt des Antrages die Ausmasse der Bauteile oft falsch eingeschätzt wurden.

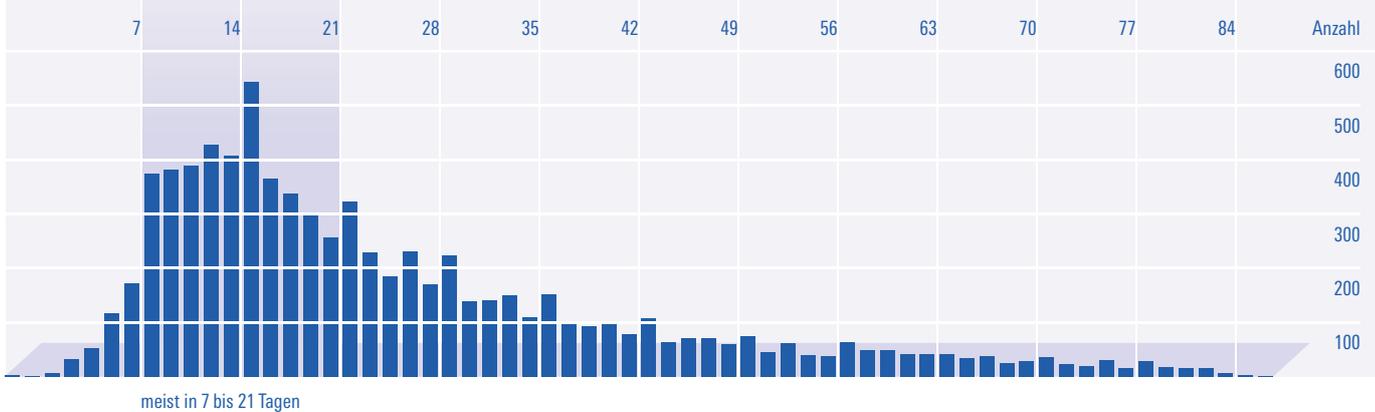
Die direkt durch die unterstützten Massnahmen ausgelösten Investitionen liegen mit einem Häufigkeitsmaximum im Bereich zwischen 50'000 Franken und 70'000 Franken. Die minimale Investition lag gemäss Förderbedingung bei 10'000 Franken, bis zur ersten Änderung der Förderbedingungen Anfangs 2008 bei 20'000 Franken.

Das Baujahr des Gebäudes musste vom Eigentümer im Gesuch angegeben werden. In der Verteilung der Gesuche nach Baujahr Gebäude sind deutliche Ausschläge bei den «vollen» Jahren zu verzeichnen. Die Vermutung liegt nahe, dass einige Eigentümer den Jahrgang ihres Gebäudes lediglich auf das Jahrzehnt genau schätzten und aus diesem Grund diese Spitzen bei den «vollen» Jahren auftreten.

Häufigkeitsverteilung Anzahl Gesuche nach Baujahr des Gebäudes (Eigendeklaration Eigentümer)



Häufigkeitsverteilung Bearbeitungszeit Anträge (in Tagen bis Zu- oder Absage)



Vorwiegend wurden Gebäude im Bereich der Baujahre 1970 bis 1975 unterstützt.

Die Bearbeitungszeiten für die Beurteilung der Gesuche betragen bei der Mehrheit der Gesuche zwischen 7 und 21 Tagen. Bei einigen der Anträge konnte sogar in kürzerer Zeit eine Zusage oder Absage erstellt werden.

Viele Anträge waren unvollständig und konnten erst nach einer Nachforderung von fehlenden Unterlagen beim Gesuchsteller beurteilt werden. In diesen Fällen zögerte sich der Zeitpunkt, bis zu dem eine Zu- oder Absage erstellt werden konnte, heraus.

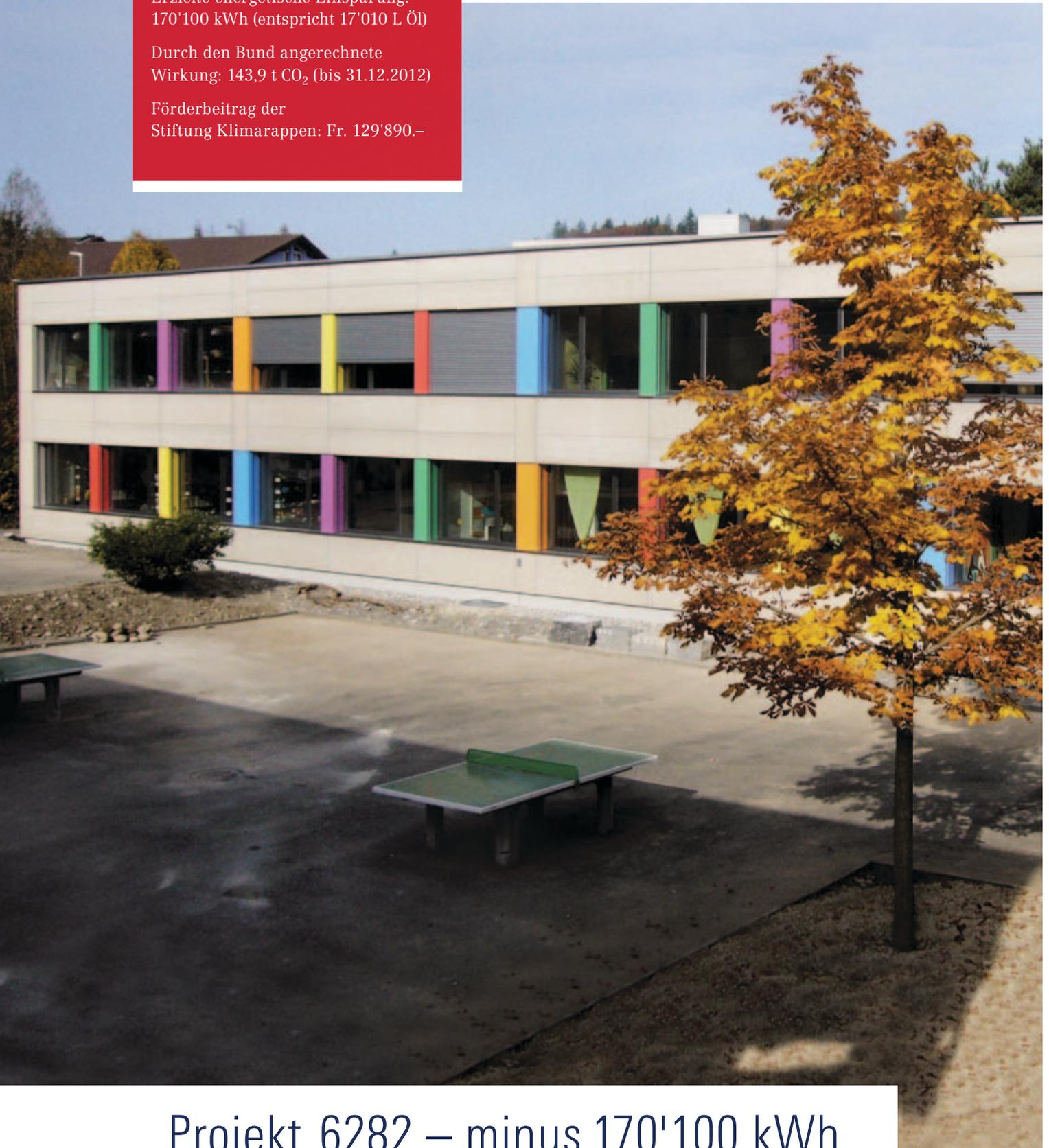
**Schulanlage Buchsee
3098 Köniz**

- Fassaden mit 160 mm Polystyrol gedämmt
- Dach mit zusätzlich 200 mm gedämmt
- alle Fenster durch Minergiefenster ersetzt
- Kellerdecke mit 140 mm gedämmt

Erzielte energetische Einsparung:
170'100 kWh (entspricht 17'010 L Öl)

Durch den Bund angerechnete
Wirkung: 143,9 t CO₂ (bis 31.12.2012)

Förderbeitrag der
Stiftung Klimarappen: Fr. 129'890.-



Projekt 6282 – minus 170'100 kWh

Projekt 9298 – minus 47'700 kWh



Sanierung Lindackerweg 8155 Niederhasli ZH

- alle Fassaden mit 180 mm Steinwolle gedämmt
- Dach mit 200 mm Zellulose gedämmt
- alle Fenster ersetzt

Erzielte energetische Einsparung:
47'700 kWh (entspricht 4'770 L Öl)

Durch den Bund angerechnete
Wirkung: 37,3 t CO₂ (bis 31.12.2012)

Förderbeitrag der
Stiftung Klimarappen: Fr. 30'730.–

zusätzlich:
Unterstützung durch Kanton
im Rahmen des Konjunkturförder-
programms: Fr. 10'140.–

Evaluation des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen

Interface Politikstudien Forschung Beratung / Ernst Basler + Partner AG

Luzern, den 28. September 2010

Diese Studie wurde im Rahmen der Evaluation des Bundesamtes für Energie BFE erstellt

Autoren:

Dr. Stefan Rieder (Projektleitung, Interface) rieder@interface-politikstudien.ch

David Walker (Interface) walker@interface-politikstudien.ch

Dr. Katrin Bernath (EBP) katrin.bernath@ebp.ch

Isabel Baumann (Interface) baumann@interface-politikstudien.ch

Ausgangslage und Zielsetzung

Auf Grund einer Vereinbarung zwischen dem Bund und der Stiftung Klimarappen wurde im Jahr 2006 – neben weiteren Programmen zur Verminderung von CO₂-Emissionen im In- und Ausland – das so genannte Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen geschaffen. Dieses sah vor, dass bis Ende 2009 rund 180 Millionen Franken für die energetische Sanierung von Gebäuden ausgegeben werden sollten. Zusätzlich stellte der Bund im Jahr 2009 weitere rund 80 Millionen Franken zur Verfügung, die im Gebäudebereich einzusetzen waren. Neun Kantone haben die Möglichkeit genutzt, über das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen die Mittel in Form von Förderzuschlägen einzusetzen. Das Gebäudeprogramm verfolgte das Ziel, den CO₂-Ausstoss in der Schweiz zu reduzieren. Zu diesem Zweck wurden mittels der Förderbeiträge Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer ermuntert, ihre Gebäude in Umfang und Qualität besser zu sanieren, als sie dies ursprünglich geplant haben.

Das Bundesamt für Energie hat das Gebäudeprogramm einer Evaluation unterzogen und Interface Politikstudien Forschung Beratung mit dieser Aufgabe betraut. Die Untersuchung verfolgte zwei Ziele:

- Konzeption, Umsetzung und Wirksamkeit des Gebäudeprogramms sollten einer kritischen Bewertung unterzogen werden.
- Es galt, Schlussfolgerungen zu ziehen im Hinblick auf die Durchführung und Optimierung weiterer Förderprogramme von Bund und Kantonen.

Fragestellung der Evaluation

Ausgehend von den Zielen galt es, die folgenden Fragen zu beantworten:

- Evaluationsfragen Konzeption: Ist die Konzeption konsistent aufgebaut, enthält sie alle wichtigen Elemente eines politischen Programms (Ziele, Massnahmen) und ist eine klare Planung der Umsetzung zu erkennen?
- Evaluationsfragen zum Vollzug: Wie gestaltet sich die Programmumsetzung? Wie arbeiten die Programmakteure zusammen?
- Evaluationsfragen zum Output: Wie viele Gesuche werden gestellt und bewilligt und welche Gründe sind für die Verteilung der Gesuche nach Kantonen verantwortlich?
- Evaluationsfragen zum Impact: Wie ist die Akzeptanz des Förderprogramms bei den Zielgruppen? Welche Wirkungen in Bezug auf Umfang und Qualität der Sanierungen von Gebäuden hat das Gebäudeprogramm ausgelöst?
- Evaluationsfragen zum Outcome: Wie hoch sind die geschätzten energetischen Wirkungen und die Reduktion des CO₂-Ausstosses? Wie plausibel sind die entsprechenden Berechnungen des Gebäudeprogramms?

Vergleichsebene und Methode

Die Evaluation hat mit zwei Vergleichen gearbeitet. Die Konzeption, der Vollzug, die Impacts und die Outcomes wurden an den Zielen gemessen, die in der Konzeption des Gebäudeprogramms aufgeführt sind. Zur Beurteilung des Outputs und der Impacts wurde zusätzlich ein Kontrollgruppenvergleich durchgeführt: Dabei wurden Daten von Empfängern der Fördermittel mit Angaben von Personen verglichen, die im gleichen Zeitraum eine Sanierung

eines Gebäudes durchgeführt, aber keine Fördermittel erhalten haben. Methodisch wurde die Evaluation mit der Auswertung von Dokumenten, qualitativen Interviews, drei Befragungen sowie Hochrechnungen und Schätzverfahren erarbeitet.

Ergebnisse I: Bewertung der Konzeption

Die Konzeption des Gebäudeprogramms ist konsistent aufgebaut und vollständig. Der Wirkungsmechanismus ist klar erkennbar. Ein Programmcontrolling und eine angemessene Organisationsstruktur sind vorhanden. Insbesondere der Fördermechanismus ist sehr differenziert gestaltet worden, was eine Stärke der Planung darstellt. Die einzige Schwäche der Konzeption besteht darin, dass der Aufwand für Information und Beratung und die Komplexität der Zusammenarbeit mit den Kantonen in der Planung unterschätzt worden ist.

Ergebnisse II: Bewertung des Vollzugs

Die wichtigsten Elemente des Vollzugs des Gebäudeprogramms sind die Interaktion zwischen den verschiedenen Akteuren und die von den Programmverantwortlichen eingesetzten Instrumente. Wir stellen zunächst den Befund für die drei wichtigsten Vollzugsakteure dar.

– Die Projektbegleitenden (Berater, welche die Gestuchstellenden unterstützt haben) und die Baufachleute waren bei der Unterstützung der Gestuchstellenden die zentralen Akteure. Die Projektbegleitenden haben wesentlich zur Qualität der Gesuche beigetragen. Die Zufriedenheit mit ihrer Arbeit seitens der Gestuchstellenden ist hoch. Hingegen ist es nur teilweise gelungen, die Projektbegleitenden als Motor für die Werbung bei den Gestuchstellenden einzusetzen.

– Die Energiefachstellen der Kantone haben eine stark unterschiedliche Rolle gespielt: Während die Zusammenarbeit zwischen dem Gebäudeprogramm und einem Teil der kantonalen Stellen sehr gut funktioniert hat, sind andere Kantone skeptisch gegenüber dem Förderprogramm geblieben und haben dieses nur teilweise unterstützt. Dies muss als Schwäche des Vollzugs bezeichnet werden.

– Die Arbeit des Bearbeitungszentrums (zentrale Stelle, welche die Gesuchabwicklung vorgenommen hat) kann als gut bezeichnet werden. Sowohl die Gestuchstellenden als auch die Projektbegleitenden sind insgesamt eher zufrieden oder sehr zufrieden mit den entsprechenden Leistungen.

Die wichtigsten Vollzugsinstrumente stellen die Informationsmittel sowie das Gesuchsformular und der damit verbundene Bewilligungsprozess dar.

– Bezüglich der Verständlichkeit und Handhabung fällt das Urteil für beide Instrumente gleich aus: Für Laien waren die Informationsmittel (Internet, Broschüren, Flyer) und das Gesuchsformular zu kompliziert. Für Baufachleute hingegen waren beide Hilfsmittel angemessen gestaltet.

– Der hohe Aufwand für den Gesuchsantrag und die Abwicklung des Verfahrens ist der wichtigste Kritikpunkt der Teilnehmenden und Projektbegleitenden an den Instrumenten. Besonders Laien, die ohne Unterstützung einen Antrag formulieren wollten, wurden durch das aufwändige Prozedere abgeschreckt.

Ergebnisse III: Bewertung der Outputs

Die Entwicklung der Gesuche zeigt zwei Merkmale: Erstens die geringe Resonanz und der nur zögerliche Zuwachs des Gesuchseingangs von 2006 bis Anfang 2009 und der sprunghafte Anstieg bis zum Schluss des Programms von Anfang 2009 bis Ende 2009. Zweitens die Verteilung der Gesuche, welche in den Kantonen sehr unterschiedlich ist.

In Hinblick auf diese zwei Aspekte kam die Evaluation zu folgendem Befund: Die Verteilung und der Umfang der Outputs lassen sich durch die Höhe der Fördermittel (die Kantone konnten durch eigene Programme und Gelder aus der Konjunkturförderung die Beiträge aufstocken) und den Umfang der Information und Beratung erklären, welche durch die Kantone angeboten worden sind. Mit andern Worten, das finanzielle Engagement der Kantone und ihr Angebot an Beratungsleistungen waren die zwei wesentlichen

Faktoren, die für die Beteiligung der Zielgruppen am Gebäudeprogramm verantwortlich waren. Die zusätzliche finanzielle Unterstützung der Gesuchstellenden in einem Teil der Kantone mit Mitteln aus der Konjunkturförderung hat im Vergleich zu den übrigen Kantonen wohl zu einer stärkeren Zunahme von Gesuchen und zu überdurchschnittlichem zeitlichen Vorziehen von Sanierungen geführt, nicht aber zu Sanierungen grösseren Umfangs oder besserer Qualität.

Ergebnisse IV: Bewertung der Impacts

Die finanzielle Förderung hatte zum Ziel, die Qualität und den Umfang von Sanierungen zu erhöhen (Impacts des Programms). In diesem Zusammenhang von Bedeutung sind die Effektivität der Förderung und die Höhe des Mitnahmeeffekts.

- Das Programm kann als effektiv bezeichnet werden: Die Fördermittel haben nachweislich dazu geführt, dass der Umfang und die Qualität der energetischen Sanierungen bei den geförderten Gebäuden angestiegen ist. Ein Vergleich der Qualität der geförderten Objekte mit einer Kontrollgruppe hat die Wirkung der Förderung aufgezeigt: Die unterstützten Sanierungen sind bezüglich der Dämmung von Dach, Aussenwänden und Fenstern qualitativ besser ausgeführt worden, als in der gleichen Periode sanierte Gebäude, die keine Unterstützung erhalten haben.
- Der Mitnahmeeffekt beeinflusst die Effektivität eines Förderprogramms entscheidend. Als Mitnehmer werden Personen bezeichnet, die die Sanierungen auch ohne die Mittel der Stiftung

Klimarappen in gleicher Qualität und in gleichem Umfang durchgeführt hätten. Der auf diese Weise definierte Mitnahmeeffekt kann mit der Befragung der Teilnehmenden am Programm auf 22 Prozent geschätzt werden, was einen vergleichsweise guten Wert darstellt.

Ergebnisse V: Bewertung der Outcomes

Das Gebäudeprogramm verfolgt als finale Zielsetzung die Vermeidung von CO₂-Emissionen. In dieser Hinsicht kam die Evaluation zu folgender Bewertung (bei den folgenden Ergebnissen zu den Wirkungen sind die Mitnahmeeffekte berücksichtigt): Das Gebäudeprogramm wird jährlich zu Einsparungen von 340 Gigawattstunden führen. Die jährliche CO₂-Reduktion beläuft sich auf 80'000 Tonnen. Die Stiftung Klimarappen kann sich für die Jahre 2008 bis 2012 215'000 Tonnen CO₂-Reduktion anrechnen lassen. Dieser Wert ist etwa um die Hälfte unter den Erwartungen geblieben. Grund dafür war primär der zögerliche Gesuchseingang in den Jahren 2006 bis 2008. Die Kosten für die CO₂-Reduktion in den Jahren 2008 bis 2012 belaufen sich auf rund 1'000 Franken pro Tonne CO₂-Reduktion, was etwa drei Mal höher liegt, als erwartet. Über die ganze Lebensdauer der Bauteile betrachtet, liegen die Kosten im Schnitt bei 80 bis 90 Franken pro Tonne CO₂.

Gesamtbewertung

Das Förderprogramm startete mit einer anspruchsvollen Konzeption, die bewusst hohe Anforderungen an die Vergabe der Mittel stellte. Damit wollten sich die Verantwortlichen auf Sanierungen konzentrieren, die bereits geplant waren und bei denen die Empfänger bereit waren, energetisch qualitativ überdurchschnittlich gut zu sanieren. Zudem wurde in der Konzeption der Vermeidung des Mitnahmeeffekts durch die strengen Anforderungen bei gleichzeitig tiefen Beiträgen eine hohe Beachtung eingeräumt. Im Nachhinein muss festgehalten werden, dass diese Strategie nur bedingt aufgegangen ist: Der Gesuchseingang blieb in der Anfangsphase weit hinter den Erwartungen zurück, die Kosten für die CO₂-Reduktion liegen vergleichsweise hoch. Dafür verantwortlich ist einerseits der Umstand, dass die Förderbeiträge für einen Teil der Zielgruppen angesichts der hohen Anforderungen wohl zu niedrig und der zu leistende Aufwand für die Gesuchstellung zu hoch waren. Andererseits haben einige Kantone das Förderprogramm teilweise zu Beginn, teilweise über die gesamte Laufzeit hinweg zu wenig mit Information und Beratung der Gesuchstellenden unterstützt.

Die Wirksamkeit des Programms konnte nachgewiesen werden. Das Programm hat dazu geführt, dass zusätzliche Energie eingespart und der Ausstoss an CO₂ reduziert worden sind. Wesentlich zur Effektivität beigetragen, hat die Vermeidung von Mitnehmern. Die Wirkung hat allerdings zu spät eingesetzt, so dass die erwartete CO₂-Reduktion für die Vertragsperiode von 2008 bis 2012 um die Hälfte hinter den Erwartungen blieb.

Empfehlungen zur Konzeption von Förderprogrammen

Eine erste Gruppe von Empfehlungen bezieht sich auf die Konzeption zukünftiger Förderprogramme.

K1 Hohe Anforderungen an die Gesuchstellenden sind mit hohen Fördersätzen zu unterstützen. Tiefe Anforderungen sollen mit geringen Beiträgen versehen werden, die weniger auf eine Anreizwirkung setzen, sondern den Charakter einer nachträglichen Belohnung haben oder eine rein symbolische Unterstützung darstellen, bei denen der Mitnahmeeffekt kaum eine Bedeutung hat.

K2 Die richtige Höhe der Fördersätze ist ex-ante kaum zu bestimmen. Es ist daher sinnvoll, zunächst mit eher tiefen Beiträgen und hohen Anforderungen zu starten und sich iterativ im Programmverlauf an die richtige Höhe der Beiträge heranzutasten. Tiefe Förderbeiträge zu Beginn sind durchaus zu rechtfertigen, mit Hinweis auf jene Bauvorhaben, bei denen der Entscheidungsprozess schon weit fortgeschritten ist und bei denen die Gefahr eines Mitnahmeeffekts vergleichsweise hoch liegt.

K3 Die Bedeutung von Information und Beratung kann bei einem Förderprogramm kaum unterschätzt werden. Ihr Einfluss auf die Verteilung der Gesuche ist deutlich sichtbar. Investitionen in diesem Bereich zahlen sich doppelt aus. Information und Beratung soll daher besonders sorgfältig geplant und die entsprechenden Mittel grosszügig bemessen werden.

K4 Die Information und Beratung lässt sich fokussierter einsetzen, wenn die Zielgruppen klar umrissen sowie in Umfang und Verteilung bekannt sind.

K5 Ein Controlling von Förderprogrammen nach dem Vorbild der Stiftung Klimarappen (Erfassung und Pflege der Gesuchsdaten, Kontrollfragen zu Mitnahmeeffekten, sowie Bewirtschaftung der Gesuche) kann empfohlen werden.

K6 Ein schweizweit einheitliches Förderprogramm ist zwar ideal, aber nicht um jeden Preis notwendig. Kann ein einheitliches Programm nicht etabliert werden, ist die Umsetzung (sprach-)regional unterschiedlicher Programme durchaus sinnvoll. Es entsteht so ein Wettbewerb der Modelle, der auch zu innovativen Lösungen und zu zusätzlichen Vergleichsmöglichkeiten führen kann.

K7 Die Stärke der Konzeption des Gebäudeprogramms lag darin, dass die Anforderungen detailliert erarbeitet wurden, dass es Begründungen dazu gab und sich die Anforderungen klar und eindeutig kommunizieren liessen. Diese Bedingung muss jedes Förderprogramm erfüllen.

K8 Verschiedene kantonale Stellen ziehen die Bedeutung des Mitnahmeeffekts in Zweifel. Dieser spielt nur dann keine Rolle, wenn tiefe Beiträge ex-ante als symbolische Massnahmen (z.B. im Sinne eines Qualitätssiegels) oder ex-post als Belohnung verteilt werden. Anreizprogramme wie das Gebäudeprogramm basieren auf einer anderen Wirkungslogik bei welcher der Mitnahmeeffekt immer eine zentrale Rolle spielt.

Empfehlungen zum Vollzug eines Förderprogramms

V1 Die Verständlichkeit der Förderkriterien ist für Laien nicht selbstverständlich. Eine Unterstützung durch Projektbegleitende ist daher notwendig, um die Qualität der Gesuche hoch zu halten, die Gesuchstellenden selber zu entlasten und damit die Teilnahme am Programm zu erleichtern. Die Reduktion der Eintrittsschwelle bei anspruchsvollen Programmen durch Projektbegleitende kann zudem den Kreis der Zielgruppen erhöhen.

V2 Sollen die Projektbegleitenden als Motoren für die Werbung eingesetzt werden, muss ihre Entschädigung erhöht werden.

V3 Nachkontrollen bei der Bauausführung vor Ort sind für langfristige angelegte Programme notwendig.

V4 Der Aufwand für die Gesuchstellung soll möglichst tief gehalten werden.

Der vollständige Bericht kann heruntergeladen werden unter www.bfe.admin.ch und http://www.interfacepolitikstudien.ch/de/projekte_publicationen/publikationen/09_18_gebaueprogramm_klimarappen.php

Energetische Gebäudeerneuerungen – Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten

Eine Auswertung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen

Eine Studie von TEP Energy GmbH

Technology Economics Policy – Research and Advice A spin off company of ETH Zurich c/o ETH Zürich, Zürichbergstr. 18, 8032 Zürich

Dr. Martin Jakob +41 44 632 06 53 (office) +41 79 691 16 28 (cell), martin.jakob@tep-energy.ch

In Zusammenarbeit mit

Meier+Steinauer Partner AG, Zürich
Hochschule Luzern (HSLU), Kompetenzzentrum Typologie und Planung in Architektur (CCTP), Horw

Zielsetzung

Das Projekt hatte zum Ziel, die Kennwerte baulicher Energieeffizienzmassnahmen (EE-Massnahmen) anhand der Gesuchs- und Abrechnungsunterlagen des Gebäudeprogramms zu ermitteln und deren Einflussfaktoren zu bestimmen. Auf dieser neuen und aktuellen empirischen Grundlage sollten die Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten von EE-Massnahmen errechnet und mit den Annahmen dazu verglichen werden, auf deren Grundlage die Fördersätze zu Beginn des Programms festgelegt worden waren. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten Hinweise für die Konzipierung ähnlicher Förderprogramme geben.

Methodisches Vorgehen

Zum einen wurden aus der Datenbank des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen rund 9'000 Projekte ausgewertet. Zum anderen wurden bei einer Stichprobe von rund 400 abgeschlossenen Projekten die erbrachten Bauleistungen erfasst. Der unterschiedliche Umfang der Bauleistungen und Kostenelemente bei den einzelnen Projekten ermöglichte es, die kostenbeeinflussenden Faktoren zu ermitteln und die einzelnen Kostenpunkte mittels Regressionsanalysen zu quantifizieren. Die Prüfung der Bauabrechnungen gab auch Aufschluss über den baulichen Kontext, in dem die energetischen Erneuerungen durchgeführt wurden.

In Bezug auf die energetische Wirkung, welche ebenfalls in die Wirtschaftlichkeit einfließt, wurden die energie-technischen Kennwerte (U-Werte) anhand der vorliegenden Unterlagen zum Schichtaufbau bestimmt.

Validierung der Datenquellen

Durch Vergleich der bereinigten Kosten der Dossier-Stichprobe und den Werten der Datenbank wurden die Datenqualität geprüft und die elektronisch verfügbaren Werte in der Datenbank validiert. Bei beiden Quellen erwiesen sich in der Regel dieselben Einflussfaktoren für die Kostenkennwerte als statistisch signifikant. Zu nennen sind die Ausführungsart, die Materialisierung, die Eigenleistung sowie die Energieeffizienz, welche alle in ähnlichem Mass die Kosten beeinflussen.

Bei einem nicht vernachlässigbaren Anteil der Dossiers, je nach Bauteil zwischen knapp 20% und bis gegen 40%, ergab sich jedoch aufgrund der Analyse der Bauabrechnungen bei den Kosten ein Anpassungsbedarf, in einigen Fällen auch bei den Flächen. Der Mittelwert der spezifischen Kosten (CHF/m²) in der Datenbank erwies sich als statistisch nicht verschieden von demjenigen der bereinigten Kostenkennwerte aus den Dossiers.

Aus den Regressionsanalysen ging des weiteren hervor, dass pauschal angegebene, nicht überprüfbare Rechnungsbeträge systematisch höher liegen als solche bei detaillierten Bauabrechnungen, in der Regel um 15% bis 40%. Ausnahmen bilden Kellerdecke und Estrich mit hoher Abweichung (65% bzw. 70%) und Fenster und Flachdach ohne signifikante Abweichung.

Der Anteil solcher Rechnungen beträgt jedoch nur 10% bis 20% (Ausnahme Kellerdecke: 35%). Die daraus resultierende Verzerrung liegt zwischen 0% und 8% (beim Estrichboden 12%), d.h. die Überschätzung der im folgenden ausgewiesenen Kosten ist relativ gering.

Charakterisierung der durchgeführten Massnahmen

Energetische Qualität der Massnahmen

Der Anteil der energetischen Erneuerungen gemäss dem weitergehenden Förderstandard «Optimiert», der den Anforderungen der Minergie-Module entspricht, unterscheidet sich je nach Bauteil: bei der Fassade und beim Dach beträgt er rund zwei Drittel, beim Flachdach drei Viertel, beim Estrichboden und bei der Kellerdecke hingegen «nur» 60% bzw. 40%. Vor allem bei Büro- und Schulgebäuden wurde das höhere Effizienzniveau häufiger gewählt. Beim Fenster waren drei Standards möglich: rund die Hälfte wählte die Grundförderung, während sich dreifachverglaste und Minergie-Fenster die andere Hälfte im Verhältnis zwei zu drei teilten.

Damit liegt der Anteil der weitergehenden Förderstandards weit über den ursprünglichen Erwartungen: 20% bei den opaken Bauteilen (Wand, Dach, Keller etc.) und 30% beim Fenster (davon ein Drittel Minergie-Modul). Die entsprechenden Boni, welche 2008 erhöht wurden, trugen mit dazu bei, dass das höhere Effizienzniveau gewählt wurde.

Bei den opaken Bauteilen beträgt die typische Dämmstärke 14 bis 15 cm bei der Grundförderung, bei den Erneuerungen des Förderstandards «optimiert» mit 16 bis 17 cm etwas weniger als anfangs angenommen. Zurückzuführen sein dürfte dies auf die unerwartet hohe energetische Effizienz der Dämmstoffe.

Bauteilkombinationen

Bezüglich Bauteilkombinationen war in der Konzeption des Förderprogramms angelegt, die Häufigkeit von Mehrfachkombinationen zu steigern. In der ersten Phase des Förderprogramms mussten mindestens zwei der drei wichtigsten Bauteile (Wand, Dach und Fenster) erneuert werden, in der zweiten Phase ab 2008 waren auch Einzelmassnahmen möglich, sofern diese seit 2000 bereits durchgeführte Massnahmen ergänzten.

Mit Anteilen von etwa 40% (Einfamilienhäuser) bis zu 50% (Nicht-Wohngebäude) wurden am häufigsten alle drei wichtigen Gebäudeteile gleichzeitig erneuert. Die zweithäufigste Kombination beinhaltete Fenster und Dach mit einem Anteil von knapp einem Viertel. Für Mehrfamilienhäuser (MFH) sind diese Anteile nur geringfügig abweichend. Die Kombinationen Fassade und Dach bzw. Fassade und Fenster sind mit Anteilen zwischen je rund 10% und 15% etwa gleich häufig. Einzelbauteilerneuerungen weisen noch geringere Anteile auf.

Obwohl dies nicht zwingend erforderlich war, weisen umfassende Erneuerungen von drei und mehr Bauteilen also einen relativ hohen Anteil auf. Dies dürfte nicht zuletzt auf den Anreiz des Gesamterneuerungsbonus zurückzuführen sein, welcher in diesen Fällen in Anspruch genommen werden konnte.

Ergebnisse zu den Kostenkennwerten

Die aus den Regressionsanalysen abgeleiteten Kostenkennwerte zeigen, dass die Mehrkosten des energieeffizienten Erneuerns bei den meisten Bauteilen relativ gering sind. Um einen verbesserten Standard zu erreichen oder den Minergie-Gesamterneuerungsbonus zu erhalten, war in der Regel mit Mehrkosten von 6% bis 9% zu rechnen (bei Massnahmen an Estrich und Kellerdecke bei tiefem Kosteniveau 7% bis 24%), bezogen auf die Dämmstärke mit Mehrkosten von 0.9% bis 1.8% bei einer um 10% höheren Dämmstärke. In absoluten Werten betragen diese 3 bis 4 CHF/m² für Flachdach, Estrichboden und Kellerdecke, 12 bis 20 CHF/m² für Fassade und Steildach sowie 40 bis 50 CHF/m² für Fenster mit Dreifachverglasung bzw. 50 bis 80 CHF/m² für Minergie-Fenster.

Die Übereinstimmung der Ergebnisse zwischen untersuchten Dossiers und der Gesamtdatenbank ist in der Regel relativ gut und liegt bei 10% bis 15%, wobei beim Steildach die unterschiedliche Art des Massnahmen-typs zu beachten ist (bei der Gesamtdatenbank ist die Differenzierungsmöglichkeit geringer). Beim Fenster sind die Kosten gemäss den Daten der Gesamtdatenbank höher, v.a. bei den EFH und den Kunststoff-Fenster. Dies ist u. a. auf die starke Teuerung im Fensterbereich (die untersuchten Dossiers stammen mehrheitlich aus der ersten Phase des Gebäudeprogramms, während die Gesamtdatenbank mehrheitlich später gestartete Projekte umfasst), leicht unterschiedliche Projektgrösse und Skaleneffekte sowie statistische Unsicherheiten zurück zu führen.

Übersicht über die Kostenkennwerte für die Erneuerungsmassnahmen der verschiedenen Bauteile (CHF/m²)

	Einfamilienhaus				Mehrfamilienhaus			
	Fläche (m ²)	Grund-förderung	Optimiert	Dreifach-verglasung	Fläche (m ²)	Grund-förderung	Optimiert	Dreifach-verglasung
Gesamtdatenbank								
Kompaktfassade, EPS	188	200	212		686	204	216	
Hinterlüftete Fassade, MW	197	294	312		759	300	318	
Steildach (zwischen Sparren)	119	226	246		276	226	246	
Steildach (neue Eindeckung)	127	239	260		185	239	260	
Flachdach (neue Eindeckung)	137	245	249*		445	252	256*	
Estrichboden	97	96	99*		253	95	98*	
Kellerdecke	74	106	113		229	92	99	
Fenster (Kunststoffrahmen)	32	760	808	827	173	588	625	640
Fenster (Holzrahmen)	32	916	974	998	173	709	754	772
Untersuchte Dossiers								
	Fläche (m ²)	Grund-förderung	Optimiert	Dreifach-verglasung	Fläche (m ²)	Grund-förderung	Optimiert	Dreifach-verglasung
Kompaktfassade, EPS	179	201	216		759	183	196	
Hinterlüftete Fassade, MW	179	269	289		759	248	267	
Steildach (innen, inkl. Verkleidung, Mineralwolle)	127	129	k. A.		185	114	k. A.	
Steildach (neue Eindeckung)	127	331	k. A.		185	293	k. A.	
Flachdach (neue Eindeckung)	116	298	k. A.		152	227	k. A.	
Estrichboden (Mineralwolle)	84	97	k. A.		248	80	k. A.	
Kellerdecke (Mineralwolle)	72	90	103		184	90	103*	
Fenster (Kunststoffrahmen) **	35	598	k. A.	647	166	471	k. A.	510
Fenster (Holzrahmen) **	35	786	k. A.	852	166	619	k. A.	671

* 2 cm höhere Dämmstärke

** gewichtet 63% mit Entsorgung, 37% ohne Entsorgung

Die Ergebnisse aus der Gesamtdatenbank und der Auswertung einer Stichprobe von Dossiers und ergänzen sich gut: im ersten Fall konnte v.a. die Abhängigkeit der Kosten von der Energieeffizienz gut aufgezeigt werden und im zweiten Fall konnten die Kosten präziser bestimmt und es konnten zusätzliche Einflussfaktoren quantifiziert werden.

Vergleich der Kostenergebnisse mit Ergebnissen früherer Untersuchungen

Im Vergleich zu früheren Untersuchungen (Kostenstand 2001/2002), aber auch innerhalb der Laufzeit des Programms, wurden zum Teil Kostensteigerungen (v.a. bei der Fassade), z.T. aber auch rückläufige Kosten festgestellt. Letzteres betrifft vor allem die Fenster, bei denen die Mehrkosten von Minergie-Fenstern (im Vergleich zu Standardfenstern) deutlich gesunken sind (bei Holzfenstern z.B. von 240 auf 80 CHF/m² oder weniger), obwohl sich die Energieeffizienz von Standardfenstern ebenfalls verbessert hat. Das ist ein bemerkenswerter technologischer Fortschritt. Auch bei den opaken Bauteilen (Wand, Dach etc.) sind die Mehrkosten der zunehmenden Energieeffizienz (höhere Dämmstärken) relativ moderat.

Energetische Wirkung, Wirtschaftlichkeit der Massnahmen und CO₂-Vermeidungskosten

Energetische Wirkung der Massnahmen

Die von der Stiftung ausgewiesene energetische Wirkung des Programms basiert auf einem Wirkungsmodell, welches mit dem Bund vereinbart wurde. Dieses beruht u.a. auf der Differenz der U-Werte vor und nach einer Erneuerung. Die Korrektheit der im Wirkungsmodell getroffenen Annahmen wurde überprüft, indem der U-Wert vor der Erneuerung anhand des Schichtaufbaus der Bauteile ermittelt wurde. Verglichen mit den Annahmen stimmen die U-Werte in der Ausgangslage im Fall der Fassade recht gut überein, liegen aber bei anderen Bauteilen eher höher. Hinzu kommt aber, dass der Anteil des weitergehenden Förderstandards höher ist als ursprünglich angenommen.

Beide Effekte, also tendenziell höhere U-Werte in der Ausgangslage und höhere Anteile effizienterer Standards, vergrössern die U-Wert-Differenz. Die massnahmenspezifische energetische Wirkung des Förderprogramms ist also mindestens so hoch, tendenziell eher höher als ex-ante angenommen.

Wirtschaftlichkeit der energetischen Massnahmen

Die Wirtschaftlichkeit der energetischen Massnahmen wird anhand der sogenannten nicht amortisierbaren Mehrkosten (NAM) dargestellt. Die NAM ergeben sich aus der Differenz der Investitionskosten und der kapitalisierten Energiekosteneinsparungen. Sind die NAM positiv, also grösser als 0, sind die Massnahmen unwirtschaftlich. Sind sie negativ, sind die Massnahmen wirtschaftlich, d.h., die Energiekosteneinsparungen sind grösser als

die (Mehr-)Investitionskosten der entsprechenden Massnahme. Beide Werte werden hierbei auf zu definierende Referenzfälle bezogen. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zwischen diesen Fällen sorgfältig zu unterscheiden. Zunächst werden die Ergebnisse der NAM ohne Berücksichtigung der Förderbeiträge zusammengefasst.

- Wenn der Ist-Zustand als Vergleichsbasis herangezogen wird, weisen energetische Massnahmen gemäss gesetzlichen Anforderungen (Stand 2006) oder gemäss Anforderungen des Gebäudeprogramms der SKR z.T. beträchtliche NAM auf, dies umso mehr, wenn von einem tiefen Endenergiepreis ausgegangen wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei diesem – eigentlich nicht sachgerechten – Vergleich die Instandsetzungs- und Neuwertschaffungskomponente nicht berücksichtigt wird. Die NAM sind in diesem Vergleichsfall denn auch besonders bei Fenstern und Dacherneuerungen mit neuer Eindeckung besonders hoch.
- Erst wenn mit einer ohnehin durchzuführenden Instandsetzung verglichen wird, werden die NAM relativ gering oder gar negativ (d.h. wirtschaftlich). Beim Bauteil Fenster verbleiben allerdings im Referenzfall 1 (kostengünstiger Unterhalt) deutliche Mehrkosten: solange eine kostengünstige Instandsetzung aus technischen Gründen machbar ist, lohnt sich ein Fensterersatz aus Gründen der Energiekosten nicht. Umgekehrt ist ein Fensterersatz als wirtschaftlich zu bezeichnen, wenn Fenster aufgrund ihres Zustandes ohnehin zu ersetzen sind und wenn Komfortnutzen bewertet werden.

CO₂-Vermeidungskosten von baulichen energetischen Gebäudehüllen-Erneuerungsmassnahmen (CHF/t CO₂)

	Energetische Erneuerung Ist-Zustand	Grundförderung Ist-Zustand	Grundförderung Instandsetzung	Grundförderung energetische Erneuerung	Optimiert Instandsetzung	Minergie-Fenster Instandsetzung
Fenster Fall 1	374	305	237	- 80	236	227
Fenster Fall 2	518	432	- 53	- 51	- 26	- 32
Wand	157	138	- 8	14	1	
Dach (von innen)	5	- 4	- 91	- 64	- 82	
Dach (gegen aussen)	159	141	- 63	23	- 44	
Estrichboden	41	9	9	- 98	3	
Kellerdecke	5	2	2	- 20	3	

- Die NAM der weitergehenden Massnahmen gemäss Grundförderung des Gebäudeprogramms sind in den meisten Fällen negativ oder nur leicht positiv (dies ohne Berücksichtigung des Förderbeitrags), d.h. z.T. bereits ohne Förderung wirtschaftlich. Der Schritt vom Standard «Grundförderung» zum Standard «optimiert» ist in einigen Fällen knapp wirtschaftlich, in anderen Fällen knapp nicht wirtschaftlich.

Ein Teil der Massnahmen ist bei einem Endenergiepreis von 7.3 Rp./kWh über die Lebensdauer der Massnahmen also wirtschaftlich oder beinahe wirtschaftlich. Dies gilt insbesondere dann, wenn ohnehin mindestens eine Instandsetzungsmassnahme geplant ist oder wenn ein höherer Energiepreis von z.B. 10 Rp./kWh herangezogen wird. Es zeigt sich aber auch, dass zum Teil beträchtliche Mehrkosten auftreten, wenn energetische Massnahmen ausserhalb des Erneuerungsrhythmus ausgelöst

werden ('energetische Erneuerung gemäss gesetzlichen Anforderungen' oder 'FP Grundförderung' verglichen mit 'Ist-Zustand').

Die Förderung der SKR ist vor diesem Hintergrund zu sehen. Mit den Förderbeiträgen wird erreicht, dass

- Sich die NAM im Vergleich zum IST-Zustand verringern.
- Die NAM des Standards «Grundförderung» im Vergleich zu Instandsetzungen sogar negativ werden – ausser bei Fenstern, bei denen ein Ersatz aus energetischen Gründen trotz Förderung nicht wirtschaftlich ist, solange eine kostengünstige Instandsetzung möglich ist.
- der Schritt von der typischen energetischen Erneuerung zu weitergehenden Standards wirtschaftlich wird.

Die Analysen haben auch gezeigt, dass die NAM zum Teil markant höher sind, als bei Konzipierung des Gebäudeprogramms angenommen. Auch wenn die tendenziell etwas gestiegenen Energiepreise die NAM verringern, lassen sich die vorgenommenen Beitragserhöhungen des Förderprogramms der SKR Anfang 2008 und die Zuschüsse des Bundes bzw. der Kantone und zum Teil von Gemeinden durchaus vertreten.

Anzumerken bleibt, dass weitere relativ hohe Anreize und Vergünstigungen in diesen Betrachtungen nicht berücksichtigt sind, namentlich die Abzüge vom steuerbaren Einkommen, welche bei energetischen Massnahmen geltend gemacht werden können. Je nach steuerlicher Situation können solche Abzüge die Kosten der Massnahmen netto um 20% bis 30% reduzieren. Da sich dies überproportional auf die Differenzkosten auswirkt, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zum Referenzfall Instandsetzungen besonders stark.

CO₂-Vermeidungskosten

Die CO₂-Vermeidungskosten ergeben sich aus der Division von NAM und vermiedenen CO₂-Emissionen über die Lebensdauer der Massnahmen. Im Vergleich zum Ist-Zustand sind die CO₂-Vermeidungskosten bei den meisten Bauteilen relativ hoch. Einzig bei Erneuerungsmassnahmen, welche einfach und von innen durchgeführt werden können (Estrichboden, Kellerdecke, Dachschräge von innen), liegen sie bei rund 10 CHF/t CO₂ oder tiefer, wenn ein weitergehender Standard, z.B. gemäss Grundförderung, gewählt wird.

Bei Massnahmen mit hoher Eingriffstiefe und grosser Mehrwertschaffung (neue Fenster, neue Dacheindeckung) liegen die CO₂-Vermeidungskosten im Vergleich zum IST-Zustand bei über 100 CHF/t CO₂. Erst wenn mit ohnehin durchzuführenden Instandsetzungsmassnahmen (oder mit ohnehin durchzuführenden energetischen Massnahmen) verglichen wird, ergeben sich in der Regel negative CO₂-Vermeidungskosten (d.h. Gewinne) oder Kosten von unter 10 CHF/t CO₂.

Die Ergebnisse zeigen auch auf, dass die CO₂-Vermeidungskosten relativ sensitiv auf die zugrundeliegenden Kosten, den jeweiligen Vergleichsfall, die Verzinsung sowie auf den unterstellten Energiepreis reagieren.

Schlussfolgerungen

Die mit diesem Projekt verfolgten Ziele konnten mit dem gewählten methodischen Vorgehen im Wesentlichen erfüllt werden. Das Projekt bringt für verschiedene Zielgruppen relevante Erkenntnisse.

Kostenkennwerte: Bau- und Immobilienwirtschaft, Gebäudeeigentümer

Die Mehrkosten von weitergehenden Standards, wie sie durch das Gebäudeprogramm der SKR gefördert wurden, sind im Vergleich zu den gesetzlichen Anforderungen (Stand 2006) relativ gering: bei den opaken Bauteilen wenige Franken pro m² und bei den Fenstern 40 bis 80 Franken pro m².

Wirtschaftlichkeit: Gebäudeeigentümer, Immobilienwirtschaft, energiepolitisch Interessierte

Die spezifischen Kosten der Energieeffizienzverbesserung (pro kWh) im Gebäudebereich sind stark abhängig vom angenommenen Vergleichsfall (nichts tun, Instandsetzen, minimal energetisch erneuern) und weiteren Parametern (z.B. Energiepreise, Zinssätze). Bei sachgerechter Betrachtung ergeben sich für die Investierenden bei vielen Massnahmen Nettogewinne. Die Mehr-Investitionskosten der zunehmenden Energieeffizienz hat sich in den letzten Jahren abgeflacht und aufgrund der Wirtschaftlichkeitsrechnungen sollte, sofern bautechnisch möglich, bei allen Bauteilen mindestens der Minergie-Standard angestrebt werden.

CO₂-Vermeidungskosten: klimapolitisch Interessierte

Bei vielen Massnahmen im Bereich Gebäudehülle ist die CO₂-Vermeidung mit nur geringen Kosten oder gar mit Gewinnen verbunden, namentlich wenn die Instandsetzungs- und Neu-

wertschaffungskomponente in die Betrachtung einbezogen werden und wenn ein nicht zu tiefer Energiepreis unterstellt wird. Daraus lässt sich schliessen, dass beträchtliche kostengünstige CO₂-Vermeidungspotenziale im Inland bestehen.

Wirkung des Gebäudeprogramms: SKR, Bund, Kantone

Die empirische Auswertung der (rechnerischen) energetischen Wirkung der durchgeführten Energieeffizienzmassnahmen lässt den Schluss zu, dass die massnahmenspezifische Wirkung des Gebäudeprogramms mindestens so gross bzw. eher grösser ist als die ex-ante abgeschätzte Wirkung. Die im mit dem Bund vereinbarten Wirkungsmodell getroffenen Annahmen erweisen sich also als konservativ. Die beabsichtigte Wirkung, Anreize für weitergehende Energieeffizienzlevels und umfassendere Erneuerungen zu schaffen, wurde ebenfalls erreicht und übertrifft die ursprünglichen Erwartungen.

Fazit

Mit den in diesem Projekt erarbeiteten Ergebnissen zu Kostenkennwerten, Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten wird eine Diskussionsgrundlage in Bezug auf energie- und klimapolitische Massnahmen geschaffen. Die ermittelten Kostenkennwerte und die Wirtschaftlichkeitsrechnungen sind für Gebäudebesitzer potenziell eine wertvolle Orientierungshilfe und Entscheidungsgrundlage und sollten in geeigneter Form aufgearbeitet, publik gemacht und verbreitet werden.

Der vollständige Schlussbericht kann heruntergeladen werden unter www.tepenergy.ethz.ch

«Energy Online» Messkampagne für die Stiftung Klimarappen

Egon – Energie im Gebäude. Online analysiert!

Von Sandra Stettler, Egon AG,
22. September 2011

Einleitung

Mit Unterstützung der Stiftung Klimarappen und des Bundesamts für Energie entwickelten die Firmen TNC AG, Meteotest und Enecolo AG von 2007 bis 2009 ein Messverfahren, welches den Effekt einer Sanierung nach einer Messdauer von wenigen Monaten ermittelt. [Projekt Energie im Gebäude Online (Egon), BFE-Projektnummer 102000]. Mit diesem sogenannten «Egonline»-Messverfahren wurde bei 11 Gebäuden aus dem Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen die Energie-Einsparung durch die Sanierung der Gebäudehülle gemessen. Seit Dezember 2009 wird das Egonline-Messverfahren von der Firma Egon AG angeboten, einem Spin-Off der Firmen TNC AG, Meteotest und Enecolo AG. Im Auftrag der Stiftung Klimarappen untersuchte Egon AG in den Heizsaisons 2009/2010 und 2010/2011 jeweils weitere 20 Gebäude aus dem Gebäudeprogramm.

Insgesamt liegen 51 Messresultate vor, die im Zeitraum von 2007 bis 2011 für Gebäude aus dem Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen gemacht wurden.

Dabei sollen folgende Fragen beantwortet werden:

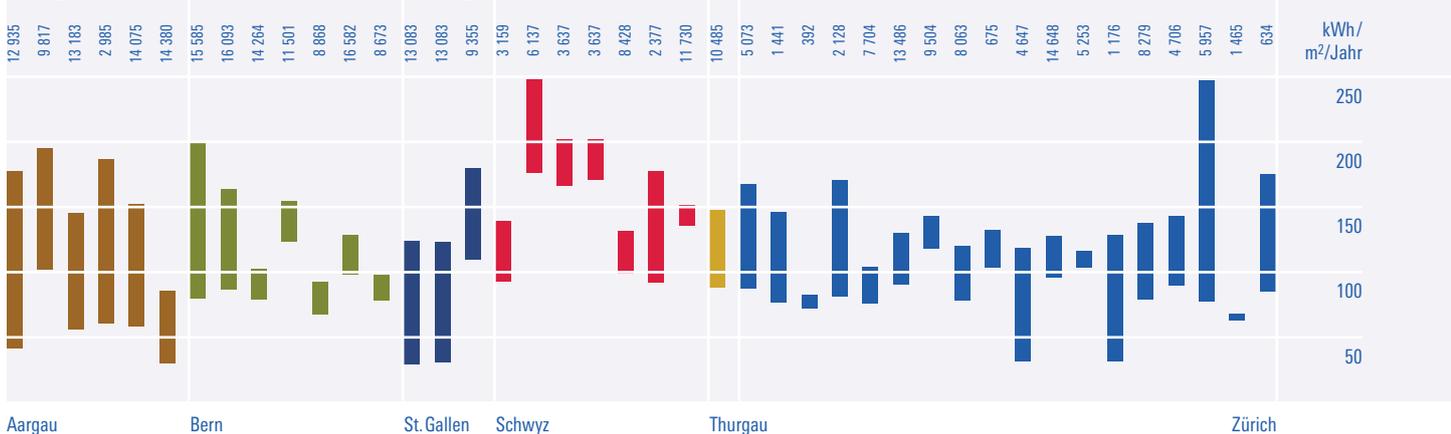
- Welche Energie-Einsparung wurde durch die Sanierung der Gebäudehülle bei den analysierten Gebäuden erreicht?
- Stimmt die Energieeinsparung mit der von der Stiftung Klimarappen geschätzten Energieeinsparung überein?
- Können aufgrund der Messresultate verallgemeinernde Schlussfolgerungen über den Effekt und den Erfolg der Sanierungen und des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen gezogen werden?

Methodik

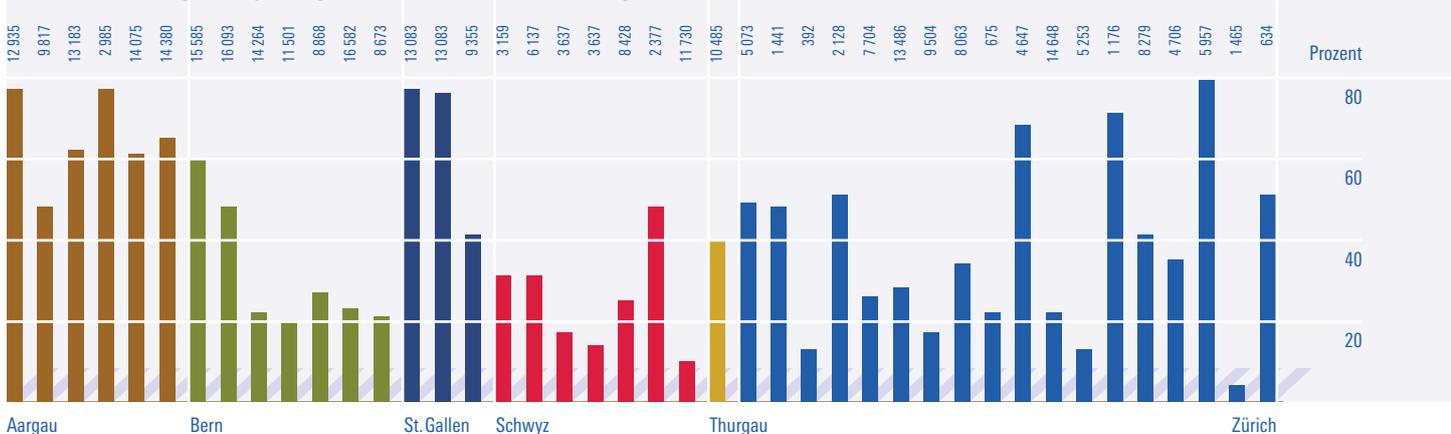
Die Egonline-Messgeräte erfassen den stündlichen Öl- bzw. Gasverbrauch der Heizung. Sie speichern die Werte des Energieverbrauchs stündlich ab und senden die Daten jede Nacht via GPRS an den zentralen Egonline-Server. Aus Wettermodellen, Wetterstationen der MeteoSchweiz und Satellitenbildern werden die stündlichen aktuellen Wetterdaten beim Gebäude ermittelt und an den Egonline-Server übertragen.

Die im BFE-Projekt «Energie im Gebäude Online (Egon)» entwickelte Software analysiert und visualisiert die Daten. Wichtigstes Instrument für die Analyse ist die von Herrn Charles Weimann entwickelte «Energiesignatur» des Gebäudes. Dabei wird die lineare Abhängigkeit der täglichen Heizleistung von der Aussentemperatur untersucht. Sobald genügend Messdaten vorhanden sind, um die Energiesignatur des Gebäudes zu bestimmen, kann der Heizenergieverbrauch des Gebäudes für beliebige Aussentemperaturen prognostiziert werden. Somit ist es möglich, den Heizenergieverbrauch des Gebäudes bereits nach kurzer Messzeit für ein gesamtes Jahr hochzurechnen.

Energiekennzahl vor und nach der Sanierung der Gebäudehülle



Gemessene Energieeinsparung durch die Gebäudesanierung

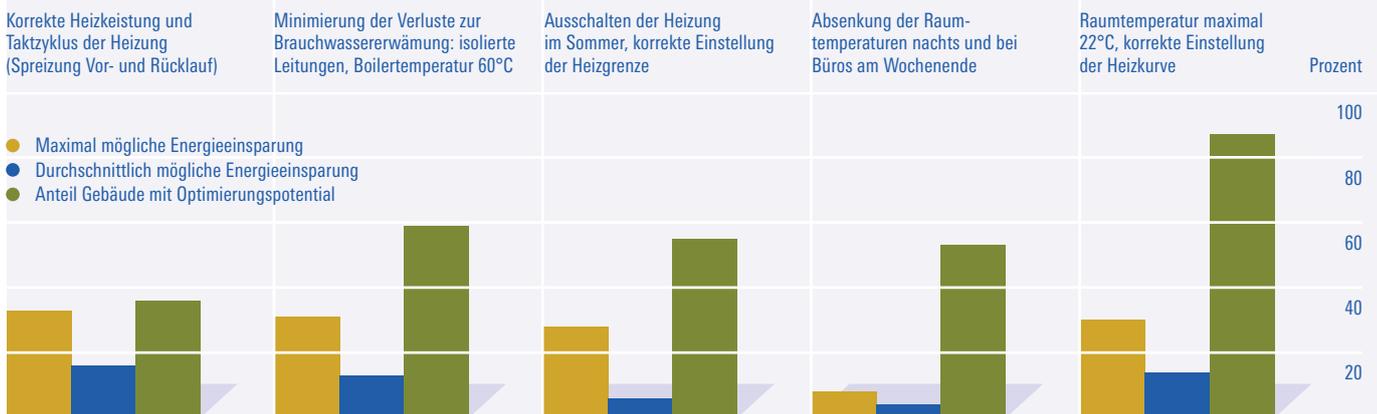


Bei 20 Gebäuden wurde neben dem Heizenergieverbrauch auch die Raumtemperatur in einer Auflösung von 30 Minuten gemessen. Der Heizenergieverbrauch nimmt um ca. 6% zu, wenn die Raumtemperatur um 1°C steigt. In Simulationsprogrammen zur Berechnung des Heizenergieverbrauchs wird typischerweise von einer Raumtemperatur von 20°C ausgegangen. Mit der Messung der Raumtemperaturen sollte überprüft werden, ob diese Annahme für die untersuchten Gebäude gültig sind.

Alle Gebäudebetreiber die sich bereit erklärten, ihr Gebäude für die Messungen zur Verfügung zu stellen, erhielten Zugang zu einem Webportal, auf welchem sie die Messdaten ihres Gebäudes laufend verfolgen konnten.

Auf dem Webportal wurde ebenfalls eine provisorische Auswertung des Energieverbrauchs angezeigt. Nach Abschluss der Messungen erhielt jeder Gebäudebetreiber eine Auswertung, welche die Energieeffizienzklasse seines Gebäudes auswies, den Erfolg der Sanierung quantifizierte und weitere Energiesparmöglichkeiten aufzeigte. Diese Auswertungen wurden alle auch der Stiftung Klimarappen zugestellt.

Energiesparpotential durch verschiedene Massnahmen



Die Messungen fanden (mit einigen Ausnahmen) nach der Sanierung statt, um den energetischen Zustand des Gebäudes nach der Sanierung zu bestimmen. Die Reduktion des Heizenergieverbrauchs wurde aus der Differenz zwischen dem Heizenergieverbrauch vor der Sanierung (gemäss Angaben des Gebäudebesitzer) und dem mit dem Egonline-Verfahren gemessenen Heizenergieverbrauch nach der Sanierung bestimmt.

Insgesamt wurden 51 egonline-Messungen und Analysen an 44 unterschiedlichen Gebäuden durchgeführt. Die Gebäude wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- grosse Spannweite der zu erwartenden Energieeinsparung (10 bis 80%)
- unterschiedliche geographische Gebiete (AG, BE, SG, SZ, TG, ZH)
- verschiedene Nutzungstypen (Wohngebäude, Verwaltungsgebäude, Schulhäuser, Gewerbe)
- unterschiedliche Grösse (Energiebezugsfläche von ca. 100 bis 3000 m²)
- verschiedene Heizsysteme (Öl- und Gasheizungen)
- grosse Spannweite der sanierten Gebäudeteile (2 bis 4 Teile)

Sieben Gebäude wurden zweimal ausgemessen und analysiert. Bei neun Gebäuden wurde vor der Sanierung eine Messung und Analyse gemacht. Mit der Messung vor der Analyse sollte überprüft werden, wie genau die Angaben der Gebäudebesitzer über ihren Energieverbrauch sind. Bei fünf dieser Gebäude konnte auch nach der Sanierung wieder eine Messung und Analyse durchgeführt werden. Bei zwei Gebäuden wurden die egonline-Messungen nach der Sanierung zweimal durchgeführt. Das Ziel dabei war, die Wiederholbarkeit der egonline-Methode zu prüfen.

Im Durchschnitt betrug die Energiebezugsfläche der analysierten Gebäude 799 m². Es wurden fast gleich viele Gebäude mit Gas- wie mit Ölheizung analysiert.

Der grösste Teil der Projekte im Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen sind Sanierungen von Wohngebäuden. Dies spiegelt sich in den untersuchten Gebäuden wider: 37 Messungen wurden bei Wohngebäuden (Ein- oder Mehrfamilienhäusern) durchgeführt, 14 Messungen bei Büros, Schulen, Verwaltungen und weiteren Nutzungstypen.

Resultate

Erreichte Energiekennzahl nach der Sanierung

Der Erfolg der Sanierungsmassnahmen wurde folgendermassen berechnet:

Energieeinsparung durch Sanierungsmassnahme = Wärme-Energieverbrauch vor der Sanierung gemäss Angaben des Gebäudebesitzers - Wärme-Energieverbrauch nach der Sanierung gemäss egonline-Auswertung.

Bei 9 Gebäuden wurde auch vor der Sanierung eine egonline-Messung durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Angaben der Gebäudebetreiber zum Heizenergieverbrauch vor der Sanierung um bis zu 25% von den Messwerten abweichen. Es muss deshalb damit gerechnet werden, dass in relativ vielen Fällen die Angaben der Gebäudebesitzer zu ihrem Energieverbrauch ungenau waren. Die mit der obenstehenden Formel berechnete Energieeinsparung kann deshalb ebenfalls hohe Ungenauigkeiten aufweisen.

Die Energiekennzahl Wärme der Gebäude lag nach der Sanierung zwischen 29 und 178 kWh/m²/Jahr. Im Durchschnitt wurde eine Energiekennzahl von 87 kWh/m²/Jahr erreicht.

Für Altbauten gilt ein Minergie-Grenzwert von 60 kWh/m²/Jahr. Wenn man vernachlässigt, dass im Minergie-Grenzwert auch der Energieverbrauch für Strom eingeschlossen ist, erreichten 8 Gebäuden den Minergie-Altbau Standard.

Die egonline-Messwerte bestimmen den Primärenergieverbrauch, d.h. die Summe aus Wärmebedarf und Verlusten bei der Verbrennung des Energieträgers und der Verteilung und Speicherung der Wärme. Für alle analysierten Gebäude wurde die Energiekennzahl nach der Sanierung mit dem Grenzwert gemäss SIA 380/1 für dieses Gebäude verglichen. Dazu wurde der SIA 380/1 Grenzwert für den Wärmebedarf unter Berücksichtigung des Nutzungsgrads der Heizung auf den entsprechenden Energieverbrauch umgerechnet. 27 Gebäude erreichen den Grenzwert oder liegen sogar deutlich darunter. Bei fünf Gebäuden liegt die Energiekennzahl nur um maximal 10% über dem Grenzwert. Bei 9 Messungen wurde nach der Sanierung eine Energiekennzahl gemessen, die

deutlich über dem Grenzwert liegt. Dies kann daran liegen, dass nur ein Teil der Gebäudehülle saniert wurde. Mehrere dieser 9 Gebäude erhielten von der Stiftung allerdings eine Gutschrift für eine Gesamtsanierung.

Erreichte Energieeinsparung durch die Sanierung

Die untersuchten Gebäude erzielten im Durchschnitt eine Reduktion der Energiekennzahl um 64 kWh/m². Fünf Gebäude konnten ihre Energiekennzahl um mehr als 100 kWh/m² reduzieren. Durchschnittlich wurde eine Einsparung von 40% realisiert. Es kann ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Höhe der erreichten Einsparung und der Energiekennzahl vor der Sanierung festgestellt werden. Je schlechter das Gebäude vor der Sanierung isoliert war, d.h. je höher die Energiekennzahl vor der Sanierung war, umso grösser war der Effekt durch die Sanierung. Dies gilt insbesondere für die absolute Energieeinsparung, und etwas weniger ausgeprägt auch für die relative Energieeinsparung.

Die Stiftung Klimarappen hatte mit einem Wirkungsmodell berechnet, welche Energieeinsparung die sanierten Projekte erzielen werden. Damit schätzt die Stiftung Klimarappen die Wirkung der Sanierungsprogramms ab. Es ist zu erwarten, dass die Resultate des Wirkungsmodells für einzelne Gebäude teilweise stark von der tatsächlich erreichten Einsparung abweichen. Im Durchschnitt über die gesamte Gebäudepopulation sollte das Wirkungsmodell aber die erreichte Einsparung zuverlässig prognostizieren.

Das Wirkungsmodell prognostizierte für die analysierten Gebäude eine Energieeinsparung von durchschnittlich 37%. Mit den egonline-Analysen wurde eine durchschnittliche Energieeinsparung von 40% gemessen. Die Abweichung zwischen dem Resultat des Wirkungsmodells und den Messungen beträgt somit lediglich 3%.

Entdecktes Optimierungspotential nach der Sanierung

Bei der Analyse der Gebäudedaten konnte fast bei jedem Gebäude festgestellt werden, dass das Zusammenspiel zwischen Haustechnik und Gebäudehülle nicht optimal funktionierte. Dies war einerseits darauf zurückzuführen, dass die Haustechnik nach der Sanierung nicht an die neuen Gegebenheiten der Gebäudehülle angepasst wurde. Zusätzlich war der Betrieb vieler Heizsysteme offenbar bereits seit längerer Zeit nicht optimal.

Die folgenden fünf Optimierungsmassnahmen wurden definiert:

1. Korrekte Einstellung der Heizgrenze, Ausschalten der Heizung im Sommer
2. Reduzieren unnötiger Verluste bei der Brauchwassererwärmung, z.B. nicht isolierte Leitungen
3. Anpassung der Heizleistung an den reduzierten Heizenergiebedarf
4. Senken der Heizkurve und Reduktion der Raumtemperaturen auf 22°C
5. Optimieren der Nachtabsenkung der Heizung

Da bei den meisten Gebäuden mehrere Optimierungsmassnahmen notwendig wären, liegt das kumulierte Optimierungspotential im Durchschnitt bei 25%. Die Energiekennzahl der Gebäude könnte damit voraussichtlich von aktuell 87 kWh/m²/Jahr auf 65 kWh/m²/Jahr gesenkt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Bei allen Gebäuden konnte nach der Sanierung ein reduzierter Energieverbrauch gemessen werden. Die Energieeinsparung betrug im Durchschnitt ca. 40%. Dies stimmt ziemlich genau mit den Erwartungen der Stiftung Klimarappen überein. Bei den einzelnen Gebäuden schwankte die erzielte Einsparung zwischen 4% und ca. 80%.

Der Effekt der Sanierung fiel umso stärker aus, je schlechter der energetische Zustand des Gebäudes vor der Sanierung war.

Gebäude, die das Minergie-Label erhielten, erzielten im Vergleich mit den anderen Gebäuden relativ hohe Einsparungen. Das zeigt auf, dass das Minergie-Label eine gute Qualität der Sanierung und eine hohe Energieeinsparung verspricht. Allerdings gibt es einige Gebäude, die auch ohne Minergie-Label ähnlich hohe Einsparungen erzielten. Bei Altbauten liegen die Anforderungen zur Erreichung des Minergie-Labels somit nur geringfügig höher als die Einsparungen, die mit einer guten Sanierung ohne Minergie-Label erreicht werden. Wie bei allen Gebäuden hängt die Höhe der erzielten Einsparung auch bei Gebäuden mit Minergie-Label hauptsächlich von der Energiekennzahl vor der Sanierung ab.

Die erzielten Einsparungen wurden mit dem Wirkungsmodell der Stiftung Klimarappen über die Höhe des Sanierungseffekts verglichen. Insgesamt stimmen bei ca. einem Drittel der Gebäude die gemessenen Einsparungen um +/- 10% mit der Voraussage der Stiftung Klimarappen überein, bei einem weiteren Drittel um +/- 20%. Beim letzten Drittel gibt es teilweise massive Abweichungen zwischen dem Resultat des Wirkungsmodells und den gemessenen Werten.

Bei fast allen Gebäuden wurde mit der egonline-Messung festgestellt, dass das Zusammenspiel zwischen Haustechnik und Gebäudehülle nicht optimal funktionierte. Wenn die genannten Optimierungsmassnahmen bei den untersuchten Gebäuden durchgeführt würden, könnte der Heizenergieverbrauch um weitere 25% gesenkt werden. Ein grosser Teil dieses Sparpotentials könnte praktisch ohne Kostenfolge umgesetzt werden, da lediglich die Heizungssteuerung umkonfiguriert werden müsste (z.B. Anpassung der Heizkurve und der Heizgrenze). Diese Massnahmen weisen somit ein sehr gutes Kosten/Nutzen Verhältnis auf.

Die Auswertungen zeigen auf, dass die Sanierung der Gebäudehülle in vielen Fällen eine massive Reduktion des Heizenergieverbrauchs zur Folge hat. Mit einer grösseren Anzahl untersuchter Gebäude könnten solche Tendenzen überprüft und vertieft analysiert werden. Dazu gehört z.B. die Frage, wie stark der Sanierungserfolg vom Benutzerverhalten abhängt. Ein sehr interessanter Punkt ist auch das gefundene Optimierungspotential durch die Verbesserung der Haustechnik. Erst mit Messungen des Energieverbrauchs vor und nach den vorgeschlagenen Optimierungsmassnahmen könnte nachgeprüft werden, ob das geschätzte Energiesparpotential von durchschnittlich 25% tatsächlich erreicht wird.

Für zukünftige ähnliche Sanierungsprogramme kann die egonline-Messmethode als Tool zur Qualitätskontrolle eingesetzt werden. Um repräsentative Resultate zu erhalten, muss eine statistisch signifikante Anzahl Gebäude mit der egonline-Methode analysiert werden. Zusätzlich zu ihrer Funktion als Kontrollinstrument führte die egonline-Messmethode zu einem zweifachen Multiplikatoreffekt bei der Energieeinsparung. Jeder teilnehmende Gebäudebesitzer erhielt einen egonline Expertenbericht, welcher die erzielte Energieeinsparung auswies. Die hohen Einsparungen von durchschnittlich 40% waren für viele Gebäudebesitzer eine Überraschung und könnten diese dazu motivieren, weitere Gebäude aus ihrem Gebäudepark zu sanieren. Der Expertenbericht wies ausserdem auf Optimierungspotential im Zusammenspiel zwischen Haustechnik und Gebäudehülle hin und zeigte konkrete Lösungsansätze auf.

Stiftung Klimarappen
Freiestrasse 167
8032 Zürich

www.stiftungsklimarappen.ch