

## BESCHREIBUNG FÜR PROJEKTE ZUR EMISSIONSVERMINDERUNG IN DER SCHWEIZ

*Nationales Förderprogramm Gebäudeautomation (NFGA)*

### INHALT

1. Angaben zur Projektorganisation
2. Technische Angaben zum Projekt
3. Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten
4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderung
5. Nachweis der Zusätzlichkeit
6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

### ANHANG

- A1. Belege für den Umsetzungsbeginn
- A2. Unterlagen zu beantragten und erhaltenen Finanzhilfen
- A3. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
  - a. Spezifikation der Nutzungstypen
  - b. Durchschnittlicher Energiebedarf bestehender Gebäude
  - c. Typische Energiebezugsflächen verschiedener Nutzungstypen
  - d. Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung bei verschiedenen Nutzungstypen und Gebäudegrössen
  - e. Referenzszenario
  - f. Referenzszenario-bereinigter Effizienzfaktor
  - g. Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung
  - h. Brauchwassererwärmung
- A4. Wirtschaftlichkeitsanalyse und Unterlagen dazu
- A5. Unterlagen zum Monitoring
- A6. Interviews mit Firmen aus der Gebäudeautomations-Branche
- A7. Quellenangaben

#### Hinweise:

- *Graue, kursive Textelemente* bitte durch entsprechende Angaben ersetzen.
- Falls zweckmässig Check-Boxes mittels rechter Maustaste (→ Eigenschaften) aktivieren.
- Tabellen falls zweckmässig mittels rechter Maustaste um weitere Zeilen ergänzen ( → Einfügen)

## 1. Angaben zur Projektorganisation

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Projekttitel          | <i>Nationales Förderprogramm Gebäudeautomation (NFGA)</i> |
| Version des Dokuments | 5   |
| Datum                 | 4. Februar 2014   |

|               |  |
|---------------|--|
| Gesuchsteller | <i>Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation KliK</i>   |
| Kontakt       | <i>Herr Marco Berg, Freiestrasse 167, 8032 Zürich,<br/>Telefon +41 44 224 60 02, marco.berg@klik.ch<br/>Für technische Fragen:<br/>Egon AG, Sandra Stettler, General Wille-Str. 59, 8706<br/>Feldmeilen, T: 058 680 20 05, sandra.stettler@egonline.ch</i> |

| Zeitplan         | Datum                                 | Spezifische Bemerkungen   |
|------------------|---------------------------------------|---|
| Umsetzungsbeginn | <i>Ab Registrierung<br/>beim BAFU</i> | <i>Aufschalten der Homepage des<br/>Förderprogramms. Start der<br/>Informationskampagne und Ausbildung<br/>der Projektbegleiter</i> |
| Wirkungsbeginn   |                                       | <i>Frühestens mit Umsetzungsbeginn</i>  |

## 2. Technische Angaben zum Projekt

### 2.1. Allgemeine Informationen

*Das Nationale Förderprogramm Gebäudeautomation (NFGA) wird Gebäudeeigentümer\* in der Schweiz fördern, welche die Gebäudeautomation ihres Gebäudes verbessern und dadurch fossile Energie und CO<sub>2</sub> einsparen. Der Ablauf und die Prozesse des NFGA werden ähnlich wie beim bestehenden „Nationalen Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen“ sein, welches die energetische Sanierung der Gebäudehülle fördert. Anstelle der Sanierung der Gebäudehülle wird die Optimierung der Gebäudeautomation gefördert.*

*\* In diesem Text wird der Einfachheit halber nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist selbstverständlich immer mit eingeschlossen.*

|                 |   |
|-----------------|---|
| Projektstandort | <p><i>Förderberechtigt sind alle Gebäude in der Schweiz, welche:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>seit mindestens einer Heizperiode fertig gestellt sind</i></li> <li>- <i>mit fossilen Energieträgern (Heizöl, Erdgas, Kohle, Abfälle aus der Kehrichtverbrennung etc.) beheizt werden</i></li> <li>- <i>einen Nutzungstyp aufweisen, der in der Norm SIA 386.110 definiert ist, oder diesen Nutzungstypen zugeordnet werden kann. (Siehe Anhang A3.a für die Zuordnung der Gebäudetypen).</i></li> <li>- <i>gemäss SIA 386.110 in die Gebäudeautomations-Effizienzklasse C oder D einzuordnen sind.</i></li> <li>- <i>ihre Gebäudeautomatino auf die Effizienzklasse B oder A gemäss SIA Norm 386.110 aufrüsten. Dabei müssen für das gesamte Gebäude alle in der Norm geforderten Massnahmen umgesetzt werden, mit Ausnahme der Gewerke Beschattung und Beleuchtung.</i></li> <li>- <i>der Bauherr unterliegt nicht dem Emissionshandel (Art. 40 ff. CO<sub>2</sub>-Verordnung) und ist keine Verminderungsverpflichtung (Art. 67 und 68 CO<sub>2</sub>-Verordnung) eingegangen.</i></li> </ul> |
| Situationsplan  | <p><i>Situationsplan nicht sinnvoll.</i></p>  |
| Projekttyp      | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Abwärmenutzung</li> <li><input type="checkbox"/> Abwärmevermeidung</li> <li><input type="checkbox"/> Effizientere Nutzung von Prozesswärme</li> <li><input type="checkbox"/> Biogasanlagen</li> <li><input type="checkbox"/> Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse</li> <li><input type="checkbox"/> Nutzung von Umweltwärme</li> <li><input type="checkbox"/> Nutzung von Solarenergie</li> <li><input type="checkbox"/> Brennstoffwechsel für Prozesswärme</li> <li><input type="checkbox"/> Effizienzverbesserung Personentransport / Güterverkehr</li> <li><input type="checkbox"/> Abfackelung / Energetische Nutzung von Methan</li> <li><input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution synthetischer Gase</li> <li><input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution von Lachgas (N<sub>2</sub>O)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> andere: <i>erhöhte Energieeffizienz in Gebäuden</i></li> </ul>  |

## Technologie

Der Energieverbrauch von Gebäuden wird durch Gebäudeautomation (GA) verringert. Die GA umfasst verschiedene Massnahmen, welche in der Norm SN EN 15232 bzw. SIA 386.110 „Gebäudeautomation – Einfluss auf die Energieeffizienz, Ausgabe 2012“ definiert sind. Jedes Gebäude kann mit dieser Norm in eine Gebäudeautomations-Effizienzklasse (GA-Effizienzklasse) A, B, C oder D eingeteilt werden (s. Abb. 1 in der schematischen Darstellung). Die GA-Effizienzklasse C entspricht dem heutigen Stand der Technik bei Neubauten. Gebäude, welche die GA-Effizienzklasse A aufweisen, sind deutlich energieeffizienter als Gebäude mit der GA-Effizienzklasse B, C, oder D. Werden Gebäude mit einer tiefen GA-Effizienzklasse auf die GA-Effizienzklasse B oder A umgerüstet, führt dies zu einer Energie- und bei fossil beheizten Gebäuden zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung. In der Norm ist für jeden Gebäudetyp anhand von Effizienzfaktoren angegeben, mit welcher Energieeinsparung bei einem Upgrade zu einer höheren GA-Effizienzklasse zu rechnen ist (s. Tab. 1 als Beispiel für die Effizienzfaktoren zur thermischen Energie bei der Heizung). Mit einigen Massnahmen wird (hauptsächlich) elektrische Energie eingespart, mit anderen (hauptsächlich) thermische Energie. In der Norm SIA 386.110 sind für die elektrische und für die thermische Einsparung jeweils eigene Effizienzfaktoren ausgewiesen. Im vorgeschlagenen Programm „Nationales Förderprogramm Gebäudeautomation“ werden nur für die Einsparungen an fossiler, thermischer Energie CO<sub>2</sub>-Bescheinigungen beantragt. Das heisst, für die anrechenbaren CO<sub>2</sub>-Einsparungen sind nur diejenigen Massnahmen relevant, welche zu einer fossilen Energieeinsparung bei der Heizung und / oder der Brauchwassererwärmung führen.

Die Norm SIA 386.110 schreibt Massnahmen in 7 Funktionsbereichen vor, welche umgesetzt werden müssen. Damit ein Gebäude am Förderprogramm teilnehmen kann, müssen alle diese Funktionen umgesetzt werden. Dies mit Ausnahme der Funktionen für die Beleuchtung und für die Beschattung (s. Tab. 3). Die Beleuchtung und die Beschattung sind bei einer Programmteilnahme optional. Werden diese beiden Gewerke ebenfalls ausgeführt, erhält der Bauherr einen Bonus ausgezahlt. Beleuchtung und Beschattung sind aus folgenden Gründen nur optional:

- Sie führen in der Regel „lediglich“ zu einer Stromeinsparung und nicht zur Einsparung von fossilen Brennstoffen.
- Bei vermieteten Gebäuden ist nicht der Gebäudebesitzer, sondern teilweise der Mieter für die Beleuchtung und die Beschattung verantwortlich. Der Bauherr kann bei vermieteten Gebäuden somit die GA-Anforderungen an Beleuchtung und Beschattung rechtlich nicht durchsetzen.
- Mit Zunahme der LED-Technologie bei Leuchtmitteln wird voraussichtlich auch die Bedeutung der Beleuchtung am Energieverbrauch eines Gebäudes abnehmen.
- In der Praxis hat sich zusätzlich gezeigt, dass die Funktionen für die Beleuchtung und die Beschattung bei bestehenden Bauten baulich oft schwer umgesetzt werden können (s. Anhang A6, Interviews): Für die zentrale Regelung der Beleuchtung und der Beschattung müssen viele Kabel verlegt und Mauerdurchbrüche gebohrt werden, was sehr kostenintensiv ist.

Somit müssen folgende GA-Funktionen der Norm SIA 386.110 zwingend umgesetzt werden:

- Regelung des Heizbetriebs (bei allen Gebäuden)
- Regelung der Trinkwassererwärmung (bei allen Gebäuden)
- Regelung des Kühlbetriebs (bei Gebäuden mit aktiver Kühlung)
- Regelung der Lüftung und des Klimas (bei Gebäuden mit Lüftung)
- Technisches Haus- und Gebäudemanagement (bei allen Gebäuden)

Schematische Darstellung

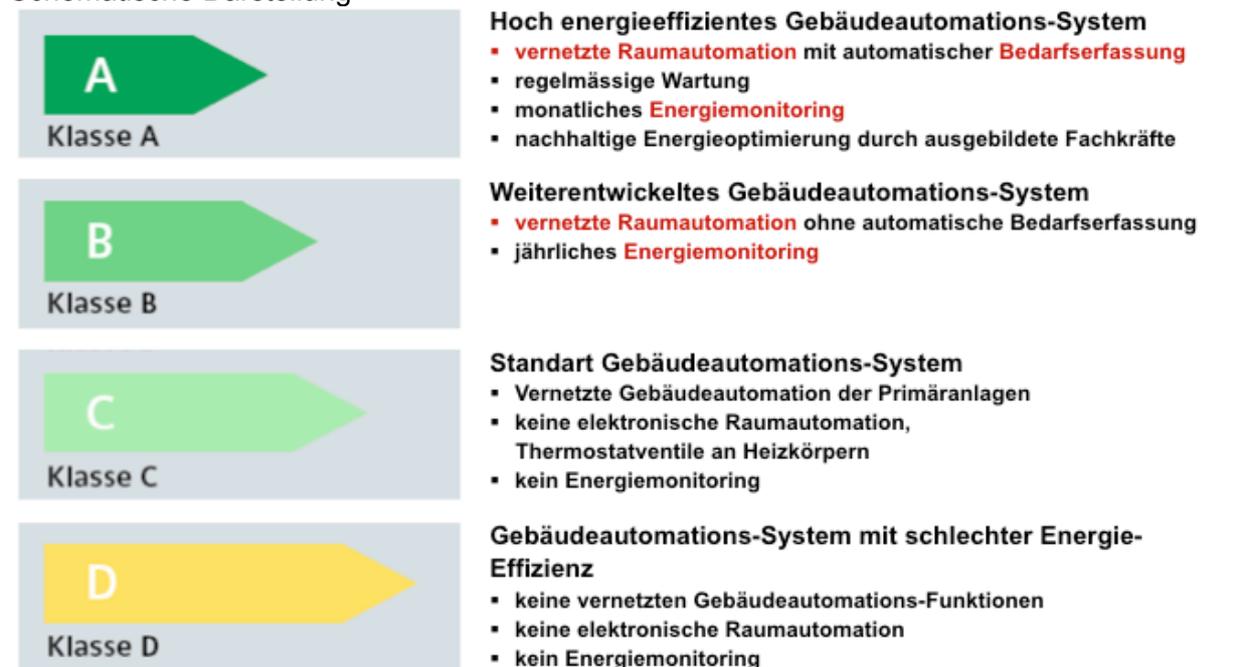


Abb. 1: Übersicht über die GA-Effizienzklassen gemäss Norm SIA 386.110. Quelle: Siemens, Hubert Furrer, für das Projekt Nr. 1976 der Stiftung Klimarappen, 2009

Tab.2: Thermische Energieeffizienzfaktoren für Heizung (exkl. Brauchwassererwärmung) gemäss SIA 386.110 Seite 41. Diese Faktoren werden erreicht, wenn alle GA-Funktionen umgesetzt werden, welche einen Einfluss auf den Heizenergiebedarf haben.

\* Standard für Neubauten im Zweckbau

|                                     | D nicht energieeffizient | C (Referenz) Standard* | B erhöhte Effizienz | A hohe Energieeffizienz |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| Wohngebäude                         | 1.09                     | 1                      | 0.88                | 0.81                    |
| Büros                               | 1.44                     | 1                      | 0.79                | 0.70                    |
| Hörsäle                             | 1.22                     | 1                      | 0.73                | 0.3                     |
| Bildungseinrichtungen (Schulen)     | 1.2                      | 1                      | 0.88                | 0.8                     |
| Krankenhäuser                       | 1.31                     | 1                      | 0.91                | 0.86                    |
| Hotels                              | 1.17                     | 1                      | 0.85                | 0.61                    |
| Restaurants                         | 1.21                     | 1                      | 0.76                | 0.69                    |
| Gebäude für Gross- und Einzelhandel | 1.56                     | 1                      | 0.71                | 0.46                    |

Tab.3: Definition welche Funktionen gemäss SIA 386.110 Tabelle 1 umgesetzt werden müssen, um am Förderprogramm teilzunehmen. (Voraussetzung fossile Heizung)

|  | <b>Führt zu fossiler und / oder elektrischer Energieeinsparung?</b>   | <b>Gefordert im Förderprogramm</b> |
|--|---|------------------------------------|
| Regelung des Heizbetriebs                          | Elektrisch (Pumpenlaufzeit) und fossil  | Immer                              |
| Regelung der Trinkwassererwärmung                  | Elektrisch (Pumpenlaufzeit) und fossil (falls fossil erwärmt)   | Immer                              |
| Regelung des Kühlbetriebs                          | Elektrisch (Übergabe, Verteilung, Laufzeit) und fossil (Verriegelung zw. Heizungs- und kühlungsseitiger Regelung) | Falls Kühlung vorhanden            |
| Regelung der Lüftung und des Klimas                | Elektrisch (Laufzeit, Volumenstrom) und fossil (Wärmerückgewinnung, Laufzeit, Volumenstrom)                       | Falls Lüftung vorhanden            |
| Regelung der Beleuchtung                           | Elektrisch  | Optional                           |
| Regelung der beweglichen Sonnenschutzeinrichtungen | Elektrisch  | Optional                           |
| Technisches Haus- und Gebäudemanagement            | Stellt elektrische und fossile Einsparungen sicher  | Immer                              |

## 2.2 Art des Projekts

|  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Einzelnes Projekt | <input type="checkbox"/> Projektbündel   | <input checked="" type="checkbox"/> Programm |
| Treibhausgas(e)                            | <input checked="" type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> CH <sub>4</sub> <input type="checkbox"/> N <sub>2</sub> O <input type="checkbox"/> HFC <input type="checkbox"/> PFC <input type="checkbox"/> SF <sub>6</sub> <input type="checkbox"/> NF <sub>3</sub> |  |

## 2.3 Beschreibung des Projekts

### **Ausgangslage:**

Bestehende Gebäude weisen typischerweise die GA-Klasse C oder D auf. Bei einer Sanierung des Leitsystems oder der Gebäudetechnik wird üblicherweise ein eins-zu-eins Ersatz durchgeführt, d.h. die GA-Klasse wird nicht verbessert. Eine Branchenumfrage ergab, dass lediglich etwa 1% der bestehenden Wohngebäude und maximal 5% der bestehenden Zweckbauten mit Gebäudeautomation der Klasse A oder B ausgerüstet sind. (Umfrage-Resultate siehe Anhang A6). Es gibt gemäss Interviews viele Gründe dafür, dass Klasse A oder B praktisch nie umgesetzt werden:

- Oft entscheiden nicht die Benutzer eines Gebäudes über die Sanierungsmassnahmen, sondern die Eigentümer. Diese werden später nicht von der erzielten Energieeinsparung und Komfortverbesserung profitieren und haben deshalb auch keinen Anreiz, eine höhere GA-Klasse umzusetzen. Dies trifft insbesondere für Wohnbauten zu, aber oft auch für Zweckbauten wie z.B. Bürogebäude und Einkaufszentren. Die Investitionskosten werden vom Eigentümer getragen, die Energiekosten hingegen von den Mietern.
- Bei kleineren Gebäuden werden typischerweise die Gebäudetechnikkomponenten (v.a. Heizung) inklusive der dafür nötigen Regler vom Installateur geliefert und montiert. Die Frage nach einer vernetzten GA stellt sich nicht, da weder der Installateur noch der Bauherr über die Möglichkeiten und den Nutzen der GA informiert sind.
- Bei Zweckbauten und grösseren Mehrfamilienhäusern wird bei Sanierungen öfter ein Fachplaner beigezogen. Die Interviews haben gezeigt, dass die wenigsten Energieberater und Fachplaner die Norm SIA 386.110 kennen oder über den Nutzen einer vernetzten GA informiert sind. Der Begriff „Gebäudeautomation“ wird bei Bauherren wie auch bei Planern häufig mit „Heizungsregelung“ oder „Beleuchtungsregelung“ gleichgesetzt.

- Bisher stehen bei der GA hauptsächlich die Sicherheit und der Komfort, aber nicht die Energieeinsparung im Fokus der Kunden. Das Bewusstsein, dass ein ganzheitliches, vernetztes GA-System sinnvoll wäre, ist nicht vorhanden. Dies nicht nur bei den Kunden, sondern vielfach auch bei den Installateuren und oft sogar bei den Planern, welche die Kunden beraten. Auch die Energieeinsparungen, welche mit der GA erzielt werden können, sind den meisten Fachplanern und Energieberatern nicht bekannt.
- Das Budget für Sanierungen ist oft knapp. Da die GA innerhalb des Sanierungspakets meist nur ein Nebenaspekt ist, wird hier oft zuerst gespart.
- Die hohen Investitionskosten sind ausschlaggebend dafür, dass die GA-Klassen A oder B fast nie umgesetzt werden.

Bei der Umsetzung einer GA-Klasse A oder B sind keine negativen Nebeneffekte ökologischer, sozialer oder wirtschaftlicher Art zu erwarten. Alle Gebäudetechnik-Komponenten, welche für das Erreichen der GA-Klasse A oder B nötig sind, werden schon seit Jahren hergestellt und eingesetzt. Neu ist „lediglich“, dass diese Komponenten vernetzt und flächendeckend eingesetzt und zentral geregelt werden sollen. Das bedeutet, dass die Fachplaner sich neu an die Norm SIA 386.110 halten. Das Programm wird innerhalb der bestehenden sozialen und wirtschaftlichen Strukturen umgesetzt. Der Ablauf für die Sanierung der Gebäudetechnik bleibt gleich wie bisher: der Umbau wird durch einen Fachplaner geplant und von Installateuren umgesetzt, die Komponenten werden von Gebäudetechnik-Herstellern geliefert.

Das Programm wird positive Effekte ökologischer und sozialer Art haben: Die Umsetzung der GA-Klasse A bzw. B. führt zu Energieeinsparungen und zu einem höheren Komfort in den Gebäuden.

**Projektziel:** Wie bereits unter dem Punkt „Technologie“ beschrieben, führt Gebäudeautomation nach Klasse A oder B der SIA 386.110 zu einer deutlichen Energieeinsparung gegenüber der „Standard“-Klasse C. Bei Gebäuden mit fossiler Heizung werden je nach Gebäudetyp und erzielter Gebäudeautomationsklasse 9% bis über 70% CO<sub>2</sub> bei der Heizenergie eingespart (s. Tab.4). Bei der Aufbereitung des Brauchwarmwassers werden zusätzlich 10% bis 20% CO<sub>2</sub> eingespart. Die prozentuale Einsparung ist gemäss Norm SIA 386.110 unabhängig von der Art der Heizung und vom Energieträger. D.h. sowohl für fossile wie auch für erneuerbare Heizungen gelten dieselben prozentualen Einsparungswerte. Die prozentuale Einsparung an thermischer Energie wird nur erreicht, wenn alle GA-Funktionen umgesetzt werden, welche zu einer thermischen Einsparung führen (siehe Tab. 3).

Tab. 4: prozentuale Einsparung an thermischer Energie bei einer Verbesserung der GA-Klasse von Klasse C oder D auf Klasse A oder B, gemäss SIA 386.110

| Nutzungstyp                         | Prozentuale Einsparung bei Upgrade von D auf B | Prozentuale Einsparung bei Upgrade von C auf B | Prozentuale Einsparung bei Upgrade von C auf A | Prozentuale Einsparung bei Upgrade von D auf A |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
|                                     | D->B   | C->B   | C->A   | D->A   |
| Büros                               | 45%  | 21%  | 30%  | 51%  |
| Hörsäle                             | 40%  | 27%  | 70%  | 75%  |
| Bildungseinrichtungen (Schulen)     | 27%  | 12%  | 20%  | 33%  |
| Krankenhäuser                       | 31%  | 9%   | 14%  | 34%  |
| Hotels                              | 27%  | 15%  | 39%  | 48%  |
| Restaurants                         | 37%  | 24%  | 31%  | 43%  |
| Gebäude für Gross- und Einzelhandel | 54%  | 29%  | 54%  | 71%  |
| Wohngebäude                         | 19%  | 12%  | 19%  | 26%  |

Ziel des NFGA ist es, dass zwischen 2014 und 2018 möglichst viele bestehende Gebäude ihre GA-Klasse von Klasse C oder D auf A oder B verbessern und dadurch CO<sub>2</sub> einsparen. D.h. ab dem Jahr 2014 bis zum 31.12.2018 wird es möglich sein, sich für eine Teilnahme am Programm anzumelden.

Grundsätzlich dürfen alle Gebäude am NFGA teilnehmen, welche die unter „Projektstandort“ beschriebenen Kriterien erfüllen. Hauptzielgruppe werden nicht sanierte Zweckbauten sein, da die Gebäudeautomation bei diesen zu besonders hohen Einsparungen führt. In Anhang A3.b ist der durchschnittliche Energiebedarf von verschiedenen Gebäudetypen mit unterschiedlichem energetischem Zustand angegeben. Für nicht sanierte Gebäude wurden in Anhang A3.d anhand der Effizienzfaktoren gemäss SIA 386.110 die durchschnittliche jährliche Energieeinsparung und die CO<sub>2</sub>-Einsparung bei der Heizung berechnet. (Annahme: Ölheizung, Verbesserung von Klasse C auf B und von Klasse D auf A.) Die Resultate zeigen, dass pro Gebäude jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 1.5 bis über 400 Tonnen resultieren. Der Median liegt bei ca. 40 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die Haupteinflussgrössen sind die Energiebezugsfläche des Gebäudes und der Nutzungstyp.

Es ist schwierig, Prognosen für die Anzahl Teilnehmer abzugeben. Die GA-Experten sind sich einig, dass der Erfolg davon abhängen wird, wie schnell die Fachplaner und Energieberater im Umgang mit der SIA 386.110 geschult werden können und wie stark sowohl die Bauherren wie auch die Planer für das Thema Gebäudeautomation sensibilisiert werden können.

Die befragten Experten zur GA und zu Förderprogrammen haben ganz unterschiedliche Schätzungen zur Anzahl teilnehmender Gebäude abgegeben. Die Spannweite reicht von 50 bis zu über 1'000 Gebäuden pro Jahr. Bei einer mittleren CO<sub>2</sub>-Einsparung von 40 Tonnen pro Jahr und Gebäude, resultiert somit für das NFGA eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von total 14'000 bis 280'000 Tonnen von 2014 bis 2020. Wie in Kapitel 4 beschrieben, werden im Verlauf des Projekts jährlich die tatsächlich erzielten CO<sub>2</sub>-Einsparungen ermittelt. Die Bescheinigungen für die Emissionsverminderungen sollen jährlich auf Basis der tatsächlich erreichten Einsparung ausgestellt werden.

#### **Referenzszenario:**

Für das Referenzszenario wird quantifiziert, wie viele Gebäude auch ohne Förderprogramm in der betrachteten Zeitperiode auf die GA Effizienzklasse A oder B aufgerüstet hätten. Es gibt keine Marktstatistiken für die Gebäudeautomationsbranche, welche den Anteil Gebäude mit vernetzter GA untersucht. Auch das GNI (Gebäude Netzwerk Institut, Branchenverband für die Gebäudeautomation) sammelt keine Marktdaten zur Umsetzung der SIA Norm 386.110. Die Abschätzung basiert deshalb auf einer Umfrage, für welche folgende 8 Lieferanten und Systemintegratoren interviewt wurden:

- ABB Schweiz AG
- Cofely
- Honeywell
- piSystems
- Saia Burgess
- Sauter
- Schneider Electric
- Siemens

Insgesamt decken die interviewten Firmen über 80% des GA-Markts für Zweckbauten und über 30% des Markts bei Wohnbauten ab. Befragt wurden die wichtigen Firmen, welche vernetzte GA-Systeme liefern. Es gibt viele weitere Firmen, welche einzelne GA-Komponenten liefern und installieren, z.B. Heizungsinstallateure, welche eine Heizungsregelung liefern. Die wenigsten dieser Firmen kennen bisher die Norm SIA 386.110 oder installieren GA gemäss dieser Norm. Das heisst, die restlichen 20% Marktanteil bei Zweckbauten und 70% Marktanteil bei Wohnbauten werden hauptsächlich durch HLK-Installateure abgedeckt. Diese liefern Heizungen inkl. Heizungsregelung, aber

keine vernetzte Gebäudeautomation. Die interviewten Firmen repräsentieren somit gut die gesamte Anzahl Gebäude, welche jährlich nach der Norm SIA 386.110 mit GA ausgerüstet werden.

Die interviewten Firmen lieferten im letzten Jahr für ca. 375 Zweckbauten GA-Komponenten für die GA-Klasse B und bei 80 Zweckbauten für die Klasse A. Ausserdem verbesserten sie die Gebäudeautomation bei 180 Wohnbauten auf Klasse B und bei 15 Wohnbauten auf Klasse A.

Verschiedene Hinweise deuten darauf hin, dass nur ein kleiner Teil dieser Gebäude die strengen Anforderungen des NFGA erfüllt hätten:

- Da in den Verrechnungs-Systemen der Firmen nicht erfasst wird, ob ein Gebäude die Klasse A oder B erreicht, handelt es sich bei den Angaben in den Interviews um Schätzwerte.
- Lieferanten wie z.B. Saia Burgess oder Sauter liefern GA-Komponenten, ohne genauere Kenntnis des Gebäudes und der umgesetzten GA-Klasse.
- Oft wurde die Gebäudeautomation nur für ein bestimmtes Gewerk durchgeführt (z.B. Lüftung oder Kühlung), so dass nur für dieses Gewerk die Klasse A oder B erreicht wurde.
- Bei den Gebäuden, die Klasse A oder B erreichten, handelt es sich hauptsächlich um grössere bis sehr grosse Gebäude (z.B. Bürogebäude mit gegen 10'000 m<sup>2</sup> Fläche) oder um mehrere kleinere Gebäude, welche demselben Besitzer gehören (z.B. Filialen von Coop oder Migros). Das bedeutet, dass ein Teil der jährlich auf GA-Klasse A oder B aufgerüsteten Gebäude potentiell unter eine Zielvereinbarung für Energie-Grossverbraucher fällt und somit nicht am Förderprogramm teilnehmen dürfen.
- Die Installationsfirmen und Lieferanten sind nur bei einem Teil der Gebäude für das technische Gebäudemanagement (TGM) zuständig. Die Norm stellt hohe Anforderungen an das regelmässige TGM, um den kontinuierlichen optimalen Betrieb der GA sicher zu stellen. Typischerweise ist für den Betrieb des Gebäudes aber ein Facility Manager zuständig, welcher die SIA 386.110 nicht kennt. Nach Aussage vieler GA-Spezialisten wird oft nur bei der Inbetriebnahme sowie manchmal im Folgejahr die Einstellung der Gebäudeautomation überprüft. Anschliessend verzichtet der Kunde aus Kostengründen meistens auf diese Dienstleistung. Um die GA-Klassen A und B zu erreichen, ist aber eine fortlaufende, mindestens jährliche Überprüfung des Energieverbrauchs und aller GA-Komponenten vorgeschrieben.

Nach mündlicher Auskunft von Herrn Jürgen Baumann, Siemens, werden jährlich einige Dutzend Gebäude in der Schweiz vollumfänglich auf GA-Klasse B aufgerüstet und etwa 10 Gebäude auf GA-Klasse A. Um eine konservative Schätzung vorzunehmen, sind wir trotzdem davon ausgegangen, dass alle in den Interviews angegebenen Gebäude vollumfänglich Klasse A bzw. B erreicht haben.

Für das Referenzszenario werden diejenigen Gebäude betrachtet, bei denen sich jährlich die Frage stellt, ob sie mit GA ausgerüstet werden sollen. Gemäss Vollzugsweisung des BAFU beträgt die Amortisationsfrist für Haustechnik-Sparmassnahmen 10 Jahre. Das bedeutet, dass jedes Jahr 10% der Gebäude ihre Haustechnik-Sparmassnahmen erneuern sollten. Bei diesen Gebäuden stellt sich dann auch die Frage, ob sie ihre Haustechnik mit GA ausrüsten sollen.

Der Gebäudebestand in der Schweiz umfasst ca. 1.38 Mio. reine Wohnbauten und ca. 277'000 Zweckbauten (Quelle: Gebäudestatistik Schweiz GBS, Bundesamt für Statistik BFS, 2011. Als Zweckbauten wurden alle Gebäude eingestuft, welche nicht reine Wohnbauten sind). Jährlich gibt es somit rund 27'700 Zweck- und 138'000 Wohnbauten, welche ihre Haustechnik-Sparmassnahmen erneuern sollten. Dies entspricht der jährlich ansprechbaren Kundengruppe für das NFGA-Programm.

Mit der in den Interviews angegebenen Anzahl Gebäude, welche jährlich GA-Klasse A bzw. B erreicht, erhält man folgende Werte für das Referenzszenario (s. auch Tab. 9 in Anhang A3):

- 1.35% der Zweckbauten und 0.13% der Wohnbauten, welche ihre GA umrüsten oder ihre Haustechnik anpassen, verbessern ihre Gebäudeautomation auf Klasse B.

- 0.29% der Zweckbauten und 0.01% der Wohnbauten welche ihre GA umrüsten oder ihre Haustechnik anpassen, verbessern ihre Gebäudeautomation auf Klasse A.

Die Interviews mit Gebäudeautomations-Firmen haben zudem ergeben, dass durchwegs mit einem jährlichen Umsatzwachstum der Gebäudeautomationsbranche von 3 bis 5% gerechnet wird und entsprechend auch mit einer Zunahme der Anzahl Gebäude, welche Klasse A oder B erreichen. Tabelle 10 in Anhang A3.e zeigt das Umsatzwachstum der Gebäudeautomationsbranche von 2014 bis 2018. Die befragten Personen gehen nicht davon aus, dass sich der Anteil Gebäude, welche Klasse A oder B erreichen in den nächsten Jahren verändern wird. Durch das allgemeine Wachstum der GA-Branche wird aber die absolute Zahl an Gebäuden zunehmen, welche die GA-Klassen A oder B erreichen.

Für das Referenzszenario wird ausserdem angenommen, dass bei jährlich rund 4% der Gebäude die Heizung erneuert wird und dabei bei 40% neu ein nicht-fossiles Heizsystem (Holz, Wärmepumpe etc.) eingesetzt wird. Das bedeutet, dass jährlich 1.6% der Gebäude ihre Heizung durch ein nicht-fossiles System ersetzen. Hierbei stützt sich die Annahme zur Erneuerungsrate auf die typische Lebensdauer von Heizanlagen, welche je nach Quelle zwischen 20 Jahren (SIA 2032) und 40 Jahren (SIA 480) variiert. Vorliegend wird von 25 Jahren bzw. einer Ersatzrate von einer Ersatzrate 4% ausgegangen. Dies stellt eine konservative Annahme dar. Verschiedene Hinweise im Rahmen der Ex-postmodellierung der Entwicklung der Energienachfrage in der Schweiz seit 2000 und unveröffentlichte Auswertungsergebnisse von Erhebungen der TEP Energy deuten auf eine etwas geringere Ersatzrate hin. Die Annahme "40% Ersatz mit erneuerbarem Heizsystem" stützt sich auf "Projekte zur Emissionsverminderung im Inland; Ein Modul der Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde zur CO<sub>2</sub>-Verordnung; BAFU; 2013".

Anhand des Referenzszenarios und der Effizienzfaktoren gemäss SIA 386.110 wird für jeden Gebäudetyp die Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung berechnet. Die Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung ist unterschiedlich für Heizung und Brauchwarmwasser und abhängig von der GA-Klasse vor bzw. nach dem Upgrade der GA. In Anhang A3.f und A3.g sind alle Referenzszenario-bereinigten prozentualen Energieeinsparungen inklusive Herleitung aufgeführt. Damit werden während des Programms jährlich für alle teilnehmenden Gebäude die Referenzemissionen berechnet. Siehe Kapitel „4.4 Referenzszenarien“ zur Herleitung dieser Berechnung.

Für den Heizenergieverbrauch und für den Energieverbrauch zur Brauchwassererwärmung sind separate Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparungen ausgewiesen. Für jedes Jahr seit Installation der Gebäudeautomation werden ausserdem 1.6% der Emissionsreduktionen abgezogen, um den Effekt des Heizungsersatzes durch nicht-fossile Heizungen zu berücksichtigen.

**Laufzeit des Projekts (in Jahren):**

Kreditierungsperiode: ab Registrierung beim BAFU (voraussichtlich 2014) bis 31.12.2020, d.h. 7 Jahre.

Einzelne Projekte können ab Registrierung beim BAFU angemeldet und bis 31.12.2018 umgesetzt werden. Der Zeitraum, über welchen neue Projekte in das Programm aufgenommen werden, beträgt somit 5 Jahre (2014 bis 2018). D.h. die Programmdauer beträgt 5 Jahre. Die während der Kreditierungsperiode anrechenbare Wirkungsdauer kann bei einzelnen Gebäuden zwischen 2 und 7 Jahren variieren.



|   |  |
|---|--|
| <b>Ist das Projekt zur Inanspruchnahme von <i>staatlichen</i> Finanzhilfen berechtigt?</b>  |  |
| <input type="checkbox"/> Ja   | <input checked="" type="checkbox"/> Nein |
| <p><i>Nein, es gibt keine staatlichen Fördermittel in diesem Bereich. Es kann vorkommen, dass einzelne Gebäude im NFGA Fördergelder erhalten, welche indirekt im Zusammenhang mit der GA stehen. Diese führen aber nicht dazu, dass die erzielten CO<sub>2</sub>-Einsparungen doppelt bescheinigt werden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>ProKiloWatt: es ist denkbar, dass ProKiloWatt in Zukunft auch GA fördert. Da ProKiloWatt nur Stromeinsparungen fördert, führt dies nicht zu einer Doppelförderung. Beim NFGA beantragen wir explizit nur die Bescheinigung der CO<sub>2</sub>-Einsparungen auf fossilen Energieträgern. Da eine allfällige Förderung durch ProKiloWatt erst nach Registrierung des NFGA umgesetzt würde, müsste ProKiloWatt sicherstellen, dass die Abgrenzungen zum NFGA korrekt erfolgen. Es sind Gespräche mit Vertretern des BFE in Gange, um ein allfälliges Förderprogramm GA von ProKiloWatt mit dem NFGA zu koordinieren. Angestrebt wird, die beiden Förderprogramme (KliK und ProKiloWatt) administrativ zu vereinigen, so dass der Kunde sich für beide Förderprogramme gleichzeitig mit demselben Antrag bewerben kann. Der Start eines ProKiloWatt Förderprogramms für Gebäudeautomation wird frühestens 2014 möglich sein.</i></li> <li>- <i>Klimastiftung: Die Klimastiftung fördert energiesparende Massnahmen im Betrieb. Die Förderung von GA ist nicht ausgeschlossen. Die Stiftung ist allerdings keine staatliche Institution sondern wird von privaten Finanzgebern getragen.</i></li> <li>- <i>Einzelne Gemeinden und Energielieferanten bieten manchmal (zeitlich und mengenmässig befristete) Umtauschaktionen für einzelne Komponenten der Gebäudetechnik an. Z.B. fördert die BKW (Bernerische Kraftwerke AG) den Umtausch einer alten Umwälzpumpe durch eine hocheffiziente Umwälzpumpe mit einem Förderbeitrag von CHF 300.- (maximal werden 2'500 Umwälzpumpen gefördert). Gesamte GA-Systeme wurden bisher noch nie gefördert. Aufgrund der Komplexität der GA ist auch nicht davon auszugehen, dass dies in Zukunft der Fall sein wird.</i></li> <li>- <i>Es können nur Bauherren teilnehmen, welche nicht dem Emissionshandel unterliegen (Art. 40 ff. CO<sub>2</sub>-Verordnung) und keine Verminderungsverpflichtung (Art. 67 und 68 CO<sub>2</sub>-Verordnung) eingegangen sind.</i></li> </ul> <p><i>Im Teilnahmegesuch muss der Teilnehmende angeben, in welchem Umfang er für die thermische Wirkung der Gebäudeautomation im angemeldeten Objekt öffentliche Fördergelder beantragt oder zugesagt erhalten hat. Hat der Gesuchsteller öffentliche Fördergelder erhalten, wird die Wirkung anhand der Investitionskosten für die Gebäudeautomation aufgeteilt (siehe Vollzugsmitteilung 2013 des BAFU). Falls ein Vorhaben im Laufe der Kreditierungsperiode öffentliche Fördergelder erhält, muss dies der Programmleitung des NFGA mitgeteilt werden, damit bei Bedarf eine Wirkungsaufteilung erfolgen kann.</i></p> <p><i>Im Teilnahmegesuch muss der Teilnehmende zudem bestätigen, dass er hinsichtlich GA nicht aktiv an einem anderen Klimaschutzprogramm teilnimmt.</i></p> |  |
| <b>Weist das Projekt Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind?</b>   |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ja  | <input type="checkbox"/> Nein            |
| <p><i>Es können nur Bauherren teilnehmen, welche nicht dem Emissionshandel unterliegen (Art. 40 ff. CO<sub>2</sub>-Verordnung) und keine Verminderungsverpflichtung (Art. 67 und 68 CO<sub>2</sub>-Verordnung) eingegangen sind.</i></p>  |  |

#### 4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen

##### 4.1. Systemgrenze

**Beschreibung:** Welche Gebäude am Förderprogramm teilnehmen können wurde bereits unter Projektstandort beschrieben.

Im Einzelfall bezieht sich die Systemgrenze zur Bestimmung der Emissionsreduktion auf das betrachtete Gebäude oder im Fall eines Heizverbundes auf das betrachtete Heizsystem. Die thermische Energie wird auf Ebene der Endenergie bilanziert. Die Systemgrenze ist der fossile Heizkessel, beziehungsweise die in den Heizkessel gelieferte Energie. Nicht berücksichtigt werden alle vorgelagerten Ketten der Energiebereitstellung.

**Grafische Darstellung:** der rote Kasten bezeichnet die Systemgrenze

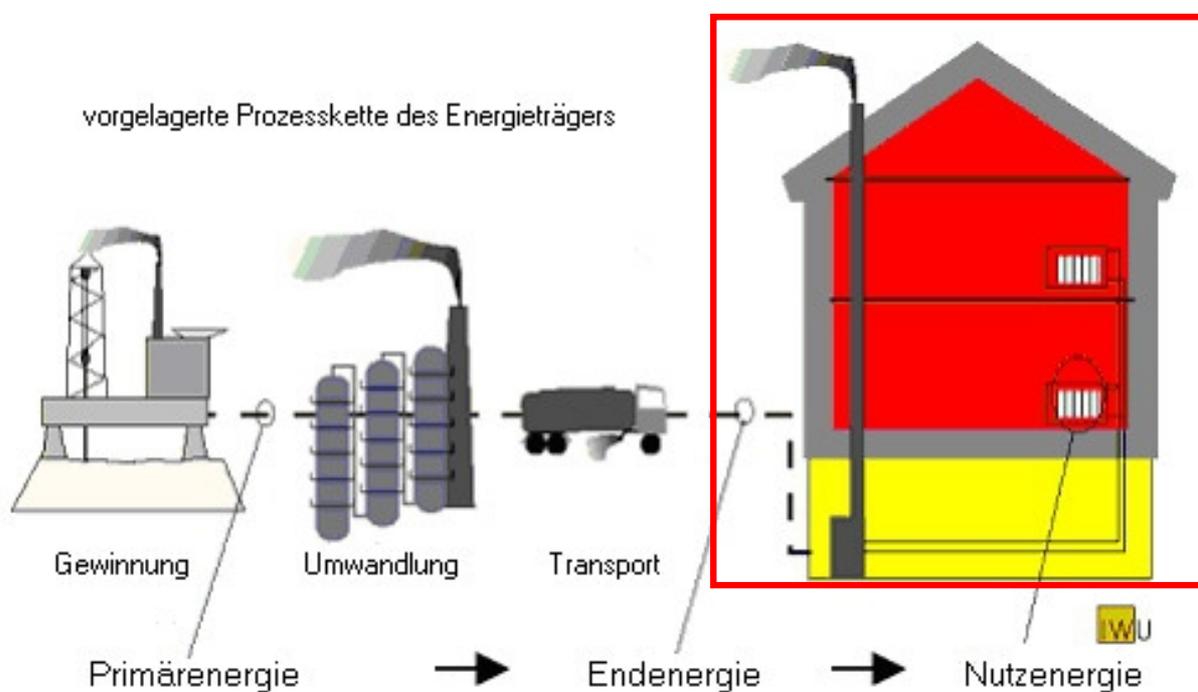


Abb. 3: Abgrenzung zwischen Primär-, End- und Nutzenergie. Quelle: [http://www.pitbau.de/index.php?rex\\_resize=570w\\_escprimenerg\\_1.jpg](http://www.pitbau.de/index.php?rex_resize=570w_escprimenerg_1.jpg)

| 4.2 Direkte und indirekte Emissionsquellen |                   |                  |           |  |
|--|-------------------|------------------|-----------|--|
|  | Quelle            | Gas              | Enthalten | Begründung / Beschreibung  |
| Projektmissionen                           | Heizöl und Erdgas | CO <sub>2</sub>  | ja        | Fossile Heizung mit Öl, resp. Gas oder Nah-/Fernwärmeverbund mit fossilen Energieträgern ist Voraussetzung für die Teilnahme am Programm |
|  |                   | CH <sub>4</sub>  | nein      |  |
|  |                   | N <sub>2</sub> O | nein      |  |
|  |                   | andere           | nein      |  |
| Referenzentwicklung                        | Heizöl und Erdgas | CO <sub>2</sub>  | ja        | Die Heizung wird beibehalten. Der Verbrauch wird aber reduziert.   |
|  |                   | CH <sub>4</sub>  | nein      |  |
|  |                   | N <sub>2</sub> O | nein      |  |
|  |                   | andere           | nein      |  |

| Leakage  |
|--|
| <p>Die GA-Komponenten (Fühler, Aktoren etc.) benötigen im Betrieb Strom. Dieser Strombedarf und die damit verbundenen Emissionen werden nachfolgend quantifiziert und entsprechend berücksichtigt. Neueste Untersuchungen (<sup>1</sup>) haben gezeigt, dass der Stromverbrauch im Bereich von ca. 3 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr liegt. Gleichzeitig führt die GA aber auch zu einer Stromeinsparung, da sich die Betriebszeiten für Pumpen, Lüftung, Beleuchtung etc. deutlich verkürzen. Gemäss SIA 386.110 liegen die Effizienzfaktoren für Hilfsenergie bei allen Gebäudetypen ab Energieeffizienzklasse B unter 1.0 (0.72 bis 0.98). Das bedeutet, dass die Stromeinsparungen gegenüber dem zusätzlichen Stromverbrauch überwiegen. Netto resultiert also eine negative Leakage. Zusätzlich zu den thermischen Einsparungen bei der fossilen Heizung werden auch Stromeinsparungen erzielt. Das Förderprogramm verzichtet auf die Anrechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung welche durch die höhere Stromeffizienz resultiert. Es wird nur die CO<sub>2</sub>-Einsparung im thermischen Bereich bewertet. Die Leakage wird mit 0% angenommen, da sie durch die Stromeinsparungen überkompensiert wird.</p> <p>Weiter wurde diskutiert, ob die GA dazu führt, dass die restliche Gebäudetechnik (Heizung, Lüftung) oder die Gebäudehülle nicht bzw. später saniert wird. Z.B. weil der Gebäudebesitzer dank der GA so viele Energiekosten spart, dass er es nicht mehr für nötig befindet z.B. auf ein erneuerbares Heizsystem umzusteigen. Die Interviews mit der Branche haben gezeigt, dass dieses Verhalten in der Praxis nicht angetroffen wird. Die GA wird meist gemeinsam mit einer Sanierung der übrigen Gebäudetechnik durchgeführt. Es kommt sogar vor, dass das Upgrade der GA einen vorzeitigen Ersatz der Haustechnik nach sich zieht. Einerseits, weil einige sehr alte Heizsysteme nicht mit der modernen GA kompatibel sind. Andererseits, weil der GA-Planer die gesamte Gebäudetechnik analysieren muss und dabei auch Schwachstellen an der bestehenden Gebäudetechnik aufdeckt und mit dem Eigentümer bespricht. Es ist somit im Gegenteil davon auszugehen, dass der Einbau der GA bei einem gewissen Anteil der Gebäude zu einer vorzeitigen Erneuerung der gesamten Gebäudetechnik führt und somit weitere Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen auslöst.</p> |

<sup>1)</sup> Towards Ica of building automation and control systems in zero emission buildings – measurements of auxiliary energy to operate a knx bus-system, Jens Tønnesen; Vojislav Novakovic; Department of Energy and Process Engineering, Norwegian University of Science and technology (NTNU), Kolbjorn Hejes vei 1b, NO-7491 Trondheim, Norway, CISBAT 2013

## Einflussfaktoren

*Es gibt nur wenige Einflussfaktoren, welche direkte Einwirkungen auf das Referenzszenario oder die erzielten CO<sub>2</sub>-Einsparungen haben.*

### **Gesetzliche Rahmenbedingungen:**

*Es ist möglich, dass die EnDK (Energiedirektorenkonferenz) in den MuKE (Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich) in Zukunft Vorschriften zur Gebäudeautomation erlassen wird. Die MuKE werden sehr oft von den Kantonen in ihren kantonalen Vorschriften übernommen. Aktuell ist keine Vorschrift zur Gebäudeautomation absehbar, weder in der MuKE, noch bei einem einzelnen Kanton. Im jährlichen Monitoring wird jeweils geprüft, ob sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen geändert haben.*

### **Technologie:**

*Alle interviewten Firmen waren sich einig, dass in den nächsten Jahren keine grundlegenden Änderungen in der Technologie der GA oder im Preis auftreten werden. Tendenziell wird mit leicht steigenden Preisen gerechnet. Ca. 70% der Kosten für GA fallen in Arbeitsstunden an, lediglich 30% für Hardware. Bei steigenden Lohnkosten und Stundenansätzen ist auch mit steigenden Kosten für die GA zu rechnen.*

### **Markt:**

*Unter Ausgangslage wurde beschrieben, dass nicht einmal die Fachleute selbst die Norm SIA 386.110 kennen. Dies, obwohl die Norm seit 2008 existiert. Die Branche und auch die Branchenverbände wie z.B. der GNI haben es bisher nicht geschafft, die Norm und die Bedeutung der vernetzten, intelligenten GA in der Branche bekannt zu machen. Es gibt keine Anhaltspunkte dafür, dass sich dies in naher Zukunft ändern wird.*

### **Energiepreise:**

*In den Interviews wurde deutlich, dass die Energiepreise nur eine untergeordnete Rolle beim Entscheid für bzw. gegen eine GA gemäss SIA 386.110 spielen. Hauptfaktor für den Entscheid ist meist das vorhandene Investitionsbudget. Eine Wirtschaftlichkeitsrechnung wird von den wenigsten Kunden durchgeführt. Ein leichter Anstieg der Energiepreise wird somit keinen nennenswerten Einfluss auf das Referenzszenario haben.*

### **Gebäudegrösse und Gebäudezustand:**

*Die Grösse des Gebäudes, der Nutzungstyp und der energetische Zustand des Gebäudes definieren den absoluten Energieverbrauch und somit auch die erzielbare Energieeinsparung durch GA. Diese Einflussfaktoren werden in der Berechnung der Projektmissionen mit berücksichtigt, indem für jedes Gebäude der tatsächliche Energieverbrauch gemessen wird.*

### **Energieeinsparung:**

*Die Energieeinsparung, welche durch die GA erreicht wird, ist in der Norm SIA 386.110 definiert. Es wird jährlich geprüft, ob die Norm SIA 386.110 geändert wurde und falls nötig das Programm angepasst. (Beschrieb siehe Kapitel 6)*

### **Anzahl Teilnehmer:**

*Anzahl, Grösse und Nutzungstyp der angemeldeten Gebäude wird über die absolute Höhe der CO<sub>2</sub>-Einsparungen entscheiden. Der Wirkungsmechanismus und das Referenzszenario sind aber unabhängig von der Anzahl Teilnehmer. Das Programm wird jedes Jahr die Anzahl Gebäude und die eingesparte CO<sub>2</sub>-Menge ausweisen.*

#### 4.3 Projektemissionen

*Die Projektemissionen hängen davon ab, wie viele Gebäude von welchem Gebäudetyp teilnehmen, welche GA-Effizienzklasse das Gebäude vor- bzw. nach der Sanierung der GA aufweist, wie hoch der absolute Wärmebedarf des Gebäudes ist, welche Wetterbedingungen herrschen, wie sich die Benutzer verhalten etc. Es ist somit im Voraus nicht möglich, die Projektemissionen genau zu definieren. Um aufzuzeigen, wie die Projektemissionen aussehen könnten, werden nachfolgend für verschiedene typische Gebäude beispielhaft Angaben zu den Emissionen gemacht.*

*Während dem NFGA wird der Heizenergieverbrauch auf Ebene Endenergie für jedes Gebäude gemessen und im Jahr nach der Installation der GA an die Programmleitung rapportiert. Die Messung erfolgt über das Monitoringsystem der Gebäudeautomation. (Sobald bei einem Gebäude die GA-Klassen A oder B umgesetzt sind, ist ein mindestens jährliches Monitoring des Energieverbrauchs in der SIA 386.110 vorgeschrieben. Dabei wird entweder der Endenergieverbrauch der Heizung (Liter Öl / m<sup>3</sup> Gas etc.) gemessen und/oder mit einem Wärmehähler der Wärmebezug des Gebäudes und der Trinkwassererwärmung in kWh ermittelt.)*

*Die Jahressumme dieser Messung wird dann mit folgender Formel in Projektemissionen umgerechnet:*

- *Bei Messung des Endenergieverbrauchs:*

***Jährliche Projektemission = CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des Energieträgers x jährlicher Endenergieverbrauch.***

*Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor wird, falls vorhanden, aus der BAFU-Mitteilung entnommen. Ansonsten wird der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor dem Schweizerischen Treibhausgasinventar entnommen. Wird das Gebäude mit einem Energieträger beheizt, welcher nicht im Treibhausgasinventar aufgeführt ist, muss der Antragsteller eine Bescheinigung des CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors mitliefern.*

*Beispiel einer Ölheizung mit einem gemessenen Ölverbrauch von 75'600 Liter im Jahr 2014:*

*Projektemission im Jahr 2014 = 2.635 kg CO<sub>2</sub>/l x 75'600 l = 199.206 t CO<sub>2</sub>*

- *Bei Messung des Nutzenergiebedarfs (vor Verteilverlusten) mit einem Wärmehähler:*

***Jährliche Projektemission = CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des Energieträgers x jährlicher Nutzenergiebedarf : Wirkungsgrad der Heizung***

*Für den Wirkungsgrad der Heizung werden z.B. die Werte aus der Norm SIA 380/1 benutzt.*

*Beispiel einer Ölheizung ohne Wassererwärmung mit einem gemessenen Jahresenergiebedarf von 642'000 kWh im Jahr 2014:*

*Projektemission im Jahr 2014 = 265.352 g CO<sub>2</sub>/kWh x 642'000 kWh : 0.85 = 200.418 t CO<sub>2</sub>*

*Die Übermittlung des Energieverbrauchs an die Programmleitung ist nur im Jahr nach der Installation der Gebäudeautomation obligatorisch. Für die Folgejahre werden die jährlichen Projektemissionen folgendermassen bestimmt:*

***Jährliche Projektemission im Jahr t = Jährliche Projektemission dieses Gebäudes im Jahr t1 (d.h. im ersten Jahr nach Installation der Gebäudeautomation) : Anzahl Heizgradtage im Jahr t1 x Anzahl Heizgradtage im Jahr t***

*Die Anzahl Heizgradtage wird laufend auf der Homepage des HEV Schweiz publiziert. Es ist zwingend nötig, dass in mindestens einem Jahr nach Installation der GA die Messung*

des Energieverbrauchs vollständig und erfolgreich verläuft und die Daten an die Vollzugsorganisation übermittelt werden.

Aus folgenden Gründen werden zur Bestimmung der Projektemissionen nur die Emissionen im ersten Jahr nach der Installation der GA hinzugezogen:

- Mit zunehmendem zeitlichem Abstand zur Installation überlagern andere Effekte den Effekt der GA. Z.B. Mieterwechsel, höhere / niedrigere Anzahl Mitarbeiter, Betriebsoptimierung, Austausch von Gebäudetechnikkomponenten durch effizientere Komponenten (z.B. Ersatz Ölheizung durch kondensierende Ölheizung) etc. Wenn der jährlich gemessene Energieverbrauch als Basis für die Emissionsberechnung dienen soll, müsste für alle diese Faktoren eine Wirkungsabgrenzung durchgeführt werden. Dazu wären jedes Jahr bei jedem Gebäude detaillierte Erhebungen notwendig. Dieser Aufwand ist logistisch und finanziell nicht vertretbar. (Aufwandschätzung siehe Kapitel 6.1 Punkt 4 Verifizierung der Effizienzfaktoren)
- Nach Vorgabe des BAFU muss in der Referenzentwicklung davon ausgegangen werden, dass jährlich 1.6% der Gebäude ihre Heizung auf erneuerbare Energieträger umstellen. Wenn der jährlich gemessene Energieverbrauch als Basis für die Emissionsberechnung dienen soll, müsste für jedes Gebäude genau erfasst werden, ob, wann und auf welchen Energieträger die Heizung gewechselt wird. Sobald der Energieträger gewechselt hat, müsste der Berechnungsalgorithmus für die Emissionseinsparungen für dieses Gebäude erhoben und angepasst werden (CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor, Wirkungsgrad der Heizung). Dies würde voraussetzen, dass alle Gebäudebesitzer über die gesamte Kreditierungsperiode hinweg immer wieder alle Neuerungen am Heizsystem an die Programmleitung kommunizieren. Dieser Aufwand ist logistisch nicht vertretbar.
- Es ist davon auszugehen, dass ein Teil der Gebäude während der Kreditierungsperiode ihren Eigentümer oder zumindest den Betreiber wechselt. Besteht auch nach dem Besitzer- oder Betreiberwechsel über Jahre hinweg die Pflicht, bestimmte Informationen an die Programmleitung weiterzugeben, kann dies ein grosses Hemmnis beim Verkauf des Gebäudes oder beim Wechsel des Betreibers darstellen. Die Akzeptanz des Programms würde dadurch in Frage gestellt.

Aus all diesen Gründen muss der Gebäudebesitzer nur im ersten Jahr nach Umsetzung der GA den Energiereport an die Programmleitung senden.

Bereits im ersten Jahr nach Installation der GA kann es vorkommen, dass weitere Effekte den Einfluss der GA überlagern. So wird sehr oft gemeinsam mit der Installation der GA die Heizung ersetzt und Betriebsoptimierungsmassnahmen umgesetzt. Dieses Vorgehen ist im NFGA ausdrücklich erlaubt, denn es macht planerisch und technisch Sinn, die GA auf das Heizsystem abzustimmen und direkt anschliessend auch noch eine Betriebsoptimierung durchzuführen. Wird die Heizung durch einen anderen Energieträger ersetzt, werden die Projektemissionen anhand des Nutzenergiebedarfs wie oben beschrieben berechnet. Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor und der Wirkungsgrad werden vom alten Energieträger übernommen.

Beispiel einer Ölheizung ohne Wassererwärmung, welche durch eine Wärmepumpe ersetzt wird. Der gemessenen Jahresenergiebedarf des Gebäudes beträgt im Jahr 2014 642'000 kWh:

Projektemission im Jahr 2014 = 265.352 g CO<sub>2</sub>/kWh x 642'000 kWh : 0.85 = 200.418 t CO<sub>2</sub>

Im Referenzszenario wird mit einem pauschalen Abzugsfaktor von 1.6% der Tatsache Rechnung getragen, dass einige Gebäude ihre Heizung auf ein erneuerbares System umstellen (siehe Kapitel Referenzszenario). Deshalb werden die Projektemissionen im ersten Jahr auch dann berechnet, wenn das Gebäude innerhalb dieses Jahres auf einen

erneuerbaren Energieträger gewechselt hat.

Weitere Effekte wie z.B. eine effizientere Heizung oder eine Betriebsoptimierung im ersten Jahr müssen vom Gebäudebesitzer nicht gemeldet werden, da sie äusserst schwierig zu quantifizieren sind. Sie führen zwar dazu, dass die gemessenen Projektemissionen tiefer sind als das ohne diese Effekte der Fall wäre. Sie führen aber auch dazu, dass die berechneten Referzemissionen tiefer sind, als ohne diese Effekte der Fall wäre (siehe Kapitel Referzemissionen). Die berechneten Emissionseinsparungen werden tiefer ausfallen, als dies der Fall wäre, wenn die zusätzlichen Effekte abgegrenzt würden. Der Grund dafür ist, dass die Referzemissionen anhand der gemessenen Projektemissionen mit einem pauschalen Energiesparfaktor zurückgerechnet werden. Ein Rechenbeispiel dafür wird im Kapitel Referenzszenario aufgezeigt. Insgesamt führt dieses Vorgehen dazu, dass das NFGA-Programm leicht tiefere Emissionseinsparungen ausweisen wird, als tatsächlich erzielt werden. Da die korrekte Erfassung und Wirkungsabgrenzung aller Effekte sehr aufwändig wäre, wird dies von der Programmleitung in Kauf genommen.

In Anhang A.3 sind für die verschiedenen Gebäudetypen typische Verbrauchskennwerte und typische Werte für die Projektemissionen angegeben. Nachfolgend sind die Projektemissionen am Beispiel eines Bürogebäudes mit 1'900 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche aufgeführt.

Tab. 5: Projektemissionen, Fallbeispiel Bürogebäude mit 1900 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und Energiekennzahlen gemäss Anhang A3, Tabelle 2.

| Gebäudehülle               | Ausgang Effizienzklasse GA | Ziel-Effizienzklasse GA | Projektemissionen           |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
|                            |                            |                         | Kg CO <sub>2</sub> pro Jahr |
| nicht energetisch erneuert | D                          | B                       | 52176                       |
| nicht energetisch erneuert | D                          | A                       | 46232                       |
| nicht energetisch erneuert | C                          | B                       | 75133                       |
| nicht energetisch erneuert | C                          | A                       | 66574                       |
| erneuert Standard MuKen    | D                          | B                       | 32136                       |
| erneuert Standard MuKen    | D                          | A                       | 28475                       |
| erneuert Standard MuKen    | C                          | B                       | 46276                       |
| erneuert Standard MuKen    | C                          | A                       | 41004                       |

#### 4.4 Referenzentwicklung

Die Referenzentwicklung wird während der Laufzeit des NFGA jährlich für jedes teilnehmende Gebäude berechnet. Die Berechnung erfolgt für jedes Gebäude nach folgendem Prinzip:

**Referzemissionen im Jahr 1 nach Installation der GA =**  

$$\frac{\text{Projektemission im Jahr 1} \times (1 - 0.016)}{(1 - \text{Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung})}$$

**Referzemissionen im Jahr t nach Installation der GA =**  

$$\frac{\text{Referzemissionen im Jahr } t-1 \times (1 - 0.016)}{\text{Anzahl Heizgradtage im Jahr } t-1 \times \text{Anzahl Heizgradtage im Jahr } t}$$

Die Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung wurde im Kapitel „Referenzszenario“ beschrieben. In Anhang A3.g und A3.h sind die Referenzszenario-bereinigten prozentualen Energieeinsparungen für alle Gebäudetypen und für alle erlaubten GA-Klassenwechsel aufgeführt.

Beispiel eines Büros mit Ölheizung ohne Wassererwärmung, welches die Gebäudeautomation von Klasse D auf Klasse B saniert hat und ein Jahr später Projektemissionen von 200 t CO<sub>2</sub> aufweist:

Referenzemission im Jahr t1 = 200 t CO<sub>2</sub> : (1-0.37) x (1 – 0.016) = 3121 t CO<sub>2</sub>

Emissionsminderung im Jahr t1 = 312 t CO<sub>2</sub> - 200 t CO<sub>2</sub> = 112 t CO<sub>2</sub>

Diese Formel wird auch dann angewendet, wenn gleichzeitig mit der Installation die Heizung ersetzt und / oder weitere Massnahmen durchgeführt werden:

Das im obigen Beispiel aufgeführte Büro mit Ölheizung ohne Wassererwärmung, führt direkt anschliessend an die Sanierung der Gebäudeautomation von Klasse D auf Klasse B auch noch eine Betriebsoptimierung durch. Dadurch resultieren Projektemissionen von 180 t CO<sub>2</sub>:

Referenzemission im Jahr t1 = 180 CO<sub>2</sub> : (1-0.37) x (1 – 0.016) = 281 t CO<sub>2</sub>

Emissionsminderung im Jahr t1 = 281 t CO<sub>2</sub> - 180 t CO<sub>2</sub> = 101 t CO<sub>2</sub>

Werden also zusammen mit der Installation der GA noch weitere Massnahmen an der Haustechnik umgesetzt, führt das zu einer Unterschätzung der Emissionsminderung. Da die Effekte von Massnahmen wie z.B. Betriebsoptimierung oder Ersatz einzelner Komponenten sehr schwer feststellbar sind, wird dies im NFGA in Kauf genommen.

Die Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung ist aufgeteilt nach Heizenergie und Brauchwassererwärmung. Wird in einem Gebäude nicht nur die Raumwärme sondern auch das Brauchwasser fossil erwärmt, müssen die Projekt- und Referenzemissionen für Heizenergie und Brauchwassererwärmung jeweils separat berechnet werden. Falls der Energieverbrauch für Heizenergie und Brauchwassererwärmung nicht separat gemessen wird, werden die Primärenergie-Anteile für Warmwasser und Heizung aus der SIA 380/1, Tabelle 31 verwendet. Damit kann der gemessene Gesamtenergieverbrauch aufgeteilt werden in Energieverbrauch für Heizung und Energieverbrauch für Brauchwassererwärmung.

Die Referenzemissionen werden also basierend auf der prozentual erzielten Einsparung und den tatsächlich erzielten Projektemissionen zurückgerechnet. Dabei ist das Referenzszenario bereits berücksichtigt (siehe Herleitung der Referenzszenario-bereinigten prozentualen Energieeinsparung in Kapitel Referenzszenario).

In der Praxis werden Gebäude gemischt genutzt. Die Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung RbpE wird dann für jeden Nutzungstyp bestimmt und flächengewichtet addiert.

$$RbpE = \sum_{i=nt}(RbpE_{nt} \times (EBF_{nt} : EBF))$$

Wobei

RbpE = Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung

RbpE<sub>nt</sub> = Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung für Nutzungstyp nt gemäss Anhang A3.f

i = Summationsindex

nt = Nutzungstyp (= Gebäudetyp)

EBF = Energiebezugsfläche (des gesamten Gebäudes)

EBF<sub>nt</sub> = Energiebezugsfläche mit Nutzungstyp nt

Der Nutzungstyp, bzw. die Anteile der Nutzungstypen in einem Gebäude werden bei der Projektanmeldung erfasst. Anschliessend wird davon ausgegangen, dass der Nutzungstyp des Gebäudes sich während dem Projekt nicht mehr ändert. Diese Annahme ist gerechtfertigt, denn Änderungen des Nutzungstyps sind sehr selten, da sie hohe Investitionen erfordern (z.B. Umbau eines Büros in ein Hotel). Es wäre dann auch nötig, die GA technisch neu auszurüsten, damit das Gebäude mit dem neuen Nutzungstyp betrieben werden kann. Da sich die neue GA innerhalb der Projektdauer noch nicht amortisiert hat, wird davon ausgegangen, dass Änderungen im Nutzungstyp bei weniger als 1% der teilnehmenden Gebäude stattfinden werden und somit vernachlässigbar sind. Falls eine Änderung im Nutzungstyp geplant ist, würde zuerst der Nutzungstyp geändert und anschliessend oder gleichzeitig die GA angepasst. In Anhang A3 sind für die verschiedenen Gebäudetypen (Nutzungstypen) typische Referenzemissionen vor Installation der GA angegeben.

Die folgende Tabelle zeigt für das Fallbeispiel Bürogebäude mit 1900 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und Energiekennzahlen gemäss Anhang A3, Tabelle 2 die mittlere Referenzemission in den ersten 3 Jahren nach Installation der GA. Da beim Fallbeispiel keine gemessenen Projektemissionen vorliegen, wurden die Referenzemissionen basierend auf der Energiekennzahl vor der Installation der GA mit folgender Formel berechnet:

**Referenzemissionen im Jahr t<sub>0</sub> =**

$$\frac{\text{Energiebezugsfläche (m}^2\text{)} \times \text{Nutzenergiebedarf (kWh/m}^2\text{)}}{\text{Wirkungsgrad der Heizung} / \text{Heizwert (kWh/Liter)}} \times \text{Emissionsfaktor (kg CO}_2\text{/Liter)}$$

**Projektemissionen im Jahr t nach Installation der GA =**

$$\text{Referenzemissionen im Jahr } t_0 \times (1 - 0.016)^t \times (1 - \text{Referenzszenario-bereinigte prozentuale Energieeinsparung})$$

Diese zwei Formeln werden nur hier im Antrag benutzt, um am Fallbeispiel die Referenzemissionen aufzuzeigen. Während dem Programm werden die Referenzemissionen immer basierend auf der gemessenen Projektemission im Jahr nach Installation der GA berechnet. Das Berechnungsverfahren dazu wurde am Anfang dieses Kapitels vorgestellt.

Tab. 6: Referenzemissionen, Fallbeispiel Bürogebäude mit 1900 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und Energiekennzahlen gemäss Anhang A3, Tabelle 2. Es werden die mittleren Referenzemissionen über die ersten 3 Jahre nach Installation der GA aufgezeigt

| Gebäudehülle               | Ausgang Effizienzklasse GA | Ziel-Effizienzklasse GA | Referenzemissionen<br>Kg CO <sub>2</sub> pro Jahr |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| nicht energetisch erneuert | D                          | B                       | 80960   |
| nicht energetisch erneuert | D                          | A                       | 80204   |
| nicht energetisch erneuert | C                          | B                       | 93598   |
| nicht energetisch erneuert | C                          | A                       | 92895   |
| erneuert Standard MuKen    | D                          | B                       | 49865   |
| erneuert Standard MuKen    | D                          | A                       | 49399   |
| erneuert Standard MuKen    | C                          | B                       | 57649   |
| erneuert Standard MuKen    | C                          | A                       | 57216   |

#### 4.5 Erwartete Emissionsverminderungen

Die folgende Tabelle 7 zeigt die erwarteten Emissionsverminderungen für das Fallbeispiel. Es handelt sich um die mittlere Emissionsverminderung über die ersten 3 Jahre nach Installation der GA.

Die Emissionsverminderungen wurden folgendermassen berechnet:

$$\text{Emissionsverminderung im Jahr } t \text{ nach Installation der GA} = \text{Referenzemission im Jahr } t \text{ nach Installation der GA} - \text{Projektemission im Jahr } t \text{ nach Installation der GA}$$

Diese Formel wird sowohl für das Fallbeispiel hier im Antrag wie auch später während dem Programm verwendet.

Tab. 7: Emissionsverminderungen, Fallbeispiel Bürogebäude mit 1900 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und Energiekennzahlen gemäss Anhang A3, Tabelle 2. Es werden die mittleren Emissionsverminderungen über die ersten 3 Jahre nach Installation der GA aufgezeigt

| Gebäudehülle               | Ausgang Effizienzklasse GA | Ziel-Effizienzklasse GA | Emissionssparpotential<br>Kg CO <sub>2</sub> pro Jahr |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------|---|
| nicht energetisch erneuert | D                          | B                       | 28784   |
| nicht energetisch erneuert | D                          | A                       | 33972   |
| nicht energetisch erneuert | C                          | B                       | 18465   |
| nicht energetisch erneuert | C                          | A                       | 26321   |
| erneuert Standard MuKen    | D                          | B                       | 17729   |
| erneuert Standard MuKen    | D                          | A                       | 20924   |
| erneuert Standard MuKen    | C                          | B                       | 11373   |
| erneuert Standard MuKen    | C                          | A                       | 16212   |

Nachfolgend sind die erwartete Referenzentwicklung, die erwarteten Projektemissionen und die Emissionsverminderungen für ein Bürogebäude mit 1900 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und nicht saniertem Zustand aufgeführt, das seine GA-Klasse im Jahr 2014 von D auf B verbessert. Vor der Installation der GA betragen die jährlichen Emissionen 95.1 t CO<sub>2</sub>eq. Es wurde angenommen, dass das Gebäude im Jahr 2014 in das Programm aufgenommen wird, d.h. die Kreditierungsperiode für dieses Gebäude läuft 7 Jahre, von 2014 bis 2020.

Tab. 8: Referenzentwicklung, Projektemissionen und Emissionsverminderungen, Fallbeispiel

Bürogebäude mit 1900 m<sup>2</sup>, nicht sanierter Zustand, GA-Klasse wird im Jahr 2014 von D auf B verbessert

| Jahr t                             | Erwartete Referenzentwicklung | Erwartete Projekt-emissionen | Schätzung der Leakage     | Erwartete Emissionsverminderungen |
|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
|                                    | (in t CO <sub>2</sub> eq)     | (in t CO <sub>2</sub> eq)    | (in t CO <sub>2</sub> eq) | (in t CO <sub>2</sub> eq)         |
| 1                                  | 80                            | 52                           | 0                         | 27                                |
| 2                                  | 78                            | 52                           | 0                         | 26                                |
| 3                                  | 77                            | 52                           | 0                         | 25                                |
| 4                                  | 76                            | 52                           | 0                         | 24                                |
| 5                                  | 75                            | 52                           | 0                         | 23                                |
| 6                                  | 73                            | 52                           | 0                         | 21                                |
| 7                                  | 72                            | 52                           | 0                         | 20                                |
| 8                                  | 71                            | 52                           | 0                         | 19                                |
| 9                                  | 70                            | 52                           | 0                         | 18                                |
| 10                                 | 69                            | 52                           | 0                         | 17                                |
| <b>In der Kreditierungsperiode</b> |                               |                              |                           |                                   |
|                                    | 532                           | 365                          | 0                         | 166                               |
| <b>Über die Projektlaufzeit</b>    |                               |                              |                           |                                   |
|                                    | 742                           | 522                          | 0                         | 220                               |

#### Wirkungsaufteilung

Wie bereits weiter oben erwähnt, wird nur die Wirkung der thermischen Einsparungen (Heizung und Warmwasser) berechnet und angerechnet. Die Wirkung der elektrischen Einsparungen durch die Gebäudeautomation wird nicht ausgewiesen. Es wäre somit möglich, dass parallel ein staatliches Förderprogramm die elektrische Wirkung fördert, ohne dass dafür eine Wirkungsaufteilung nötig wird. Es würde auch kein relevanter Mitnahmeeffekt entstehen, denn die Massnahmen im Bereich Beleuchtung und Beschattung sind in diesem Förderprogramm optional. Diese zwei Massnahmenpakete, welche hauptverantwortlich für die Stromeinsparung der Norm sind, sind im Förderprogramm nur optional enthalten. Würde ein zweites Förderprogramm entstehen, welches die elektrische Wirkung fördert, würde sich dieses die Wirkung der Beleuchtung und Beschattung anrechnen lassen.

Wie weiter oben unter „Ist das Projekt zur Inanspruchnahme von staatlichen Finanzhilfen berechtigt?“ beschrieben, muss der Gesuchsteller angeben, in welchem Umfang er für die thermische Wirkung der Gebäudeautomation öffentliche Fördergelder beantragt oder zugesagt erhalten hat. Hat der Gesuchsteller öffentliche Fördergelder erhalten, wird die Wirkung anhand der Investitionskosten für die Gebäudeautomation aufgeteilt (siehe Vollzugsmitteilung 2013 des BAFU).

Im Kapitel „Referenzszenario“ wurde die Wirkungsaufteilung beim Wechsel des Heizsystems auf Erneuerbare beschrieben. Im Kapitel „Referenzemissionen“ wurde ausgeführt, wie die Wirkung aufgeteilt wird, wenn ein Gebäude mehrere Nutzungstypen aufweist, oder wenn gleichzeitig mit der GA noch weitere Massnahmen umgesetzt werden.

#### 5. Nachweis der Zusätzlichkeit

Analyse der Zusätzlichkeit:

Unter „Ausgangslage“ wurde beschrieben, dass zur Zeit weniger als 5% der Zweckbauten und weniger als 1% der Wohnbauten mit Gebäudeautomation nach Klasse A oder B ausgerüstet sind. Die Norm SIA 386.110 zeigt klar auf, dass eine Verbesserung der Gebäudeautomationsklasse auf A oder B zu einer deutlichen Einsparung des thermischen Energieverbrauchs und somit zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung führt. Mit diesem Programm werden Gebäudebesitzer in der Schweiz durch Fördergelder dazu motiviert, ihre Gebäudeautomation auf Klasse A oder B zu verbessern.

#### **Wirtschaftlichkeitsanalyse**

In dieser Analyse werden durch eine Investitionsrechnung die Jahreskosten ohne Gebäudeautomation (GA), mit GA ohne Bescheinigung und mit GA mit Bescheinigung aufgezeigt. Die anfallenden Kosten (Investitionskosten, Betriebskosten etc.) wurden von den beiden Experten Jörg Herzog von Siemens und Herbert Hobi von Hobi + Partner GmbH definiert (Im Anhang befindet sich das Protokoll der Preisabklärungen mit Siemens und Kopien des Email-Verkehrs mit Herrn Herzog). Die Resultate wurden von Herrn Mittrach von BMG Engineering AG überprüft und für tendenziell etwa 25% zu tief befunden. Die schriftliche Erläuterung von Herrn Mittrach befindet sich im Anhang. Aufgrund dieser Rückmeldung von Herrn Mittrach haben wir für die Wirtschaftlichkeitsanalyse 10% höhere Preise eingesetzt, als Herr Jörg Siemens angegeben hatte. Dies entspricht ungefähr dem Mittelwert zwischen den Preisschätzungen von Herrn Herzog und Herrn Mittrach. Am Energieforum 2013 hat Herbert Hobi von Hobi + Partner GmbH mit verschiedenen GA-Experten Gespräche zu den Investitions- und Betriebskosten geführt. Dabei wurde mehrfach erwähnt, dass zusätzlich zu den Investitions- und Betriebskosten auch noch erhebliche Kosten anfallen, um die Betriebsoptimierung durchzuführen. Dieser Kostenpunkt Betriebsoptimierung ist nicht in der Wirtschaftlichkeitsanalyse enthalten (s. Kapitel „andere Hemmnisse“). Die Betriebskosten sind somit sehr konservativ geschätzt.

Folgend werden die genannten Indikatoren und Varianten am Fallbeispiel eines mittelgrossen Bürogebäudes quantifiziert. Dabei werden die Resultate für unterschiedliche Ausgangszustände der Gebäudehülle (nicht energetisch erneuert und energetisch erneuert mit Standard MuKE), für unterschiedliche Ausgangsstufen der Gebäudeautomation (Klasse C oder D gemäss SIA 386.110) und für unterschiedliche Zielstufen der GA (Klasse A oder B gemäss SIA 386.110) ausgewiesen. Damit wird die Bandbreite verschiedener Varianten abgedeckt. Somit kann die Sensitivität der Resultate auf verschiedene Parameter untersucht werden. Die Methodik sowie die Annahme der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind im Anhang A4 ausführlich erläutert. Die Resultate für alle Gebäudetypen sowie für unterschiedliche Gebäudegrössen sind in der beigelegten Excel-Datei aufgeführt. Die Resultate erlauben folgendes Fazit:

- Die Installation einer GA ist bei keinem betrachteten Fallbeispiel wirtschaftlich, dies obwohl die Kosten konservativ geschätzt wurden und die Kosten für die Betriebsoptimierung nicht berücksichtigt worden sind.
- Die Kosten hängen stark von der technischen Ausstattung des Gebäudes ab (Lüftungsanlage / Klimaanlage). In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wurden unterschiedlich technisierte Gebäude berücksichtigt, welche das Spektrum im Gebäudebestand gut abdecken.
- Der Gebäudetyp beeinflusst die Kosten unter anderem aufgrund der unterschiedlichen Raumeinteilung je nach Nutzung. Zum Beispiel benötigt ein Grossraumbüro weniger Datenpunkte pro Flächeneinheit als ein Hotel mit kleinen Räumen. Die typische Raumeinteilung nach Nutzungstyp ist in der Kostenrechnung berücksichtigt.

Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Resultate der Wirtschaftlichkeitsrechnung für ein mittelgrosses Bürogebäude mit energetisch erneueter Gebäudehülle bei einer Aufrüstung von GA Klasse D auf B. Die Abbildung zeigt die Grössenordnung der Jahreskosten.

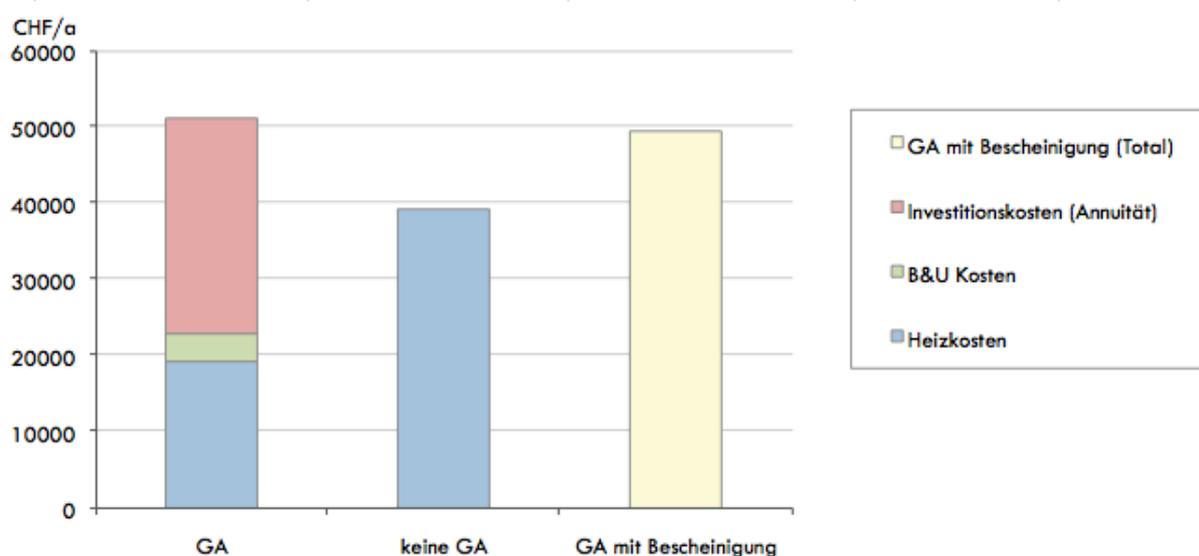


Abbildung 4: Jahreskosten, Fallbeispiel Bürogebäude mit 1900 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche. Die erste Säule zeigt die jährlichen Investitions-, Heiz- und B&U-Kosten, falls das Gebäude von GA-Klasse D auf B verbessert wird. Die zweite Säule zeigt die jährlichen Kosten, falls das Gebäude auf GA-Klasse D bleibt (es fallen nur Heizkosten an). Die dritte Säule zeigt die jährlichen Kosten für den Upgrade von D auf B mit Bescheinigung.

Tabelle 9 zeigt die Resultate der Wirtschaftlichkeitsanalyse für alle Gebäudetypen für nicht thermisch sanierte Gebäude. Diese Resultate befinden sich auch im Excel-File „Wirtschaftlichkeits- und Emissionsminderungsrechnung.xlsx“ im Tabellenblatt „Resultate“. Bei keinem Gebäudetyp ist die GA wirtschaftlich.

Tab. 9: Wirtschaftlichkeitsanalyse

| Gebäudetyp | Gebäudetyp       | Standard      | Fläche | GA Stufe | Investitionskosten(Annuität) | B&U Kosten | Heizkostenparpotentzial | Einsparungen _Stromkosten | Mehrkosten GA ohne Bescheinigung | Bescheinigung (Total) | Bescheinigung (Annuität) | Mehrkosten GA mit Bescheinigung |
|------------|------------------|---------------|--------|----------|------------------------------|------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
|            |                  |               | m2     | von...zu | CHF                          | CHF        | CHF                     | CHF                       | CHF                              |                       | CHF                      |                                 |
| BUR        | Büro             | nicht saniert | 1900   | DB       | 26'332                       | 1'448      | 17'658                  | 4232                      | 5'891                            | 12'953                | 1'518                    | 4'372                           |
| bur        | Büro             | nicht saniert | 1900   | DA       | 28'375                       | 3'740      | 20'103                  | 5925                      | 6'087                            | 15'288                | 1'792                    | 4'295                           |
| bur        | Büro             | nicht saniert | 1900   | CB       | 23'699                       | 1'448      | 8'215                   | 1975                      | 14'957                           | 8'309                 | 974                      | 13'983                          |
| bur        | Büro             | nicht saniert | 1900   | CA       | 25'537                       | 3'740      | 11'736                  | 3668                      | 13'874                           | 11'845                | 1'389                    | 12'485                          |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | DB       | 20'790                       | 1'448      | 7'191                   | 1797                      | 13'250                           | 5'749                 | 674                      | 12'576                          |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | DA       | 24'372                       | 3'740      | 12'584                  | 2614                      | 12'915                           | 11'033                | 1'293                    | 11'621                          |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | CB       | 18'711                       | 1'448      | 3'944                   | 817                       | 15'399                           | 4'224                 | 495                      | 14'904                          |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | CA       | 21'935                       | 3'740      | 10'254                  | 1634                      | 13'788                           | 10'293                | 1'207                    | 12'581                          |
| HRR        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | DB       | 14'855                       | 1'448      | 3'001                   | 475                       | 12'828                           | 2'460                 | 288                      | 12'540                          |
| hrr        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | DA       | 19'503                       | 3'410      | 3'467                   | 713                       | 18'733                           | 2'915                 | 342                      | 18'391                          |
| hrr        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | CB       | 13'370                       | 1'448      | 1'936                   | 238                       | 12'644                           | 1'955                 | 229                      | 12'415                          |
| hrr        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | CA       | 17'553                       | 3'410      | 2'501                   | 475                       | 17'986                           | 2'519                 | 295                      | 17'691                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 51'927                       | 3'850      | 14'088                  | 2541                      | 39'148                           | 14'355                | 1'683                    | 37'465                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 51'927                       | 3'850      | 14'088                  | 2541                      | 39'148                           | 14'355                | 1'683                    | 37'465                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 51'927                       | 3'850      | 14'088                  | 2541                      | 39'148                           | 14'355                | 1'683                    | 37'465                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 51'927                       | 3'850      | 14'088                  | 2541                      | 39'148                           | 14'355                | 1'683                    | 37'465                          |
| SCH        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | DB       | 224'224                      | 2'933      | 94'151                  | 24948                     | 108'058                          | 60'612                | 7'106                    | 100'953                         |
| SCH        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | DA       | 251'756                      | 6'050      | 153'198                 | 37422                     | 67'186                           | 61'163                | 7'170                    | 60'016                          |
| SCh        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | CB       | 201'802                      | 2'933      | 54'943                  | 13514                     | 136'278                          | 157'914               | 18'512                   | 117'766                         |
| SCh        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | CA       | 226'580                      | 6'050      | 126'793                 | 25988                     | 79'850                           | 135'351               | 15'867                   | 63'983                          |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | DB       | 158'652                      | 2'493      | 48'640                  | 14479                     | 98'026                           | 34'289                | 4'020                    | 94'006                          |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | DA       | 183'537                      | 6'050      | 54'720                  | 19841                     | 115'026                          | 40'396                | 4'736                    | 110'290                         |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | CB       | 142'786                      | 2'493      | 14'337                  | 6435                      | 124'508                          | 14'607                | 1'712                    | 122'796                         |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | CA       | 165'183                      | 6'050      | 22'302                  | 11798                     | 137'134                          | 22'803                | 2'673                    | 134'461                         |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | DB       | 27'333                       | 1'448      | 7'676                   | 1109                      | 19'996                           | 5'610                 | 658                      | 19'339                          |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | DA       | 31'676                       | 3'905      | 9'934                   | 1663                      | 23'984                           | 7'522                 | 882                      | 23'102                          |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | CB       | 24'600                       | 1'448      | 4'086                   | 554                       | 21'408                           | 4'100                 | 481                      | 20'927                          |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | CA       | 28'509                       | 3'905      | 7'608                   | 1109                      | 23'697                           | 7'441                 | 872                      | 22'825                          |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | DB       | 3'362                        | 1'228      | 589                     | 384                       | 3'617                            | 555                   | 65                       | 3'552                           |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | DA       | 4'120                        | 3'190      | 785                     | 412                       | 6'113                            | 754                   | 88                       | 6'024                           |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | CB       | 3'026                        | 1'228      | 367                     | 192                       | 3'695                            | 379                   | 44                       | 3'651                           |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | CA       | 3'708                        | 3'190      | 581                     | 220                       | 6'097                            | 598                   | 70                       | 6'027                           |
| WHM        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | DB       | 13'339                       | 1'448      | 3'440                   | 2306                      | 9'041                            | 3'242                 | 380                      | 8'661                           |
| Whm        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | DA       | 16'621                       | 3'410      | 4'587                   | 2471                      | 12'974                           | 4'404                 | 516                      | 12'458                          |
| WHm        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | CB       | 12'005                       | 1'448      | 2'143                   | 1153                      | 10'158                           | 2'216                 | 260                      | 9'898                           |
| WHM        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | CA       | 14'959                       | 3'410      | 3'393                   | 1318                      | 13'659                           | 3'495                 | 410                      | 13'249                          |

### Sensitivitätsanalyse

Für jeden Gebäudetyp und jede betrachtete Gebäudegrösse wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Folgende Variablen wurden auf ihre Sensitivität getestet:

- der energetische Zustand der Gebäudehülle (drei Stufen: nicht energetisch erneuert, erneuert nach Standard MuKen, erneuert nach Standard Minergie)
- alle möglichen Kombinationen der GA Effizienzklasse im Ausgangszustand (C oder D) und im Zielzustand (B oder A)
- Variation der Investitionskosten um +/-10%
- Variation der Betriebskosten um +/- 10%
- Variation der Heiz- und Stromkosten um +/-10%
- Variation der Referenzemissionen um +/- 10%
- Variation der Projektemissionen um +/-10%
- Variation der Bescheinigung um +/- 10%

Alle Berechnungen befinden sich im Excel-File „Wirtschaftlichkeits- und Emissionsminderungsrechnung.xlsx“ im Tabellenblatt „Resultate“.

Tab.10 zeigt das Resultat der Sensitivitätsrechnung falls alle Kenngrössen so variiert werden, dass die Wirtschaftlichkeit der GA möglichst maximiert wird. Das heisst:

- energetischer Zustand des Gebäudes: nicht saniert
- Investitionskosten -10%
- Betriebskosten -10%
- Heizkosten +10%

- Stromkosten +10%
- Referenzemissionen +10%
- Projektemissionen -10%
- Bescheinigung +10%

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass auch bei diesen extremen Annahmen, die GA ohne Förderbeiträge bei keinem der untersuchten Gebäude wirtschaftlich ist. Dank den Förderbeiträgen wird die GA bei Bürogebäuden wirtschaftlich, falls diese vorher die GA-Klasse D aufweisen.

Tab. 10: Sensitivitätsanalyse der Wirtschaftlichkeitsrechnung. Alle Parameter wurden so variiert, dass die Wirtschaftlichkeit der GA möglichst hoch wird.

| Gebäudetyp | Gebäudetyp       | Standard      | Fläche | GA Stufe | Investitionskosten(Annuität) | B&U Kosten | Heizkostenpotential | Einsparungen _Stromkosten | Mehrkosten GA ohne Bescheinigung | Bescheinigung (Total) | Bescheinigung (Annuität) | Mehrkosten GA mit Bescheinigung |
|------------|------------------|---------------|--------|----------|------------------------------|------------|---------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
|            |                  |               | m2     | von...zu | CHF                          | CHF        | CHF                 | CHF                       | CHF                              |                       | CHF                      |                                 |
| BUR        | Büro             | nicht saniert | 1900   | DB       | 23'699.08                    | 1'304      | 19'424              | 4655                      | 923                              | 14248                 | 1670                     | -747                            |
| bur        | Büro             | nicht saniert | 1900   | DA       | 25'537                       | 3'366      | 22'113              | 6518                      | 273                              | 16816                 | 1971                     | -1'699                          |
| bur        | Büro             | nicht saniert | 1900   | CB       | 21'329                       | 1'304      | 9'036               | 2173                      | 11'424                           | 9140                  | 1071                     | 10'352                          |
| bur        | Büro             | nicht saniert | 1900   | CA       | 22'984                       | 3'366      | 12'909              | 4035                      | 9'406                            | 13029                 | 1527                     | 7'878                           |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | DB       | 18'711                       | 1'304      | 7'910               | 1977                      | 10'128                           | 6324                  | 741                      | 9'386                           |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | DA       | 21'935                       | 3'366      | 13'843              | 2875                      | 8'584                            | 12136                 | 1423                     | 7'161                           |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | CB       | 16'840                       | 1'304      | 4'338               | 898                       | 12'907                           | 4646                  | 545                      | 12'362                          |
| HRH        | Hotel            | nicht saniert | 1100   | CA       | 19'742                       | 3'366      | 11'279              | 1797                      | 10'031                           | 11323                 | 1327                     | 8'704                           |
| HRR        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | DB       | 13'370                       | 1'304      | 3'301               | 523                       | 10'850                           | 2706                  | 317                      | 10'533                          |
| hrr        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | DA       | 17'553                       | 3'069      | 3'814               | 784                       | 16'024                           | 3207                  | 376                      | 15'648                          |
| hrr        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | CB       | 12'033                       | 1'304      | 2'130               | 261                       | 10'945                           | 2150                  | 252                      | 10'693                          |
| hrr        | Restaurant       | nicht saniert | 300    | CA       | 15'797                       | 3'069      | 2'751               | 523                       | 15'592                           | 2771                  | 325                      | 15'268                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 46'734                       | 3'465      | 15'497              | 2795                      | 31'907                           | 15791                 | 1851                     | 30'056                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 46'734                       | 3'465      | 15'497              | 2795                      | 31'907                           | 15791                 | 1851                     | 30'056                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 46'734                       | 3'465      | 15'497              | 2795                      | 31'907                           | 15791                 | 1851                     | 30'056                          |
| scv        | Volksschule      | nicht saniert | 3500   | CA       | 46'734                       | 3'465      | 15'497              | 2795                      | 31'907                           | 15791                 | 1851                     | 30'056                          |
| SCH        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | DB       | 201'802                      | 2'640      | 103'567             | 27443                     | 73'433                           | 66673                 | 7816                     | 65'616                          |
| SCH        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | DA       | 226'580                      | 5'445      | 168'518             | 41164                     | 22'343                           | 67280                 | 7887                     | 14'456                          |
| SCH        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | CB       | 181'622                      | 2'640      | 60'438              | 14865                     | 108'959                          | 173705                | 20364                    | 88'596                          |
| SCH        | Hochschule       | nicht saniert | 14000  | CA       | 203'922                      | 5'445      | 139'472             | 28586                     | 41'309                           | 148887                | 17454                    | 23'855                          |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | DB       | 142'786                      | 2'244      | 53'504              | 15927                     | 75'600                           | 37718                 | 4422                     | 71'178                          |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | DA       | 165'183                      | 5'445      | 60'192              | 21825                     | 88'611                           | 44435                 | 5209                     | 83'402                          |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | CB       | 128'508                      | 2'244      | 15'770              | 7079                      | 107'903                          | 16068                 | 1884                     | 106'019                         |
| SHS        | Spital           | nicht saniert | 6500   | CA       | 148'665                      | 5'445      | 24'532              | 12977                     | 116'601                          | 25084                 | 2941                     | 113'660                         |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | DB       | 24'600                       | 1'304      | 8'444               | 1220                      | 16'240                           | 6170                  | 723                      | 15'516                          |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | DA       | 28'509                       | 3'515      | 10'927              | 1830                      | 19'266                           | 8274                  | 970                      | 18'296                          |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | CB       | 22'140                       | 1'304      | 4'494               | 610                       | 18'339                           | 4510                  | 529                      | 17'811                          |
| HVK        | Handel Verkauf   | nicht saniert | 700    | CA       | 25'658                       | 3'515      | 8'368               | 1220                      | 19'584                           | 8185                  | 960                      | 18'625                          |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | DB       | 3'026                        | 1'106      | 648                 | 423                       | 3'061                            | 610                   | 72                       | 2'989                           |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | DA       | 3'708                        | 2'871      | 864                 | 453                       | 5'262                            | 829                   | 97                       | 5'165                           |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | CB       | 2'723                        | 1'106      | 403                 | 211                       | 3'214                            | 417                   | 49                       | 3'165                           |
| WHE        | Einfamilienhaus  | nicht saniert | 150    | CA       | 3'337                        | 2'871      | 639                 | 242                       | 5'328                            | 658                   | 77                       | 5'250                           |
| WHM        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | DB       | 12'005                       | 1'304      | 3'784               | 2536                      | 6'988                            | 3566                  | 418                      | 6'570                           |
| WHm        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | DA       | 14'959                       | 3'069      | 5'046               | 2718                      | 10'265                           | 4844                  | 568                      | 9'697                           |
| WHm        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | CB       | 10'805                       | 1'304      | 2'357               | 1268                      | 8'483                            | 2438                  | 286                      | 8'197                           |
| WHM        | Mehrfamilienhaus | nicht saniert | 900    | CA       | 13'463                       | 3'069      | 3'732               | 1449                      | 11'351                           | 3844                  | 451                      | 10'900                          |

#### Erläuterungen zu anderen Hemmnissen

Die Wirtschaftlichkeits- und die Sensitivitätsanalyse haben gezeigt, dass GA nach GA-Klasse A oder B bei bestehenden Gebäuden immer unwirtschaftlich ist. Aus diesem Grund wird auf die Monetarisierung der anderen Hemmnisse verzichtet. Die Interviews haben aber gezeigt, dass zusätzlich zur fehlenden Wirtschaftlichkeit noch andere Hemmnisse existieren, welche einen ebenso wichtigen Grund darstellen, wieso GA so selten umgesetzt wird. Diese Hemmnisse werden deshalb im Folgenden beschrieben:

- *Damit der Nutzen der GA voll ausgeschöpft werden kann, ist nach der Installation eine mehrjährige Betriebsoptimierung durch Fachleute nötig. Die Kosten dafür betragen rund 20 bis 25% der Installationskosten und sind in der Wirtschaftlichkeitsanalyse noch nicht mit berücksichtigt. Diese Betriebsoptimierung wird in der Praxis oft vernachlässigt. Vielen Facility Managern fehlt auch das nötige Fachwissen. Das NFGA wird dieses Fachwissen bei der Ausbildung der Projektbegleiter vermitteln (siehe Kapitel 6.3). Die Bauherren müssen bei der Anmeldung bestätigen, dass sie alle Gewerke und Funktionen der GA umsetzen, und dass das technische Gebäudemanagement (TGM) wie in der Norm gefordert auch in den Folgejahren weitergeführt wird.*
- *Das grösste Hemmnis bei der Umsetzung der GA nach Norm SIA 386.110 liegt darin, dass bisher praktisch niemand die Norm und die Bedeutung der GA für die Energieeffizienz kennt. Wie unter Ausgangslage beschrieben, kennen auch die meisten Fachplaner, Energieberater und GA-Installateure die Norm und ihre Anforderungen nicht. Üblicherweise werden in einem Gebäude einzelne GA-Massnahmen bei spezifischen Gewerken umgesetzt, ohne eine Vernetzung der GA anzustreben. Das Förderprogramm wird dieses Hemmnis mit verschiedenen Mitteln abbauen:*
  - *Ausbildung von akkreditierten Projektbegleitern. Fachplaner und Energieberater erhalten eine Ausbildung in den Anforderungen und der Bedeutung der SIA 386.110. Sie werden über den Ablauf des Förderprogramms instruiert und lernen, wie ein Projektantrag für das Förderprogramm gestellt wird.*
  - *Sensibilisierung der Branche: Die SIA 386.110 und ihre Bedeutung für die Energieeffizienz werden an Fachtagungen und in Fachzeitschriften thematisiert und erklärt.*
  - *Informationskampagne für Bauherren: Es werden Informationsmaterialien für die Bauherren erarbeitet, welche die SIA 386.110 und ihre Bedeutung für die Energieeffizienz erklären. Diese Materialien können von den GA-Firmen bei den Kundengesprächen verwendet werden und werden von der Programmleitung auch aktiv an die Hauptzielgruppen des Förderprogramms verteilt.*
- *Ein weiteres Hemmnis gemäss Interviews ist die kurze Amortisationserwartung der Bauherren. Projekte mit einer Amortisationsdauer von mehr als 2 bis 5 Jahren interessieren die Entscheidungsträger meist nicht. Eine Abhilfe dagegen ist, dass die Gebäudeautomation nach SIA 386.110 ein allgemein anerkannter Qualitäts-Standard wird, der für Sicherheit und Komfort im Bereich Gebäudetechnik steht. Überlegungen zur Amortisationsdauer sind dann nicht mehr so wichtig, der hohe Standard rechtfertigt dann ein höheres Budget (ähnlich wie dies heute z.B. beim Label Minergie der Fall ist). Das NFGA wird durch Medienarbeit dazu beitragen, die Norm SIA 386.110 bekannter und anerkannter zu machen.*
- *Nochmals ein Hemmnis ist das Mieter-Vermieter Dilemma. Ein grosser Teil der Gebäude in der Schweiz - auch Zweckbauten – sind vermietet. D.h. die Investitionskosten für die Gebäudeautomation trägt der Vermieter, den Nutzen hat der Mieter. Eine Abhilfe ist auch hier, dass die Gebäudeautomation nach Norm SIA 386.110 zu einem allgemein bekannten Qualitäts-Standard wird. Vermieter sind dann in der Lage, für Gebäude mit GA-Klasse A oder B einen höheren Mietpreis zu verlangen, da dies ein Garant für tiefe Nebenkosten und hohen Komfort ist. Um zu erreichen, dass die SIA 386.110 bei Bauherren und Mietern bekannt und als Qualitäts-Standard akzeptiert wird, sind auch Informationsanlässe, Broschüren etc. für diese Gruppe notwendig. Diese Aktionen werden von der Programmleitung gemeinsam mit dem GNI (Gebäude Netzwerk Industrie) und den Gebäudeautomations-Firmen geplant. Zusätzlich zu den Investitionen der*

*Programmleitung werden der GNI und die Gebäudeautomations- Firmen wie Siemens, Sauter, Schneider Electric etc. für die Jahre 2014 bis 2018 zusätzliche finanzielle Mittel vorsehen, um das Förderprogramm und die Norm SIA 386.110 bekannt zu machen. Die Höhe dieser Finanzmittel kann zum heutigen Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden. Über die gesamte Projektdauer ist mit einer Grössenordnung von einer bis mehreren Mio. CHF zu rechnen.*

- Ein weiteres Problem ist, dass es vor allem für ausführende Firmen zur Zeit schwierig ist genügend gut ausgebildete Fachkräfte für die Planung und Installation der Gebäudeautomation zu finden. Bisher bietet die Schweizerische Technische Hochschule Winterthur als einziges Bildungsinstitut in der Schweiz eine Weiterbildung zum Gebäudeautomatiker an. Ein indirektes Ziel des Förderprogramms muss es deshalb sein, dass weitere solche Ausbildungsgänge an anderen Hochschulen geschaffen werden und dass mehr Personen an diesen Ausbildungen teilnehmen.*

*Das Förderprogramm bietet die einmalige Chance, die oben genannten Hemmnisse anzugehen und den Abbau dieser Hemmnisse einzuleiten.*

#### **Übliche Praxis**

*Die übliche Praxis wurde bereits im Kapitel „Ausgangslage“ beschrieben. Bei bestehenden Gebäuden wird heute typischerweise die bestehende GA durch eine neuere Komponente ersetzt. Eine Vernetzung der verschiedenen Gewerke Heizung, Lüftung und Klima durch die GA, sowie ein kontinuierliches Gebäudemanagement mit Überprüfung aller Funktionen und des Energieverbrauchs sind sowohl bei den Bauherren wie auch bei den Planern noch praktisch unbekannt.*

#### **6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings**

## 6.1 Beschreibung der gewählten Monitoringmethode

*Die Monitoringmethode muss kompatibel zum Programmablauf sein. Der Programmablauf ist in Kapitel 6.3 Prozess- und Managementstruktur detailliert beschrieben. Hier eine kurze Zusammenfassung:*

- *Der Bauherr reicht (online) das Antragsformular auf der Homepage der Programmleitung ein. Es wird geprüft, ob das Gebäude alle Anforderungen für die Teilnahme am Programm erfüllt. Der Bauherr erhält (ebenfalls online) die Bestätigung, dass er zur Teilnahme am Programm berechtigt ist.*
- *Nach Umsetzung der GA reicht der Bauherr das unterzeichnete Antragsformular per Post bei der Programmleitung ein. Zusätzlich reicht er die geforderten Beilagen ein. Diese Beilagen müssen von einem akkreditierten Projektbegleiter ausgefüllt worden sein. Projektbegleiter sind Fachplaner oder Energieberater, welche eine Schulung zum Förderprogramm absolviert haben. Diese Schulung wird von der Programmleitung angeboten und beinhaltet u.a. das korrekte Ausfüllen des Formulars und der Beilagen. Der Projektbegleiter unterzeichnet das Antragsformular ebenfalls, zusammen mit dem Bauherrn.*
- *Im Jahr nach Umsetzung der GA reicht der Bauherr den Jahres-Energiereport des Gebäudes ein. In den meisten Fällen wird der Energiereport vom GA-Monitoring-System automatisch an die Programmleitung gesendet. Ist dies nicht der Fall, sendet der Bauherr den Energiereport per Email an die Programmleitung.*
- *Anhand des Energiereports der Gebäude werden jedes Jahr die Projektemissionen und die eingesparte CO<sub>2</sub>-Menge bestimmt. Die Berechnungsverfahren sind in den Kapiteln 4.3 Projektemissionen und 4.4 Referenzemissionen detailliert beschrieben*

*Das Monitoring umfasst folgende Teile:*

1. *Erfassen von Kenndaten bei der Aufnahme eines Gebäudes in das Programm*
2. *Erfassen des Energieverbrauchs der Gebäude*
3. *Jährliche Berechnung der Projekt- und Referenzemissionen und Bestimmung der eingesparten CO<sub>2</sub>-Menge*
4. *Verifizierung der Effizienzfaktoren der Norm SIA 386.110*
5. *Jährliche Qualitätskontrolle*

*Nachfolgend sind diese 5 Monitoring-Schritte beschrieben.*

### **1. Erfassen von Kenndaten bei der Aufnahme eines Gebäudes in das Programm**

*Von jedem Gebäude, das am Projekt teilnimmt, werden in einem Anmeldeformular zuerst die wichtigsten Kenngrößen erhoben Dies sind:*

- *Kontaktinformationen des Antragstellers (Bauherr)*
- *Kontaktinformationen des Projektbegleiters (d.h. des Fachplaners)*
- *Adresse und Standort des Gebäudes (siehe Parameter 1, Kapitel 6.2)*
- *Nutzungstyp des Gebäudes (siehe Parameter 2, Kapitel 6.2)*
- *Heizungstyp (siehe Parameter 3, Kapitel 6.2)*
- *CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor (siehe Parameter 4, Kapitel 6.2). Der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor muss im Antragsformular nur angegeben werden, wenn es sich um eine Fernheizung mit unbekanntem CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor handelt. Ansonsten werden die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren gemäss BAFU-Mitteilung verwendet.*
- *Baujahr des Gebäudes (siehe Parameter 5, Kapitel 6.2).*
- *Inbetriebnahme-Datum GA (siehe Parameter 8, Kapitel 6.2).*
- *Energieträger Trinkwassererwärmung (siehe Parameter 9, Kapitel 6.2).*
- *Der Bauherr bestätigt, dass er nicht dem Emissionshandel (Art. 40 ff. CO<sub>2</sub>-Verordnung) unterliegt und keine Verminderungsverpflichtung eingegangen ist (Art. 67 und 68 CO<sub>2</sub>-Verordnung) (siehe Parameter 10, Kapitel 6.2).*
- *Der Bauherr gibt an, in welchem Umfang er für die thermische Wirkung der*

*Gebäudeautomation im angemeldeten Objekt Fördergelder von einem anderen – privaten oder öffentlichen – Programm beantragt oder zugesagt erhalten hat*

*Nach Umsetzung der Gebäudeautomation reicht der Gesuchsteller ausserdem als Beilage zum Antragsformular folgende Unterlagen ein:*

- Herleitung der Gebäudeautomations-Effizienzklasse alt (siehe Parameter 6, Kapitel 6.2).*
- Herleitung der Gebäudeautomations-Effizienzklasse neu (siehe Parameter 7, Kapitel 6.2).*
- Abnahmeprotokoll für die Inbetriebnahme der Gebäudeautomation (siehe Parameter 8, Kapitel 6.2).*

*In Kapitel 6.2 sind die erhobenen Kenngrössen genauer spezifiziert. In Kapitel 6.2 sind nur diejenigen Parameter beschrieben, welche für das Monitoring relevant sind. Für die administrative Abwicklung werden noch weitere Daten erhoben, z.B. der Name des GA-Planers etc*

## **2. Erfassen des Energieverbrauchs der Gebäude**

*Ein Jahr nach Umsetzung der Gebäudeautomation muss jedes Gebäude den jährlichen Energiereport, welcher vom GA-System generiert wird abliefern. Der Projektbegleiter ist dafür verantwortlich, dass das Monitoring-System diesen Energiereport selbständig an die Programmleitung übermittelt (z.B. per Email oder FTP). Ist dies nicht möglich, instruiert der Projektbegleiter den Gebäudebetreiber, wie er den jährlichen Energiereport an die Programmleitung übermitteln kann. Der jährliche Energiereport beinhaltet den thermischen Jahresenergieverbrauch.*

## **3. Jährliche Berechnung der Projekt- und Referenzemissionen und Bestimmung der eingesparten CO<sub>2</sub>-Menge**

*Die Programmleitung berechnet jährlich die Projektemissionen und Referenzemissionen sowie die eingesparte CO<sub>2</sub>-Menge der teilnehmenden Gebäude. Wie diese Berechnungen vorgenommen werden ist in den Kapiteln 4.3 Projektemissionen und 4.4 Referenzemissionen detailliert beschrieben.*

*In einem jährlichen Monitoringbericht fasst die Programmleitung diese Resultate zusammen und teilt sie dem BAFU mit. Im jährlichen Monitoringbericht werden auch statistische Angaben zur Anzahl teilnehmender Gebäude, den Nutzungstypen etc. gemacht.*

## **4. Verifizierung der Effizienzfaktoren der Norm SIA 386.110**

*Gemäss Angaben der Validierungsstelle wird von einigen Fachleuten angezweifelt, ob die Wirkung der GA tatsächlich so hoch ausfällt wie durch die Effizienzfaktoren der Norm SIA 386.110 postuliert. Auch wenn die Effizienzfaktoren der Norm wissenschaftlich nachvollziehbar bestimmt wurden ist dies nicht auszuschliessen, weil die Faktoren aufgrund von Simulationsrechnungen bestimmt wurden und nach unserer Kenntnis nicht empirisch validiert wurden. Auf der anderen Seite liegen dem Antragsteller allerdings keine verfügbaren Grundlagen und/oder inhaltliche Gründe vor, dass die Effizienzfaktoren die tatsächliche Wirkung überschätzen.*

*In erster Instanz wird deshalb jährlich geprüft, ob die SIA Norm 386.110 überarbeitet wurde (insbesondere, ob die Effizienzfaktoren geändert wurden). Falls dies der Fall ist, wird die Wirkungsberechnung im NFGA ab dem Gültigkeitsdatum der überarbeiteten Norm angepasst.*

*Das NFGA Programm ist gemäss Vorgaben des BAFU (Vollzugsmitteilung 2013 des BAFU) ebenfalls anzupassen, falls aufgrund von wissenschaftlicher Evidenz festgestellt wird, dass die Wirkung um mehr als 20% von den Effizienzfaktoren der aktuell gültigen Norm SIA*

386.110 abweicht. Eine empirische und methodische Überprüfung der Effizienzfaktoren ist allerdings methodisch anspruchsvoll, weil es sich bei der Wirkung um eine Differenzbetrachtung handelt und weil mit einer Überprüfung eine gültige Norm hinterfragt würde. Dies hat hohen wissenschaftlichen Ansprüchen zu genügen und ist im Rahmen eines Forschungsprojekts umzusetzen. Dies ist grundsätzlich nicht (nur) Aufgabe eines Förder- bzw. CO<sub>2</sub>-Kompensationsprogramms, sondern auch von Bund und Kantonen sowie der GA-Branche.

Je nach angestrebter „Präzision“ ist eine Überprüfung mit grossem Aufwand verbunden, wie aus folgenden Darlegungen hervorgeht. Man kann zwischen zwei Stufen der „Präzision“ bzw. statistischen Sicherheit unterscheiden: in Stufe 1 wird die Frage beantwortet, ob der jeweilige Effizienzfaktor der Norm innerhalb eines vordefinierten Vertrauensintervalls des empirisch bestimmten Effizienzfaktors liegt (da von den Effizienzfaktoren der Norm keine Vertrauensintervalle vorliegen, ist eine umgekehrte Sichtweise nicht möglich). In Stufe 2 wird die Frage beantwortet, ob das Intervall „Effizienzfaktor der Norm +/- 20%“ **ausserhalb** des vordefinierten Vertrauensintervalls von empirisch bestimmten Effizienzfaktoren liegt. Falls dies der Fall ist, weichen die tatsächlichen Faktoren von denjenigen der Norm ab. Es ist evident, dass Stufe 2 eine markant höhere Präzision bzw. geringere Streuung aufweisen muss als Stufe 1.

Nachfolgend wird eine erste, allerdings sehr grobe Aufwandsschätzung für die beiden erwähnten Stufen entworfen. Grundsätzlich ist bei beiden Stufen davon auszugehen, dass von jedem Gebäudetyp und für jedes Upgrade von einer GA-Klasse auf eine andere eine statistisch aussagekräftige Anzahl Gebäude analysiert werden müsste. In der Norm sind 8 Gebäudetypen definiert (Büros, Hörsäle etc.). Für das Programm sind 4 Upgrade-Varianten relevant (C->B, C->A, D->B, D->A). Daraus resultieren 32 verschiedene Kombinationen von Gebäudetyp und Upgrade-Variante.

In Stufe 1 sind pro Kombination mindestens 5 bis 10 Gebäude nötig, um eine gesicherte Aussage zu erhalten. Insgesamt müssten somit 160 bis 320 Gebäude analysiert werden. Bei jedem Gebäude wäre eine Analyse des Energieverbrauchs vor- und nach der Installation der GA nötig, sowie auch die Erfassung und Bewertung aller Einflussfaktoren wie z.B. Benutzerverhalten, „Belegung“, technische Änderungen (insbesondere Effizienzmassnahmen an Gebäudehülle, Lüftungs- und Heizanlagen) etc. Um diese Daten zu erheben, wären eine schriftliche Erhebung (ähnlich wie Aiulfi et al. 2010) und/oder eine Begehung vor Ort bzw. jährliche Interviews mit den Nutzern, dem Betreiber und dem Bauherrn erforderlich. Ausserdem müssten anhand vergangener Energieabrechnungen die Energieverbrauchsschwankungen und der mittlere Energieverbrauch vor Installation der GA analysiert werden. Für die Auswertung der Daten müsste zuerst ein Modell entwickelt werden, welches die verschiedenen Nutzereinflüsse berücksichtigt. Hierfür wird ein Zeitaufwand von rund 80 bis 120 Arbeitstagen für Methodik, Fragebogen und Leitfadententwicklung, Analysen, statistische Auswertungen, Berichterstattung, Projektleitung etc. sowie zuzüglich 2 bis 3 Arbeitstage pro Gebäude veranschlagt. Bei einem Stundenansatz von CHF 160.- (Mischkalkulationssatz) führt dies zu einem finanziellen Aufwand von CHF rund 3'000 bis 5'000.- pro Gebäude). Damit ergeben sich für Stufe 1 Gesamtkosten von 0.5 bis 1.5 Mio. CHF

Für die Stufe 2 müsste wie erwähnt die Präzision erhöht bzw. die Streuung verringert werden. Dies ist zum einen mit einer höheren Anzahl Gebäude und zum anderen mit zeitlich höher aufgelösten Verbrauchsdaten zu erreichen. Bzgl. letzterem Punkt wäre dies vor allem für den Verbrauch vor der Installation der GA als Herausforderung zu bezeichnen. Eine konkrete Vorgehensweise ist weitergehend auszuarbeiten, um eine Aufwands- und Kostenschätzung durchzuführen. Es ist auf jeden Fall davon auszugehen, dass Aufwand und Kosten von Stufe 2 wesentlich höher sind als für Stufe 1.

Ein finanzieller Aufwand von CHF 3'000.- bis 5'000.- pro Gebäude wäre unverhältnismässig für das NFGA Programm. Dieser Aufwand wäre bei Gebäuden bis etwa 1'000 m<sup>2</sup> Nutzfläche meist sogar höher als der an den Bauherrn ausgezahlte Beitrag (Siehe Tabelle 9). Falls der Bund parallel zum Programm ein solches Forschungsprojekt lancieren möchte, bietet die

Leitung des NFGA Programms gerne ihre Unterstützung an. Dazu kommt, dass die Norm SIA 386.110 noch sehr neu ist (überarbeitet im 2012). Es gibt bisher erst wenige Gebäude, welche die Anforderungen an die GA-Klasse A oder B erfüllen. (Siehe auch Kapitel Ausgangslage und Referenzszenario). Auch wenn sich diese Anzahl dank dem NFGA erhöhen wird, kann es mehrere Jahre dauern, bis von jedem Gebäudetyp und jeder GA-Klasse genügend Gebäude vorhanden sind, um alle Effizienzfaktoren mit der notwendigen wissenschaftlichen Evidenz zu überprüfen.

#### **Jährliche Qualitätskontrolle**

Die Qualitätskontrolle des Programms wird jährlich von einem oder mehreren unabhängigen Büros durchgeführt. Dabei wird folgendes untersucht:

- bei einer Stichprobe von 5% der angemeldeten Gebäude wird mit einer Besichtigung vor Ort geprüft, ob die GA tatsächlich wie angegeben umgesetzt wurde
- die von der Programmleitung ermittelte Anzahl teilnehmende Gebäude wird überprüft
- die von der Programmleitung durchgeführte Berechnung der Referenz- und Projektemissionen sowie der CO<sub>2</sub>-Einsparungen wird bei einer Stichprobe von 5% der Gebäude nachgeprüft
- Es wird jährlich geprüft, ob die SIA Norm 386.110 überarbeitet wurde (insbesondere, ob die Effizienzfaktoren geändert wurden). Das Programm wird ebenfalls angepasst, falls das oben skizzierte Forschungsprojekt durchgeführt wird und dabei um mehr als 20% abweichende Effizienzfaktoren festgestellt werden. Es wird davon ausgegangen, dass frühestens ab dem Vorliegen des Schlussberichts bzw. ab Zeitpunkt, ab dem die neue Norm in Kraft tritt, die Bedingungen vom BAFU neu festgelegt werden und dass diese für alle Gebäude gelten, die **neu** in das NFGA aufgenommen werden. Für Gebäude, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt in das Programm aufgenommen wurden, werden die Bedingungen **nicht** rückwirkend angepasst.
- Der Nutz- bzw. Endenergiebedarf der Gebäude vor der Installation der GA wird nicht erfasst. Dafür gilt dieselbe Begründung wie im Punkt „4. Verifizierung der Effizienzfaktoren der Norm SIA 386.110“: Gemeinsam mit der Installation der GA werden typischerweise verschiedene andere Gebäudetechnik-Massnahmen umgesetzt (z.B. Erneuerung der Heizung). Die Differenz zwischen dem Energieverbrauch vor- und nach Umsetzung der GA kann somit nicht ohne weitere Abklärungen zur Verifizierung der energetischen Wirkung der GA hinzugezogen werden. Zusätzlich müssten der Gebäudezustand und das Benutzerverhalten vor- und nach Installation der GA genau analysiert werden. Unter Punkt „4. Verifizierung der Effizienzfaktoren der Norm SIA 386.110“ wurde ein Forschungsprojekt des Bundes vorgeschlagen. Dieses Forschungsprojekt beinhaltet bereits den Vergleich des Energieverbrauchs vor und nach der Installation der GA. Wenn das oben vorgeschlagene Forschungsprojekt des Bundes durchgeführt wird, sind diese Abklärungen also bereits in das Forschungsprojekt integriert.

## 6.2 Datenerhebung und Parameter

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Parameter 1 <sup>1</sup>    | <b>Adresse / Standort</b>  |
| Beschreibung des Parameters | <i>Adresse und Standort jedes Gebäudes werden erfasst. Diese sind nötig, um jährlich die Anzahl Heizgradtage zu bestimmen.</i>   |
| Einheit                     | -  |
| Datenquelle                 | <i>Antragsformular</i>   |
| Erhebungsinstrument         | -  |
| Beschreibung Messablauf     | -  |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | -  |
| Messintervall               | <i>Einmalig, im Antragsformular</i>  |
| Verantwortliche Person      | <i>Bauherr</i>   |
| Parameter 2                 | <b>Nutzungstyp(en)</b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>Der Nutzungstyp des Gebäudes. Falls das Gebäude mehrere Nutzungen aufweist, werden alle Nutzungen angegeben, zusammen mit dem prozentualen Flächenanteil der jeweiligen Nutzungen. Z.B. 30% Restaurant, 70% Detailhandel</i>                          |
| Einheit                     | -  |
| Datenquelle                 | <i>Antragsformular</i>   |
| Erhebungsinstrument         | -  |
| Beschreibung Messablauf     | -  |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | <i>100% falls nur ein Nutzungstyp. Prozentuale Abweichungen von ca. +-5% bei mehreren Nutzungstypen möglich.</i>   |
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag</i>   |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>   |
| Parameter 3                 | <b>Heizungstyp(en)</b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>Typ der Heizung: Ölheizung, Gasheizung, Fernwärme etc. Weist das Gebäude mehrere Heizungen auf, werden alle Heizungen angegeben sowie zu jeder Heizung der prozentuale Anteil an der jährlichen Wärmebereitstellung. Z.B. 75% Gas-, 25% Ölheizung</i> |
| Einheit                     | -  |
| Datenquelle                 | <i>Antragsformular</i>   |
| Erhebungsinstrument         | -  |
| Beschreibung Messablauf     | -  |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | -  |

<sup>1</sup> Block für jeden im Monitoring verwendeten Parameter kopieren. Falls zweckmässig unter Anhang A.5 weiterführende Unterlagen zum Monitoring beilegen.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag zur Erfassung des Heizungstyps vor Installation der GA</i>   |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>  |
| Parameter 4                 | <b>CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor</b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor der Heizung. Wenn möglich wird der Emissionsfaktor nach Vorgaben des BAFU angewendet. Bei Fernwärme mit unklarer Herkunft wird der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor nach Angaben des Wärmelieferanten angewendet.</i> |
| Einheit                     | <i>kg CO<sub>2</sub>/kWh</i>  |
| Datenquelle                 | <i>BAFU-Vorgaben oder Angaben des Lieferanten (bei Fernwärme) oder Berechnung / Abschätzung anhand der Vorjahresverbräuche und der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der einzelnen Energieträger</i>   |
| Erhebungsinstrument         | -   |
| Beschreibung Messablauf     | -   |
| Kalibrierungsablauf         | -   |
| Genauigkeit der Messmethode | -   |
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag</i>  |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>  |
| Parameter 5                 | <b>Baujahr</b>  |
| Beschreibung des Parameters | <i>Baujahr des Gebäudes. Nur Gebäude, welche seit mindestens einer Heizperiode in Betrieb sind, dürfen teilnehmen.</i>  |
| Einheit                     | -   |
| Datenquelle                 | <i>Antragsformular</i>  |
| Erhebungsinstrument         | -   |
| Beschreibung Messablauf     | -   |
| Kalibrierungsablauf         | -   |
| Genauigkeit der Messmethode | -   |
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag</i>  |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>  |
| Parameter 6                 | <b>Gebäudeautomations-Effizienzklasse alt</b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>Gebäudeautomations-Effizienzklasse vor der Optimierung der Gebäudeautomation. Die Gewerke Beleuchtung und Beschattung werden nicht berücksichtigt.</i>   |
| Einheit                     | -   |
| Datenquelle                 | <i>Beilage zum Antragsformular</i>  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Erhebungsinstrument         | <i>Siemens bietet ein online-Tool an, mit dem ein Planer einfach bestimmen kann, in welcher GA-Klasse sich ein Gebäude vor- und nach der Installation der neuen GA befindet. (Energy Performance Classification Tool). Das Energy Performance Classification Tool ist online auf <a href="http://epc.bt.siemens.com/epc/fs_global.aspx">http://epc.bt.siemens.com/epc/fs_global.aspx</a><br/>Bis zum Start des Programms wird auf Basis dieses Tools ein Firmenneutrales Erhebungsinstrument zur Bestimmung der GA-Klasse vor- und nach der Installation erstellt.</i> |
| Beschreibung Messablauf     | <i>Die Bestimmung der Energieeffizienzklasse wird vom Projektbegleiter durchgeführt.</i>   |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | -  |
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag</i>   |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>   |
| Parameter 7                 | <b>Gebäudeautomations-Effizienzklasse neu</b>  |
| Beschreibung des Parameters | <i>Gebäudeautomations-Effizienzklasse nach der Optimierung der Gebäudeautomation. Die Gewerke Beleuchtung und Beschattung werden nicht berücksichtigt.</i>   |
| Einheit                     | -  |
| Datenquelle                 | <i>Beilage zum Antragsformular</i>   |
| Erhebungsinstrument         | <i>Siemens bietet ein online-Tool an, mit dem ein Planer einfach bestimmen kann, in welcher GA-Klasse sich ein Gebäude vor- und nach der Installation der neuen GA befindet. (Energy Performance Classification Tool: Das Energy Performance Classification Tool ist online auf <a href="http://epc.bt.siemens.com/epc/fs_global.aspx">http://epc.bt.siemens.com/epc/fs_global.aspx</a><br/>Bis zum Start des Programms wird auf Basis dieses Tools ein Firmenneutrales Erhebungsinstrument zur Bestimmung der GA-Klasse vor- und nach der Installation erstellt</i>   |
| Beschreibung Messablauf     | <i>Die Bestimmung der Energieeffizienzklasse wird vom Projektbegleiter durchgeführt.</i>   |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | -  |
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag</i>   |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>   |
| Parameter 8                 | <b>Inbetriebnahme GA</b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>Datum, wann die optimierte Gebäudeautomation in Betrieb genommen wurde. Datum des Wirkungsbeginns.</i>  |
| Einheit                     | -  |
| Datenquelle                 | <i>Antragsformular</i>   |
| Erhebungsinstrument         | <i>Abnahmeprotokoll</i>  |
| Beschreibung Messablauf     | -  |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | -  |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Messintervall               | <i>Einmalig, nach Umsetzung der GA</i>   |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>   |
| Parameter 9                 | <b><i>Energieträger Trinkwassererwärmung</i></b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>Angabe, wie das Trinkwasser erwärmt wird: elektrisch, oder fossil über die Heizung. Je nach dem, kann auch die Einsparung bei der Trinkwassererwärmung angerechnet werden.</i>  |
| Einheit                     | -  |
| Datenquelle                 | <i>Antragsformular</i>   |
| Erhebungsinstrument         | -  |
| Beschreibung Messablauf     | -  |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | -  |
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag</i>   |
| Verantwortliche Person      | <i>Akkreditierter Projektbegleiter</i>   |
| Parameter 10                | <b><i>Zielvereinbarung</i></b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>Der Bauherr bestätigt, dass er nicht dem Emissionshandel (Art. 40 ff. CO<sub>2</sub>-Verordnung) unterliegt und keine Verminderungsverpflichtung eingegangen ist (Art. 67 und 68 CO<sub>2</sub>-Verordnung)</i>                                 |
| Einheit                     | -  |
| Datenquelle                 | <i>Antragsformular</i>   |
| Erhebungsinstrument         | -  |
| Beschreibung Messablauf     | -  |
| Kalibrierungsablauf         | -  |
| Genauigkeit der Messmethode | -  |
| Messintervall               | <i>Einmalig, beim Antrag</i>   |
| Verantwortliche Person      | <i>Bauherr</i>   |
| Parameter 11                | <b><i>End- oder Nutzenergie</i></b>  |
| Beschreibung des Parameters | <i>Im ersten Jahr nach Umsetzung der GA wird die End- oder Nutzenergie des Heiz- und Brauchwarmwasserverbrauchs erfasst.</i>   |
| Einheit                     | <i>kWh bei Endenergie. Bei Nutzenergie je nach Energieträger andere Einheiten, z.B. Liter Heizöl, m<sup>3</sup> Erdgas.</i>  |
| Datenquelle                 | <i>Energieraport, der vom GA-Monitoring-System automatisch generiert wird.</i>   |
| Erhebungsinstrument         | <i>Bei der Heizung wird ein Zähler installiert, welcher entweder die Nutzenergie misst (z.B. Ölzähler, Gaszähler) oder die Endenergie (Wärmezähler).</i>   |
| Beschreibung Messablauf     | <i>Der installierte Zähler wird vom GA-Monitoring-System automatisch ausgelesen und ausgewertet. Jeweils zu Beginn jeden Jahres berechnet das GA-Monitoring-System die Jahressumme des Energieverbrauchs und erstellt den Jahres-Energieraport</i> |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Kalibrierungsablauf         | -   |
| Genauigkeit der Messmethode | Ca. +/- 5%  |
| Messintervall               | <i>Der Energiereport wird im ersten Jahr nach Installation der GA an die Programmleitung übermittelt</i>  |
| Verantwortliche Person      | <i>Bauherr, instruiert durch Projektbegleiter</i>   |
| Parameter 12                | <b>Wirkungsgrad der Heizung</b>   |
| Beschreibung des Parameters | <i>Wird beim Gebäude anstelle der Endenergie die Nutzenergie erfasst, muss diese mit dem Wirkungsgrad der Heizung in Endenergie umgerechnet werden.</i>   |
| Einheit                     | Prozent   |
| Datenquelle                 | Norm SIA380/1   |
| Erhebungsinstrument         | -   |
| Beschreibung Messablauf     | <i>Die Wirkungsgrade verschiedener Heizungstypen werden bei der Erstellung des Berechnungstools für die Emissionsberechnung im Tool hinterlegt.</i>   |
| Kalibrierungsablauf         | -   |
| Genauigkeit der Messmethode | Ca. +/- 5%  |
| Messintervall               | <i>Für jedes Gebäude wird der Wirkungsgrad der Heizung bei der Aufnahme in das Programm anhand der SIA 380/1 bestimmt. Einmalig.</i>  |
| Verantwortliche Person      | Programmleitung   |
| Parameter 13                | <b>Anzahl Heizgradtage</b>  |
| Beschreibung des Parameters | <i>Um den Endenergieverbrauch eines Gebäudes im Jahr t nach Installation der GA zu berechnen, wird der Endenergieverbrauch im Jahr 1 nach Installation der GA mit der Anzahl Heizgradtage korrigiert.</i>   |
| Einheit                     | -   |
| Datenquelle                 | Meteodaten-Anbieter, z.B. MeteoSwiss oder Meteotest   |
| Erhebungsinstrument         | <i>Die Heizgradtage werden jährlich für die wichtigsten MeteoStationen in der Schweiz bezogen. Eine Liste dieser Stationen befindet sich z.B. auf <a href="http://www.hev-schweiz.ch/vermieten-verwalten/heizgradtage/">http://www.hev-schweiz.ch/vermieten-verwalten/heizgradtage/</a></i> |
| Beschreibung Messablauf     | -   |
| Kalibrierungsablauf         | -   |
| Genauigkeit der Messmethode | <i>Ca. +/- 5%. Die Genauigkeit ist abhängig davon, wie weit das Gebäude von der MeteoStation entfernt ist.</i>  |
| Messintervall               | <i>Die Heizgradtage werden jährlich erfasst.</i>  |
| Verantwortliche Person      | Programmleitung   |
| Parameter 14                | <b>Doppelförderung</b>  |
| Beschreibung des Parameters | <i>Der Bauherr gibt an, in welchem Umfang er für die thermische Wirkung der Gebäudeautomation im angemeldeten Objekt Fördergelder von einem anderen – privaten oder öffentlichen – Programm beantragt oder zugesagt erhalten hat</i>  |
| Einheit                     | -   |

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Datenquelle                 | Antragsformular       |
| Erhebungsinstrument         | -                     |
| Beschreibung Messablauf     | -                     |
| Kalibrierungsablauf         | -                     |
| Genauigkeit der Messmethode | -                     |
| Messintervall               | Einmalig, beim Antrag |
| Verantwortliche Person      | Bauherr               |

### 6.3 Prozess- und Managementstruktur

*In Kapitel 6.1 wurde der Prozess von der Anmeldung eines Gebäudes im Programm bis zur Qualitätskontrolle beschrieben. Insgesamt sind für das Programm folgende Prozesse nötig:*

1. *Administrative Abwicklung der Projekt-Gesuche*
2. *Ausbildung und Akkreditierung der Projektbegleiter*
3. *Werbung und Informationsveranstaltungen für das Programm*
4. *Berechnung der Emissionen*
5. *Erstellen der Monitoring-Berichte*
6. *Qualitätssicherung*
7. *Verifizierung der Effizienzfaktoren*

*Nachfolgend werden diese 7 Prozesse und die dafür zuständigen Organe genauer beschrieben:*

#### **Administrative Abwicklung der Gesuche**

*Dies umfasst:*

- *Erstellen einer Homepage, auf welcher die Bauherren alle nötigen Informationen zum Programm finden und über welche sie sich anmelden können.*
- *Erfassen und Überprüfen der eingehenden Projektanträge.*
- *Aufnehmen der geeigneten Projekte in das Programm*
- *Auszahlen der Förderbeiträge. Die Förderbeiträge werden nach der Umsetzung der GA in einer einmaligen Zahlung an die Bauherren ausgezahlt. Eine jährliche Auszahlung der Förderbeiträge würde zu hohe administrative Kosten verursachen und die Motivation der Bauherren zur Teilnahme am Programm deutlich reduzieren.*
- *Speichern aller Projektinformationen und Gesuche in einer elektronischen Datenbank, inklusive Aufbau dieser Datenbank. Sowie führen von physischen Dossiers, in denen das Antragsformular mit den Beilagen, Fotos und sonstige Unterlagen und Belege abgelegt werden. Sowohl die Dossiers, als auch die elektronischen Daten werden nach Beendigung des Förderprogramms für weitere 10 Jahre archiviert.*

*Die administrative Abwicklung der Gesuche wird durch die Firma Gebäudeprogramm AG (tritt unter dem Markennamen Effienergie auf) im Auftrag der Stiftung KliK durchgeführt. Effienergie übernimmt somit die administrative Programmleitung. Für bestimmte fachspezifische Arbeiten wird Effienergie Unteraufträge an Fachspezialisten vergeben. Dies*

*insbesondere für:*

- *Entwicklung des Tools zur Bestimmung der GA-Effizienzklasse (Siehe Kapitel 6.2, Parameter 6 und 7)*
- *Entwicklung einer Berechnungssoftware zur Ermittlung der Projekt- und Referenzemissionen sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Diese Software führt die in Kapitel 4.3 und 4.4 aufgeführten Berechnungen durch und holt sich die dafür nötigen Parameter wie Energieverbrauchsdaten, Umrechnungsfaktoren, Heizgradtage etc. selbständig aus den entsprechenden Datenbanken.*
- *Evtl. für die Erstellung des Monitoringberichts*

### **Ausbildung und Akkreditierung der Projektbegleiter**

*Wie in Kapitel 6.1 beschrieben, sind Projektbegleiter Fachplaner, welche die Bauherren bei der Umsetzung der GA beraten und bei der Anmeldung für das Programm unterstützen. Sie ermitteln insbesondere die GA-Klasse vor- und nach- der Installation der GA und erstellen ein Abnahmeprotokoll. Projektbegleiter müssen eine Ausbildung absolvieren, welche von der Programmleitung angeboten wird und mindestens ½ Tag dauern wird. Diese Ausbildung wird zwei Teile umfassen: einen fachspezifischen Teil, welcher die Norm SIA 386.110 und die Anforderungen an die Planung der Gebäudeautomation umfasst. Sowie einen administrativen Teil, welcher das Vorgehen für die Anmeldung beim Programm und das Ausfüllen der Anmeldeunterlagen umfasst.*

*Die Ausbildungen werden von Effienergie organisiert und ausgeschrieben. Für den fachspezifischen Teil werden Fachspezialisten zur Gebäudeautomation hinzugezogen.*

### **Werbung und Informationsveranstaltungen für das Programm**

*Um das Programm sowohl bei der Branche wie auch bei den Bauherren bekannt zu machen, werden Werbemassnahmen durchgeführt. Diese beinhalten:*

- *Erstellen von Informationsbroschüren*
- *Präsenz an Tagungen und Fachkonferenzen mit Referaten und Ständen*
- *Durchführen von Informationsveranstaltungen für gezielte Kundengruppen*
- *Direkte Kontaktaufnahme mit potentiellen Bauherren*

*Alle diese Massnahmen werden von Effienergie koordiniert. Ein grosser Teil der Werbemassnahmen wird von der Gebäudeautomationsbranche selbst durchgeführt. Insbesondere das GNI (Gebäude Netzwerk Institut) und die grossen Lieferanten von Gebäudeautomationskomponenten (Siemens, Sauter, Honeywell etc.) werden ihre Kunden gezielt über das Programm informieren.*

### **Berechnung der Emissionen**

*Wie bereits weiter oben beschrieben, werden jährlich von jedem Gebäude die Projektemissionen und die Referenzemissionen berechnet und entsprechend die insgesamt eingesparte Menge CO<sub>2</sub> ausgewiesen. Dazu wird eine Berechnungssoftware entwickelt (siehe Abschnitt „administrative Abwicklung der Gesuche“).*

Die Berechnungen werden von der Programmleitung durchgeführt.

### Erstellen der Monitoringberichte

In einem jährlichen Monitoringbericht werden die Resultate zusammengefasst und dem BAFU mitgeteilt. Der Inhalt der Monitoringberichte wurde bereits in Kapitel 6.1 beschrieben.

Die Monitoringberichte werden durch die Programmleitung erstellt, evtl. in Zusammenarbeit mit Fachspezialisten.

### Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung umfasst mehrere Teilschritte, welche in Kapitel 6.1 beschrieben sind. Für diese Aufgaben wird KliK Aufträge an unabhängige Ingenieurbüros vergeben.

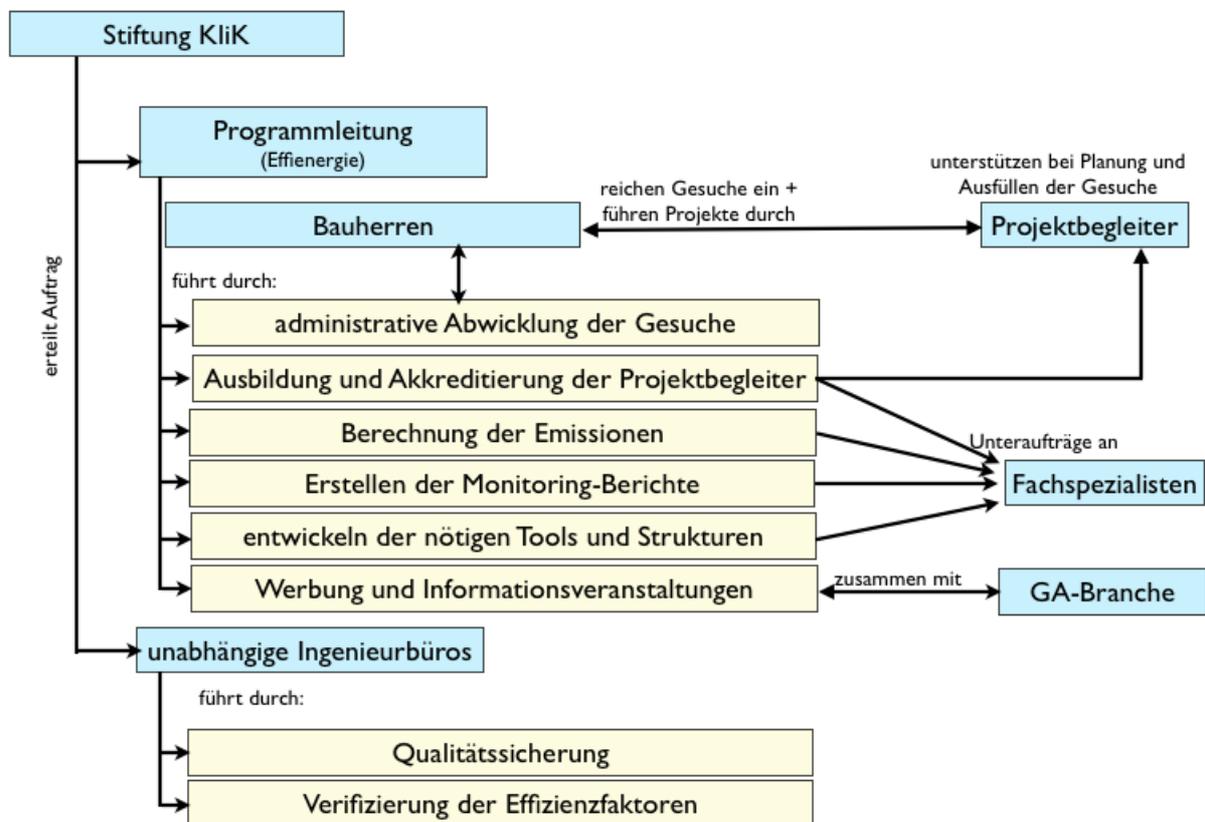
### Verifizierung der Effizienzfaktoren

Wie in Kapitel 6.1 beschrieben. KliK wird ein unabhängiges Ingenieurbüro damit beauftragen, jährlich zu prüfen, ob die Norm SIA 386.110 überarbeitet wurde.

### Übersicht über die Managementstruktur

Untenstehende Grafik gibt einen Überblick über die Management-Struktur

Abb.6: Prozess- und Management-Struktur



Ort, Datum und Unterschrift

---

|  |
|--|
|  |
|--|