



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und  
Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
**Abteilung Energieeffizienz und Erneuerbare Energien**  
**Sektion Gebäude**

15. Juli 2015

---

# **Wirtschaftliche Wirkung des Gebäudeprogramms**

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern  
Abteilung Energieeffizienz und Erneuerbare Energien  
Sektion Gebäude

**Auftragnehmer:**

TEP Energy GmbH  
Rotbuchstrasse 68, CH-8037 Zürich  
[www.tep-energy.ch](http://www.tep-energy.ch)  
Tel.: +41 43 500 71 71  
Fax: +41 43 500 71 79

Amstein + Walthert AG  
Andreasstrasse 11, 8050 Zürich  
[www.amstein-walthert.ch](http://www.amstein-walthert.ch)  
Tel.: +41 44 305 91 11  
Fax: +41 44 305 92 14

**INFRAS**

Binzstrasse 23, 8045 Zürich  
[www.infras.ch](http://www.infras.ch)  
Tel.: +41 44 205 95 95  
Fax: +41 44 205 95 99

**Autoren:**

Dr. Martin Jakob (Projektleitung), TEP Energy  
Dr. Ulrich Reiter, TEP Energy  
Remo Forster, TEP Energy  
Stefan Kessler, INFRAS  
Donald Sigrist, INFRAS  
Rolf Iten, INFRAS  
Andreas Baumgartner, Amstein + Walthert  
Marcel Nufer, Amstein + Walthert

BFE-Bereichsleiter: Roger Nufer

Für den Inhalt ist allein der/die Studiennehmer/in verantwortlich.



## Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage, Problemstellung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen im Überblick	4
1.1	Ausgangslage, Problemstellung .....	4
1.2	Methodisches Vorgehen .....	4
2	Mehrinvestitionen, Wertschöpfung und Beschäftigung.....	5
2.1	Methodisches Vorgehen .....	5
2.2	Direkter positiver Effekt.....	6
2.3	Indirekter negativer Effekt .....	6
2.4	Direkter negativer Effekt .....	6
2.5	Indirekter positiver Effekt .....	7
2.6	Gesamtergebnis.....	7
2.7	Nicht quantifizierbare volkswirtschaftliche Effekte des Gebäudeprogramms .....	9
3	Einfluss der Förderung und anderer Faktoren auf die Gebäudeerneuerungsbranchen .	10
3.1	Methodisches Vorgehen .....	10
3.2	Entwicklung von ausgewählten techno-ökonomischen Kennwerten im Bereich Gebäudehülle.....	11
3.2.1	Dämmstoff-Entwicklung und der Einsatz von Dämmstoffen.....	11
3.2.2	Fenster und Verglasung.....	13
3.2.3	Fazit im Bereich Gebäudehülle.....	16
3.3	Teil B: Substitution oder Ergänzung von fossilen Heizanlagen durch solche mit erneuerbaren Energien .....	17
3.3.1	Markteinschätzungen Wärmepumpen .....	17
3.3.2	Veränderungen am Markt für thermische Solarkollektoren .....	20
3.3.3	Veränderung am Holzheizungsmarkt .....	20
4	Synthese und Schlussfolgerungen.....	22
5	Literatur .....	25
6	Anhang: Annahmen für zentrale Parameter des Schätzmodells zur Beschäftigungswirkung.....	28



# 1 Ausgangslage, Problemstellung, Zielsetzung und methodisches Vorgehen im Überblick

## 1.1 Ausgangslage, Problemstellung

Das Bundesgesetz über die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Gesetz) sieht unter anderem vor, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die auf die energetische Nutzung von fossilen Energieträgern zurückzuführen sind, vermindert werden. Zu diesem Zweck wurde 2008 die CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe eingeführt. Ein Drittel der Einnahmen (max. CHF 300 Mio. Franken pro Jahr) fliesst in das Gebäudeprogramm. Diese Geldmittel werden als Finanzhilfen den Kantonen zur Verfügung gestellt und für Massnahmen zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Gebäuden verwendet. Gemäss Art. 34 Abs. 4 des CO<sub>2</sub>-Gesetzes soll 2015 ein Bericht zur Wirksamkeit dieser Finanzhilfen zu Händen des Parlaments erstellt werden.

Im vorliegenden Bericht werden Teilaspekte zur Wirksamkeit des Gebäudeprogramms analysiert, insbesondere in Bezug auf die wirtschaftlichen Auswirkungen. Nebst quantitativen Aspekten sind auch qualitative Veränderungen, die durch das Gebäudeprogramm im Sinne einer bleibenden Marktveränderung ausgelöst wurden, von Interesse. Obwohl nicht explizit als Ziel des Gebäudeprogramms definiert, können techno-ökonomische Veränderungen im Baumarkt durch das Gebäudeprogramm induziert worden sein. Diesen Veränderungen soll in diesem Bericht weiter nachgegangen werden.

Zur Klärung der beschriebenen Thematik hat das BFE zwei Fragen formuliert:

- Was sind die wirtschaftlichen Auswirkungen des Gebäudeprogramms?
- Wie beeinflusst(en) die Förderung und andere Faktoren den Bau- und Heizungsmarkt?

Ziel des Projektes ist es, diese Fragestellungen zu beantworten. Zusätzlich sollen die bereits vorliegende Grundlagen zur Wirkung des Gebäudeprogramms (Berichterstattung der EnDK an den Bund [EnDK 2013a, b], Evaluation der Eidgenössischen Finanzkontrolle [EFK 2014]) ergänzt werden.

Thematisch sollen hierbei sowohl Teil A und Teil B des Gebäudeprogramms berücksichtigt werden.

## 1.2 Methodisches Vorgehen

Bezugnehmend auf die Zielsetzung des Projekts, den verfügbaren Projektrahmen, die öffentlich und bei TEP Energy, Infrac und Amstein + Walthert verfügbaren Grundlagen umfasst das Vorgehen folgende drei Arbeitspakete (AP):

1. Abschätzung der Auswirkungen des Gebäudeprogramms auf Mehrinvestitionen, Wertschöpfung und Beschäftigung, mit einem partialanalytischen Schätzmodell.
2. Einfluss der Förderung und anderer Faktoren auf die Gebäudeerneuerungsbranchen, mittels empirischen Erhebungen und Experten Interviews.
3. Integration, Synthese, Schlussfolgerungen, indem ein Bezug zwischen den Themenbereichen hergestellt wird.

Das methodische Vorgehen zur Analyse der jeweiligen Arbeitspakete wird jeweils detailliert in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.



## 2 Mehrinvestitionen, Wertschöpfung und Beschäftigung

### 2.1 Methodisches Vorgehen

Im Kapitel 2 stehen die durch das Gebäudeprogramm ausgelösten Mehrinvestitionen sowie deren Wirkung auf die inländische Wertschöpfung und die Beschäftigung im Fokus. Die Abschätzung der durch das Gebäudeprogramm ausgelösten Mehrinvestitionen liegen sowohl zu Teil A des Gebäudeprogramms (Datenbank nationale Dienstleistungszentrale) wie auch zum Teil B des Gebäudeprogramms vor (Datenbank zur Wirkungsanalyse kantonalen Förderprogramme). Diese Abschätzungen basieren auf den Annahmen und Daten des Harmonisierten Fördermodells HFM 2009 und dem dort verwendeten Referenzmodell [HFM 2009]. Mittels Modell werden die zusätzlichen Wirkungen gegenüber dem Referenzfall, ohne Umsetzung der durch Teil A und Teil B<sup>1</sup> des Gebäudeprogramms unterstützten Massnahmen berechnet. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Ergebnisse. Vertiefende Erläuterungen zu den Ergebnissen finden sich im anschliessenden Text. Aufgrund der Daten zu den ausgelösten Mehrinvestitionen werden die Effekte auf die inländische Wertschöpfung sowie die Beschäftigung mit der gleichen Methodik resp. dem gleichen Modell abgeschätzt, das für die Wirkungsanalyse der kantonalen Förderprogramme angewandt wird [BFE 2014 a].

Die Annahmen des Modells (Energiepreise, Importanteile je Branche etc.) wurden im Rahmen der Zusatzanalyse aktualisiert und plausibilisiert und sind für die wichtigsten Parameter im Anhang 1 dokumentiert. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit liegen zu den wirtschaftlichen Auswirkungen nur Gesamtergebnisse für die letzten 5 Jahre vor, d.h. für die Umsetzungsperiode 2010 bis 2014. Eine Darstellung von Zeitreihen zu den Einzeljahren ist nicht möglich, da dies umfangreiche zusätzliche Datenanalysen erfordert, die im vorliegenden Auftrag explizit nicht vorgesehen waren.

Das partialanalytische Schätzmodell<sup>2</sup> berücksichtigt vier Effekte, namentlich (1) die direkten positiven Effekte aufgrund von Mehrinvestitionen inkl. Fördergeldern, (2) die indirekten negativen Effekte durch Entzug dieser Mittel aus der übrigen Wirtschaft, (3) die direkten negativen Effekte durch die Verminderung der Ausgaben für konventionelle Energien (Entzugseffekt in der herkömmlichen Brennstoff- und Elektrizitätsbranche) sowie (4) die indirekten positiven Effekte durch Zufluss der durch die Energieeinsparungen frei werdenden Mittel in die übrige Wirtschaft. Neben den Investitionsgrössen und Energiewirkungen der geförderten Massnahmen sind folgende Eingabeparameter im Modell zentral: Energiepreise, Annahmen zur branchenspezifischen Arbeitsproduktivität (auf Basis nationales Produktionskonto und Betriebszählungsdaten), branchenspezifische Importanteile der Wertschöpfungskette (Schätzung INFRAS auf Grundlage von Daten der Input-Output-Analyse), sowie eine Matrix zur Aufteilung der Mehrinvestitionen nach Massnahmen auf Branchen, desaggregiert für die vier Massnahmenkategorien Gebäudehüllenmassnahmen und Gesamtanierungen, Umweltwärme, Solarthermie und Holzenergie auf Grundlage einer Schätzung durch INFRAS. Zudem sind sekundäre Eingabeparameter<sup>3</sup> erforderlich. Für weitere methodische Erläuterungen verweisen wir auf [BFE 2011].

---

<sup>1</sup> Zu beachten ist, dass hier ausschliesslich Massnahmen berücksichtigt sind, die über die Globalbeiträge des Bundes mitfinanziert wurden. Rein kantonal finanzierte Massnahmen (z.B. Sanierungen mit erhöhten Systemanforderungen oder Photovoltaikanlagen) sind nicht erfasst. Dies ist beim Vergleich der Ergebnisse mit der Wirkungsanalyse kantonalen Förderprogramme [BFE 2014 a] zu beachten, da dort im ersten Berichtsteil alle (inkl. den nur durch die Kantone finanzierten) Massnahmen erfasst sind.

<sup>2</sup> Mit Ziel eines pragmatischen und transparenten Schätzmodells erfasst der partialanalytische Modellansatz nicht sämtliche Branchen und Produkte und deren Wechselwirkungen (wie z.B. in einer gesamtwirtschaftlichen Input-Output-Analyse der Fall), sondern fokussiert auf die Auswirkungen in den hauptbetroffenen Branchen.

<sup>3</sup> z.B. Sparquotient, gesamtwirtschaftlicher Multiplikator.



## 2.2 Direkter positiver Effekt

Als Ergebnis des ersten „Modellquadranten“ ergibt sich ein direkter positiver Bruttobeschäftigungseffekt von rund 30'000 Personenjahren in der Summe der 5 Jahre 2010 bis 2014 (d.h. im Durchschnitt 6000 Personen pro Jahr). In dieser Periode wurden Fördergelder im Umfang von rund 1 Milliarde CHF ausbezahlt. Damit konnte ein Total an Mehrinvestitionen von rund 4,3 Milliarden CHF ausgelöst werden. Etwa 20% dieser Mehrinvestitionen flossen über Importanteile und im Ausland erbrachte Vorleistungen ins Ausland ab, der Rest, d.h. rund 80% waren über inländische Wertschöpfungsanteile in der Schweiz beschäftigungswirksam. Die mit den geförderten Vorhaben verbundenen Gesamtinvestitionen liegen noch deutlich höher, allerdings ist nicht der gesamte Umfang der Investitionen durch das Gebäudeprogramm bedingt: Ein Teil der Gesamtinvestitionen wäre auch ohne die Förderung angefallen, wenn als Grundannahme davon ausgegangen wird, dass Fördergelder grossmehrheitlich an Projekte fliessen, die im Zeitpunkt des normalen Erneuerungszyklus realisiert werden. Das Wirkungsmodell geht davon aus, dass z.B. sowieso eine Heizungserneuerung oder eine Pinselsanierung stattgefunden hätte, auch im Referenzfall ohne die Förderung durch das Gebäudeprogramm.

## 2.3 Indirekter negativer Effekt

Den aufgrund des Gebäudeprogramms getätigten Mehrinvestitionen im Umfang von geschätzten 4,3 Milliarden CHF steht ein indirekter negativer Entzugseffekt im gleichen Umfang gegenüber. Auch hier gehen wir basierend auf den verfügbaren Daten davon aus, dass ca. 20% dieser Summe Wertschöpfungsanteile im Ausland betreffen und ca. 80% der Schweizer Wirtschaft entzogen wird. Der resultierende indirekte Entzugseffekt beträgt nach den Modellergebnissen rund 21'000 Personenjahre.

Der indirekte negative Effekt ist damit im Vergleich zum direkten positiven Effekt deutlich kleiner (rund 40% tiefer). Dies insbesondere, weil gemäss den Modellannahmen die Branchenanteile und damit die Beschäftigungsintensität beim indirekten negativen Effekt dem Durchschnitt der Schweizer Gesamtwirtschaft entsprechen, während beim direkten positiven Effekt der Hauptanteil in überdurchschnittlich beschäftigungsintensive Branchen fliesst, nämlich das Baugewerbe und die mit der Projektrealisierung verbundenen Planungs- und Beratungsunternehmen (z.B. Architekten und Fachplaner).

## 2.4 Direkter negativer Effekt

Als Folge der Einsparung von fossilen Energien durch Effizienzgewinne (z.B. Gebäudeelementerneuerungen an Fassaden) und der Installation von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien verringerten sich die Ausgaben für Brennstoffe im Total der Periode 2010 bis 2014 um etwas mehr als 500 Mio. CHF. Dieser sogenannte direkte negative Effekt führt zu einem (aus Fördersicht gewünschten) Umsatzrückgang bei den Lieferanten von fossilen Brennstoffen. Bei den fossilen Brennstoffen entfallen nur etwa 30% auf Wertschöpfungsanteile im Inland, weshalb sich durch diesen Effekt im Brennstoffbereich insgesamt nur relativ geringe Auswirkungen auf die inländische Beschäftigung im Umfang von etwa 200 Personenjahren ergeben.

Bei den Lieferanten von Elektrizität zeigen die Modellschätzungen sogar einen geringen Netto-Mittelzufluss, da neben den Effizienzgewinnen auch die Betriebsenergie der über das Gebäudeprogramm Teil B geförderten Elektrowärmepumpen berücksichtigt wird. Dies weil der (auf die Elektrizitätsbranche positiv wirkende) Mehrverbrauch bei den Wärmepumpen höher ist als die (negativ wirkenden) Elektrizitätseinsparungen bei den restlichen Massnahmen. Beschäftigungsseitig sind die Auswirkungen auf die Elektrizitätsbranche aber quantitativ unbedeutend.



## 2.5 Indirekter positiver Effekt

Die Einsparungen bei den Ausgaben für den Einkauf von konventionellen Energien über den direkten negativen Effekt führen im Gegenzug zu einem Einkommenseffekt. Dieser führt gemäss den Modellannahmen zu zusätzlichen Ausgaben zugunsten der allgemeinen Wirtschaft. Das Modell berücksichtigt dabei eine Sparquote von 15%. Dieser Anteil wird nicht sofort beschäftigungswirksam und deshalb abgezogen. Insgesamt geht die Schätzung bei diesem indirekten positiven Bruttoeffekt davon aus, dass rund 420 Mio. CHF für zusätzliche Ausgaben frei werden, wobei rund drei Viertel davon im Inland wirksam sind. Dadurch wurden 2010 bis 2014 rund 1'900 Personenjahre induziert.

Im Vergleich zum „Gegenstück“, dem direkten negativen Effekt, überwiegt der indirekte positive Beschäftigungseffekt deutlich. Dies weil beim direkten negativen Effekt nur die Energiebranche betroffen ist, die im Vergleich zur allgemeinen Wirtschaft einen viel höheren Importanteil und eine insgesamt (d.h. inkl. Importanteile) deutlich tiefere Beschäftigungsintensität pro Wertschöpfungseinheit aufweist.

## 2.6 Gesamtergebnis

Über die vier Effekte und die Berücksichtigung eines zusätzlichen, sekundären Multiplikator-Effekts<sup>4</sup> ergibt die Modellrechnung eine Netto-Beschäftigungswirkung des Gebäudeprogramms Teil A und Teil B von rund 14'000 Personenjahren in der Summe des Umsetzungszeitraums 2010 bis 2014 (vgl. Tabelle 1). Die im Inland wirksame Wertschöpfung beträgt insgesamt rund 3'450 Mio. CHF und entspricht ca. 80% der insgesamt ausgelösten Mehrinvestitionen (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Übersicht der wirtschaftlichen Auswirkungen des Gebäudeprogramms (GP) Teil A und Teil B im Umsetzungszeitraum 2010-2014. Werte z.T. gerundet.

	<b>Ausbezahlte Fördergelder</b>	<b>Ausgelöste Mehrinvestitionen<sup>5</sup></b>	<b>Anteil der im Inland ausgelösten Mehrinvestitionen<sup>6</sup></b>	<b>Im Inland ausgelöste Mehrinvestitionen</b>	<b>Im Inland wirksame Beschäftigungswirkung</b>
	<b>[Mio. CHF]</b>	<b>[Mio. CHF]</b>	<b>[%]</b>	<b>[Mio. CHF]</b>	<b>[Personenjahre]</b>
GP Teil A	616	2'400	81	1'950	8'000
GP Teil B	389	1'900	79	1'500	6'000
Total GP	1'005	4'300	80	3'450	14'000

Zu berücksichtigen ist, dass Modellunsicherheiten bestehen, die zu Unter- oder Überschätzung führen können. Der tatsächliche Effekt dürfte bei Berücksichtigung von Unsicherheiten in der Abschätzung des ausgelösten Investitionsimpulses im Bereich von 10'000 bis 18'000 Personenjahre liegen. Im Durchschnitt der fünfjährigen Betrachtungsperiode waren mit dem Gebäudeprogramm folglich etwa 2'000 bis 3'500 zusätzliche Vollzeitäquivalente (Vzä) an Beschäftigung verbunden. Diese Schätzung

<sup>4</sup> Arbeitsplätze im Inland bedeuten auch zusätzliche Einkommen. Diese Einkommen führen wiederum zu Konsumausgaben und Investitionen und damit zu nachgelagerten Beschäftigungswirkungen, so genannten Multiplikator-Effekten, die über mehrere Stufen wirken. Diese sekundären Beschäftigungseffekte werden auf etwa 30% der primären Wirkungen geschätzt, d.h. die Multiplikatorwirkung liegt in einer Grössenordnung von 1.3

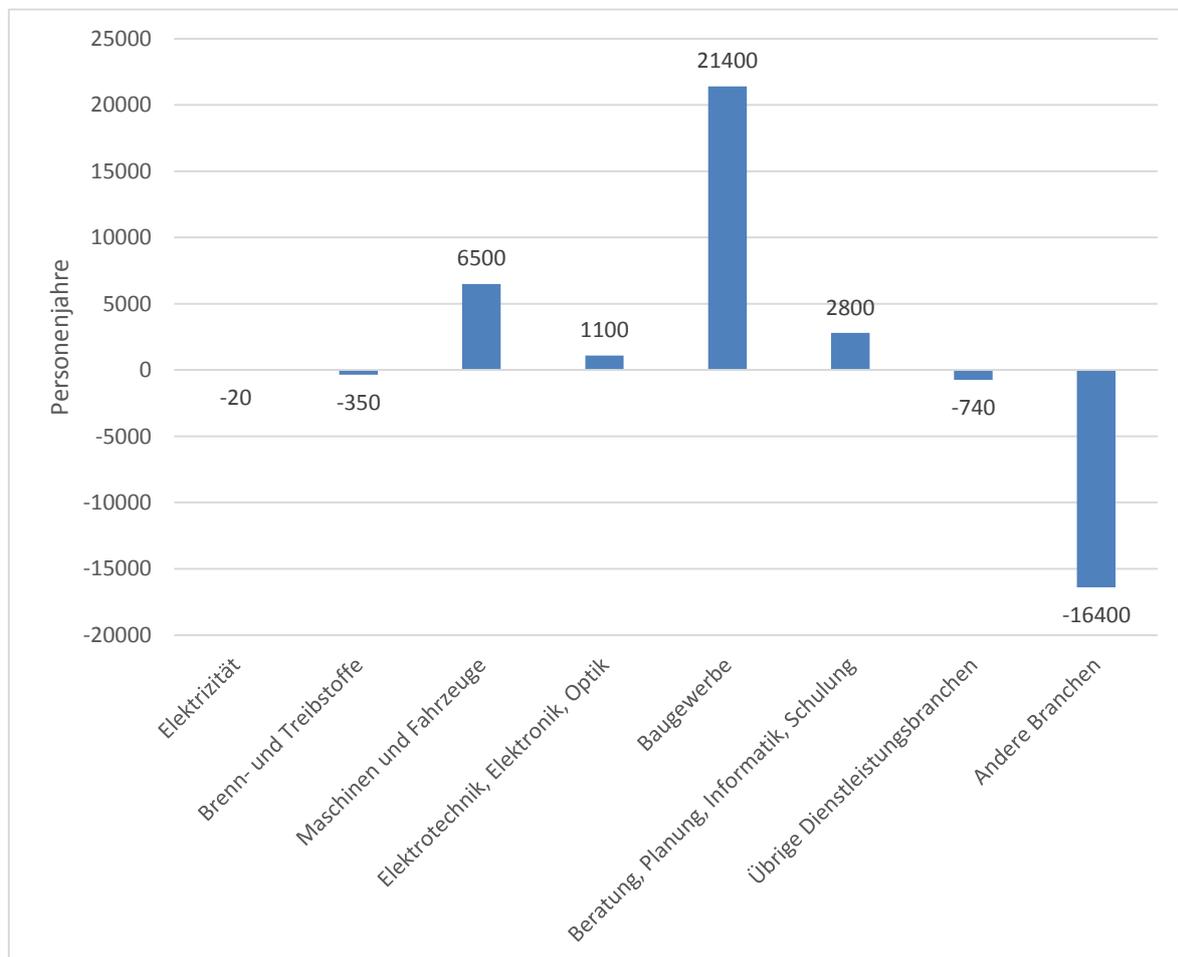
<sup>5</sup> Schätzung auf Basis der Werte gemäss Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme (BFE 2014 a) und der Prozessbeschreibung des Bundes zur Vergabe von Globalbeiträgen nach Art. 15 EnG, Anhang 2 (BFE 2014 d, nicht veröffentlicht)

<sup>6</sup> Grobe Schätzung auf Basis von Analysen und Annahmen INFRAS zur Verteilung der Mittelflüsse auf Branchen und deren inländische Wertschöpfungsanteile, vgl. auch Anhang 1.



entspricht einem mittleren erwarteten Effekt. Je nach konjunktureller Lage verschiebt sich dieser Bereich etwas gegen oben oder unten. Bei einer generellen Unterauslastung der Wirtschaft sind tendenziell abgeschwächte Entzugseffekte zu erwarten, was eine Verschiebung gegen oben bewirken kann. Bei stark überhitzter Wirtschaft könnte sich der Bereich etwas gegen unten verschieben, falls Kapazitätsengpässe auftreten, die z.B. zu höheren Importanteilen führen können.

Betrachtet man die branchenspezifischen Auswirkungen (siehe Abbildung 1), so zeigt sich, dass der Hauptteil der positiven Beschäftigungswirkung im Baugewerbe anfällt. Zu einem deutlich geringeren Anteil profitieren auch die Maschinen- und Anlagenindustrie sowie die Elektro- und Elektronikindustrie. Ein grosser Anteil des Negativeffekts kann im Modell nicht einer bestimmten Branche zugeordnet werden, sondern fällt beim Rest der Wirtschaft, d.h. in der Kategorie „andere Branchen“ an. Effekte in der Brennstoffindustrie sind demgegenüber klein, da dort eine sehr hohe Wertschöpfung pro Vollzeitäquivalent und hohe Importanteile vorherrschen. Für die Elektrizitätsbranche sind die Auswirkungen vernachlässigbar.



**Abbildung 1:** Modellergebnisse der Beschäftigungswirkung im Inland nach Branchen durch Umsetzung des Gebäudeprogramms Teil A und Teil B im Zeitraum 2010-2014.

### Die Aktivitäten 2010 bis 2014 des Gebäudeprogramms wirken weit über 2014 hinaus

Ein bedeutender Teil der Wirkungen aus den bis Ende 2014 erfolgten Auszahlungen wird erst nach 2014 anfallen und ist in den oben dargestellten Ergebnissen nicht berücksichtigt. Dies weil sie in Form von über das Jahr 2014 anhaltenden Energiewirkungen erst über die weitere Betriebsdauer der Mass-



nahmen entstehen. Unter Annahme einer Beibehaltung der heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen kann abgeschätzt werden, dass bis zum Ende der Lebensdauer der geförderten Massnahmen nochmals in etwa gleich viele Personenjahre an Beschäftigung, bzw. etwa 10'000 bis 20'000 Personenjahre dazuzukommen.

## **2.7 Nicht quantifizierbare volkswirtschaftliche Effekte des Gebäudeprogramms**

Neben den oben quantifizierten Wirkungen bringt die Umsetzung des Gebäudeprogramms zusätzlichen volkswirtschaftlichen Nutzen, der an dieser Stelle nicht quantifiziert werden kann. Beispiele:

- Vermeidung externer Kosten durch Reduktion der lokalen Luftschadstoffe
- Vermeidung externer Kosten durch Klimaschäden (ein Grossteil dieser Kosten wird allerdings nicht direkt in der Schweiz anfallen)
- Beitrag an die Umsetzung der Energiestrategie 2050 des Bundes und den damit angestrebten nachhaltigen Umbau des schweizerischen Energiesystems
- Generelle Stärkung des gesellschaftlichen Bewusstseins zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien.
- Beitrag zur Diffusion von Innovationen und zur Marktentwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz im Gebäudebereich.

Auf den letzten Punkt wird im nächsten Kapitel aus einzelwirtschaftlicher, branchenspezifischer und techno-ökonomischer Sicht näher eingegangen.



### 3 Einfluss der Förderung und anderer Faktoren auf die Gebäudeerneuerungsbranchen

#### 3.1 Methodisches Vorgehen

Im Kapitel 3 geht es um das Erfassen von qualitativen und quantitativen techno-ökonomischen Marktveränderungen, die im Bereich Gebäudehülle und Heizanlagen im Zeitraum zwischen den Jahren 2010 bis 2014 stattgefunden haben. Dabei soll aufgezeigt werden, welche davon auf das Gebäudeprogramm zurückzuführen sind. Folgende methodischen Elemente kommen zur Anwendung:

1. Die zeitliche Entwicklung von ausgewählten techno-ökonomischen Kennwerten zwischen ca. 2008 (vor der Einführung des Gebäudeprogramms) bis 2014 wird mittels Experteninterviews ermittelt und dargestellt. Zur Vorbereitung auf die Interviews wurde ein Erhebungsraster zur Erfassung der erwähnten techno-ökonomischen Kennwerte entwickelt. Der Erhebungsraster enthält auch Fragen zur Interpretation, z.B., ob die festgestellte Preisentwicklung auf Lerneffekte oder auf die Baukonjunktur zurück zu führen ist und wie diese Entwicklungen und Effekte durch das Gebäudeprogramm beeinflusst sind. Im Vordergrund stehen technische Kennwerte (wärmetechnische Eigenschaften wie Lambda-Werte von Dämmstoffen, Nutzungsgrade etc. sowie planerische Vorgehensweisen wie z.B. Erdsonden-Dimensionierungen, die typische Baupraxis und produktspezifische Charakteristika, Bauelementeigenschaften) sowie spezifische Preise (und wenn möglich Kostenkennwerte). Hierbei wird methodisch auf Kontinuität zu [Jakob und Madlener 2004] und [Jakob 2007] geachtet, um wenn möglich die dort aufgeführten Zeitreihen vergleichbar fortführen zu können.
2. Nebst der techno-ökonomischen Kennwerte zu den Bauelementeigenschaften wird die Entwicklung des Marktvolumens von ausgewählten Teilmärkten im Bereich Heizanlagen/erneuerbare Energien erhoben. Bzgl. letzterer wird der Kurzbericht von [Wüest & Partner 2014] mit einbezogen, wobei bei der Interpretation die zugrundeliegende Erhebungsmethodik ökonomisch und mit physischen Anteilen mit berücksichtigt wird. Sowohl bei der Gebäudehülle als auch bei den erneuerbaren Energien wird der Erneuerungsmarkt vom Gesamtmarkt abgegrenzt.
3. Es wird untersucht, ob Marktveränderungen festgestellt werden konnten und falls ja, ob es sich um permanente oder um temporäre Marktveränderung handelt (z.B. könnte der Markt bzgl. Dämmstärken und Fenster-U-Werte wieder zurück wechseln, oder haben die Hersteller ihre Produktionsanlagen inzwischen mit hohen Investitionen umgestellt, so dass von einer permanenten Veränderung (*market transformation* im Sinn der einschlägigen Literatur) ausgegangen werden kann). Zusätzlich wird untersucht, ob und in welchem Mass die festgestellten Marktveränderungen auf das Gebäudeprogramm und inwiefern auf andere Einflussfaktoren (z.B. energiepolitische Instrumente wie Neubauvorschriften, unabhängige technische Entwicklungen) zurück zu führen sind.
4. Zusätzlich werden für den Bereich Fenster (bei dem der positive Einfluss der Förderung weitgehend bekannt ist) und für weitere Bau- und Anlagekomponenten (wie z.B. Aussendämmung, Wärmepumpen, Holzfeuerungen, etc.) Thesen zu möglichen Wirkungen des Gebäudeprogramms entwickelt, um diese im Rahmen der Interviews und Expertengesprächen zu verifizieren oder zu falsifizieren.

Das oben genannte Erhebungsraster wurde vorgängig zu den Interviews an eine gezielt zusammengestellte Auswahl von Unternehmen verschickt. Die Auswahl beruht auf Erfahrungswerten der Auftragnehmer und zielt im Wesentlichen darauf ab, Unternehmen zu berücksichtigen, die bei



ähnlichen Umfragen zu früheren Zeitpunkten bereits Daten zur Verfügung gestellt hatten [Jakob et al. 2002, Jakob 2007 und Jakob 2008] und/oder gute Einschätzungen zu den relevanten Marktentwicklungen abzugeben vermögen. Durch diese Auswahl soll gewährleistet werden, dass die Unsicherheiten bzgl. Datenqualität und -normierung bei der Fortführung der bestehenden Datenreihen minimiert werden. Es wurde zudem gewährleistet, dass eine Aussage je relevantes Gebäudeelement gemacht werden kann.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass im verfügbaren Projektrahmen mit der Erhebung keine statistisch relevante und repräsentative Datenbasis erarbeitet werden konnte, dass aber die erhobenen Daten und Aussagen eine qualitativ gut abgestützte Beantwortung der Fragestellung erlauben.

### **3.2 Entwicklung von ausgewählten techno-ökonomischen Kennwerten im Bereich Gebäudehülle**

Entsprechend den oben genannten Kategorien werden nachfolgend die Ergebnisse der Umfrage vorgestellt. Die Befragungen wurden im Mai und Juni 2015 durchgeführt (eine Nachbefragung wurde auf Grund der limitierten Projektressourcen nicht durchgeführt, würde aber helfen, einzelne Aussagen noch besser in die bestehenden Datenreihen zu integrieren). Befragt wurden insgesamt 20 Unternehmen, gleichmässig auf die Bereiche Dämmstoffhersteller, Fassadenbauer, Glaslieferanten, Fensterbauer und Energieanlagenlieferanten verteilt.

#### **3.2.1 Dämmstoff-Entwicklung und der Einsatz von Dämmstoffen**

Anknüpfend an frühere Erhebungen [Jakob et al 2007] wurden für die folgenden techno-ökonomischen Parameter die Zeitreihen für die Jahre 2010 bis 2015 fortgeschrieben und in Abbildung 2 dargestellt erhoben:

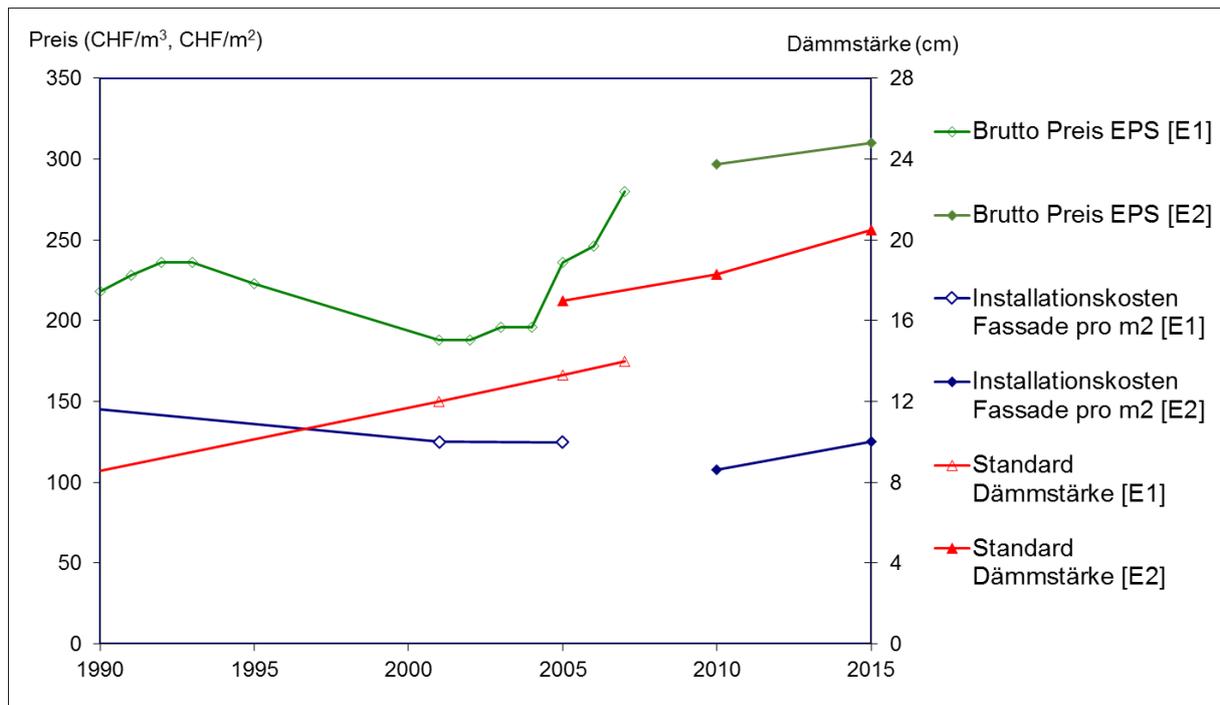
- Entwicklung der Standarddämmstärke in cm [rot]
- Preisentwicklung von Standarddämmmaterial pro m<sup>3</sup> [grün, in Nominal-Werten]
- Preisentwicklung für fertig installierte Standarddämmung pro m<sup>2</sup> [blau]

Es ist deutlich ersichtlich, dass die Standarddämmstärke im Sinne eines Mittelwertes über den Gesamtmarkt seit 2007 weiter zugenommen hat (siehe Abbildung 2). Nach Aussage der Interview-Teilnehmer nahm die Standarddämmstärke [rot, in cm] hauptsächlich aufgrund der gesetzlichen Anforderungen [MuKE 2008] an die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) sowie aufgrund des Minergie-Standards und auf Grund der vorhandenen Fördermittel zu [GfS 2014].

Nach Aussage eines Umfrageteilnehmers wird in Zukunft die Standarddämmstärke voraussichtlich eher abnehmen, da bei verbesserten Dämmmaterialien die Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ -Werte) weiter gesenkt werden konnten und damit bei abnehmenden Materialstärken die gleichen U-Werte erreicht werden können wie zuvor mit grösseren Materialstärken und höheren  $\lambda$ -Werten. Vor 10 Jahren wurden  $\lambda$ -Werte von 0.038-0.034 W/mK erreicht, heute liegen Hochleistungsdämmmaterialien im Bereich von  $\lambda$ -Werten von 0.031-0.023 W/mK. Diese neuen Materialien (insbesondere Sandwich-Elemente mit PIR-Kern, einer Weiterentwicklung der PUR-Materialien) sind derzeit noch ca. 10% teurer als Standarddämmstoffe, erreichen jedoch bereits bei Materialstärken von 12-15 cm U-Werte von weniger als 0.18 W/m<sup>2</sup>K. Der Anteil solcher Sandwich-Materialien am Gesamtmarkt ist derzeit aber noch im tiefen



einstelligen %-Bereich. Dämmmaterialien mit  $\lambda$ -Werten zwischen 0.014 W/mK (Aerogel) und 0.008 W/mK (Vakuum-Dämmmaterialien) sind derzeit um einen Faktor 4-6 teurer, gegenüber Standard-EPS-Materialien und kommen entsprechend nur in Spezialanwendungen zum Einsatz. Nach Information der Hersteller wurde der Produktionspark seit 2005 im Wesentlichen auf Grund von Automatisierungen und Effizienz-Steigerungen weiter angepasst und weniger auf Grund der neuen Hochleistungsdämmstoffe. Der Einsatz von neuen Produktionsprozessen ist auf Grund der geringen Marktanteile für die Hochleistungsdämmstoffe noch gering.



**Abbildung 2:** Fortschreibung der Zeitreihen für die Parameter Preis/m<sup>3</sup> [linke y-Achse]; Gesamtkosten für fertig installierte Dämmung pro m<sup>2</sup> [linke y-Achse]; mittlere Dämmstärke in cm [rechte y-Achse]; basierend auf [Jakob et al 2007]. Die Werte basierend auf [Jakob et al 2007] werden mit [E1] in der Legende bezeichnet, die in dieser Studie erhobenen Daten mit [E2]. Alle Preisangaben als Nominale Werte.

Im heutigen Markt dominierend sind mit 85-90% EPS-Platten, insbesondere im Bereich der Kompakt-Fassaden, der Rest wird mit Mineralwolle und Spezialprodukten abgedeckt<sup>7</sup>. Der Brutto-Preis der eingesetzten Materialien (siehe Abbildung 2, [grün]) liegt derzeit bei etwa 300 CHF/m<sup>3</sup> (EPS) und bei 200 CHF/m<sup>3</sup> (Steinwolle). Während die Preise für EPS in den vergangenen 5 Jahren leicht gestiegen sind, war der Preis für Steinwolle eher rückläufig. Die genauen Ursachen für die Preissteigerung im Fall von EPS konnten nicht schlüssig eruiert werden. Der Preisrückgang für Steinwolle wurde mit einer verbesserten Produktivität (mehr Output/Zeit) und einer besseren Materialverwertung begründet. Ein Einfluss des Gebäudeprogramms auf die Preisentwicklung wurde von den Umfrage-Teilnehmern verneint.

Nach Aussage der Umfrageteilnehmer ist die Kostenentwicklung der fertig montierten Fassadenwärmedämmung in den letzten Jahren leicht ansteigend (siehe Abbildung 2, [blau]), einhergehend mit der Kostenentwicklung für die Dämmmaterialien und leicht steigenden Personalkosten. Der Prozess sinkender spezifischer Preise bei gleichzeitiger Erhöhung der Energieeffizienz aufgrund von Lern- und

<sup>7</sup> Aufgrund der neuen Brandschutz-Vorschriften rechnen die Marktteilnehmer damit, dass der Marktanteil von reinen EPS-Platten in Zukunft leicht rückläufig sein wird, da bei hohen Dämmstärken ( $\geq 20$ cm) mit reinem EPS die genannten Vorschriften nicht mehr erfüllt werden können.



Skaleneffekten (wie in [Jakob und Madlener 2004 und Jakob 2007] festgestellt) scheint im Bereich von Standard-Fassadenwärmedämmungen abgeschlossen zu sein. Künftige Entwicklungen dürften durch die Verbesserung der Dämmmaterialien (tiefere  $\lambda$ -Werte) getrieben werden. Spezifische Anforderungen seitens des Gebäudeprogramms könnten diese Entwicklung stützend simulieren.

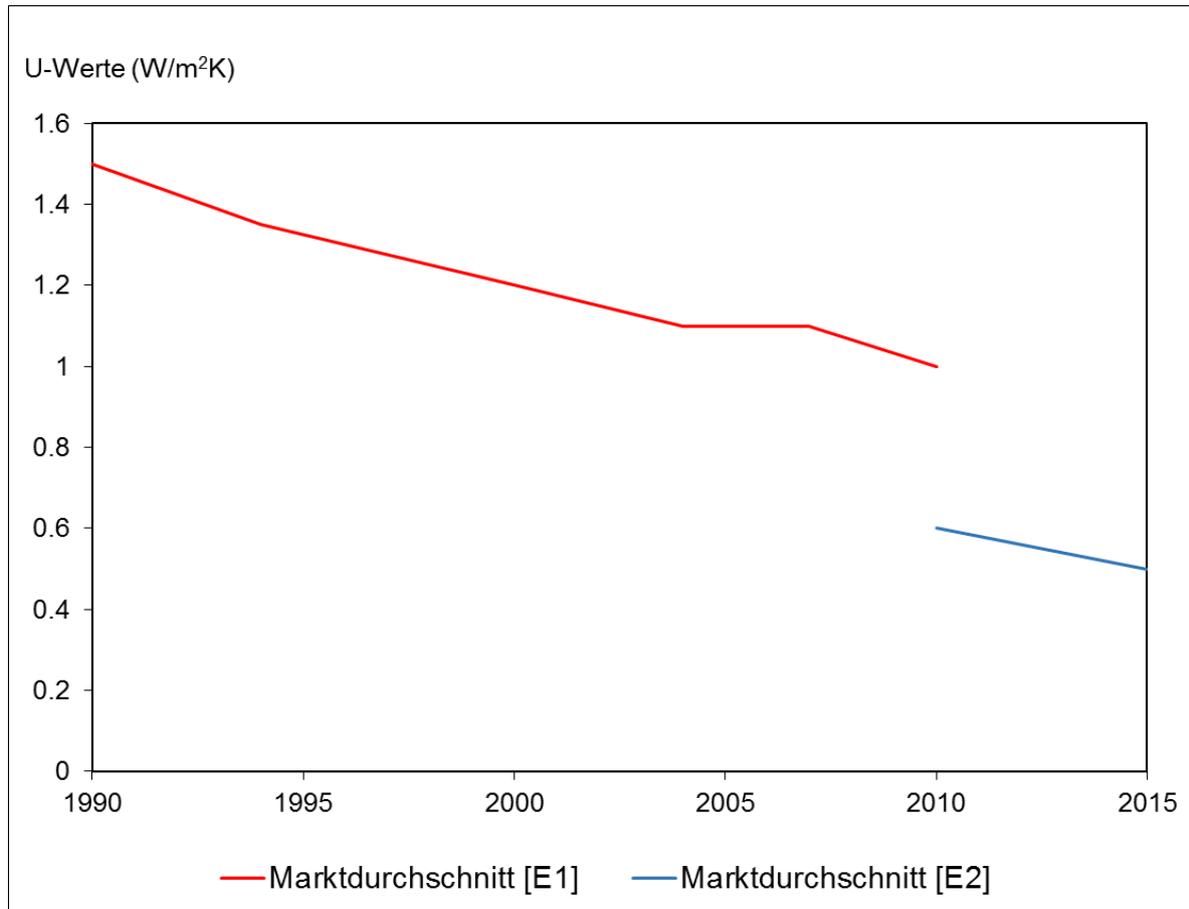
Im Bereich der hinterlüfteten Fassaden setzen die Unternehmen gezielt auf Mineralwollprodukte, es wurden Marktanteile von bis zu 80% für entsprechende Dämmstoffe genannt. In diesem Anwendungsbereich erreichen die Dämmstärken derzeit ihr Maximum bei etwa 300 - 350 mm (welche in manchen Bereichen zur Erreichung von Minergie-Standards notwendig sind), da die konstruktiven Aufwendungen zur Befestigung der Fassaden-Elemente darüber hinaus unverhältnismässig werden. Zusätzlich ist beim Einsatz von hinterlüfteten Fassaden der Trend zu wärmebrückenfreien Verbindungselementen (Konsolen) erkennbar, welche innerhalb der letzten 5 Jahre bis zu 20% Marktanteil erreichen konnten, wobei der Markt derzeit noch klar von Aluminium-basierten Konsolen dominiert wird. Die wärmebrückenfreien Konsolen sind derzeit etwa doppelt so teuer wie die Standardkonsolen, was bezogen auf die Gesamtfassade einem Aufpreis von bis zu 5% entspricht. Ein möglicher Zusammenhang zwischen der Marktentwicklung von wärmebrückenfreien Konsolen mit dem Gebäudeprogramm wurde verneint, da keine spezifischen Anforderungen diesbezüglich vorhanden sind.

### **3.2.2 Fenster und Verglasung**

Im Bereich Fenster und Verglasung wurden Interviews mit den schweizweit führenden Glasherstellern wie auch mit Fensterbauern geführt, dies zu den typischerweise eingesetzten Standardwerten, zu den Bestwerten sowie zu spezifischen Preisen.

Die bei Gebäudeerneuerungen eingesetzten Fenster wiesen zu Beginn des Förderprogramms der Stiftung Klimarappen (SKR) Verglasungen mit durchschnittlichen U-Werten von ca. 1.1 bis 1.2 W/m<sup>2</sup>K auf. Durch das Gebäudeprogramm der SKR [SKR 2009] wurde der Wert um ca. 0.1 W/m<sup>2</sup>K gesenkt, weil als Mindestanforderung sog. warme Abstandhalter, bzw. Glasabstandhalter auf Kunststoff/Edelstahlbasis gefordert wurden. Diese Anforderungen wurden vom laufenden Gebäudeprogramm des Bundes und der Kantone übernommen, bzw. erhöht. Insbesondere die Senkung der U-Werte für Glas auf 0.7 W/m<sup>2</sup>K bedeutete eine markante Veränderung der Rahmenbedingungen.

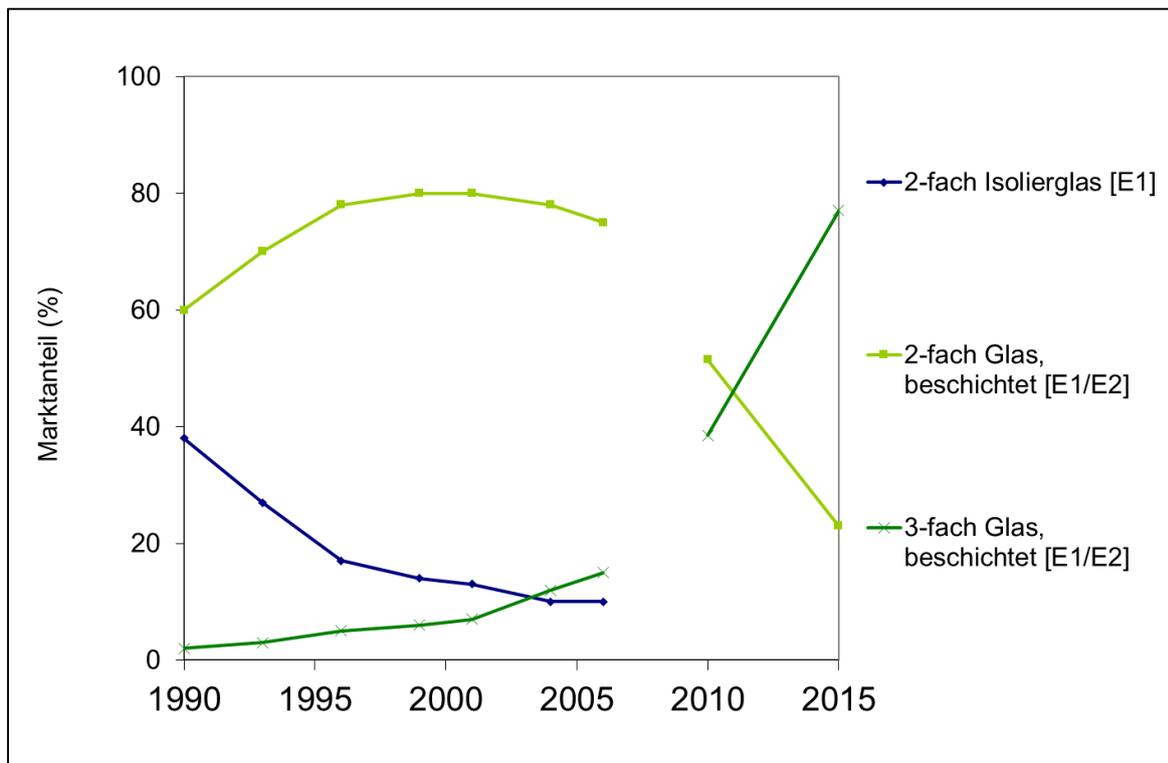
Die heutigen Standardwerte mit U-Werten für das Glas liegen zwischen 0.5 - 0.6 W/m<sup>2</sup>K und damit deutlich tiefer (siehe Abbildung 3). Diese Werte werden mit beschichteten 3-fach Gläsern mit Argon-Füllung erreicht. Dies kann als technologischer Fortschritt festgehalten werden, da in den 1990er Jahren Krypton-Füllung erforderlich waren, um diese Werte zu erreichen. Die Abstandhalter bestehen aus Materialien mit sehr geringer Wärmeleitung (Edelstahl oder Kunststoffmischungen) und werden als warme Kante bezeichnet. Eine wesentliche Aussage der Umfrage-Teilnehmer war, dass die „U-Wert-Olympiade“ der vergangenen Jahre nach verbesserten U-Werten vorbei ist.



**Abbildung 3:** Fortschreibung der U-Wert-Entwicklung im Glasbereich für die Jahre 2010 bis 2015. Die Verbesserungen der U-Werte wurden teilweise mit anderen Materialien erreicht, als noch vor einigen Jahren. Die mit [E1] gekennzeichneten Werte stammen aus der Erhebung [Jakob et al. 2007], die mit [E2] gekennzeichneten Werte stammen aus der aktuellen Umfrage und berücksichtigen die gleichen Unternehmen wie bei der Erhebung E1.

Derzeit werden in der Schweiz bis zu 80% der eingesetzten Gläser als 3-fach Gläser ausgeführt (siehe Abbildung 4). Ein Umfrageteilnehmer hat darauf hingewiesen, dass in der Westschweiz jedoch noch ein höherer Anteil an 2-fach Gläsern eingesetzt wird. Gründe und Ausmass der Unterschiede konnten im Rahmen der geführten Gespräche jedoch nicht eruiert werden.

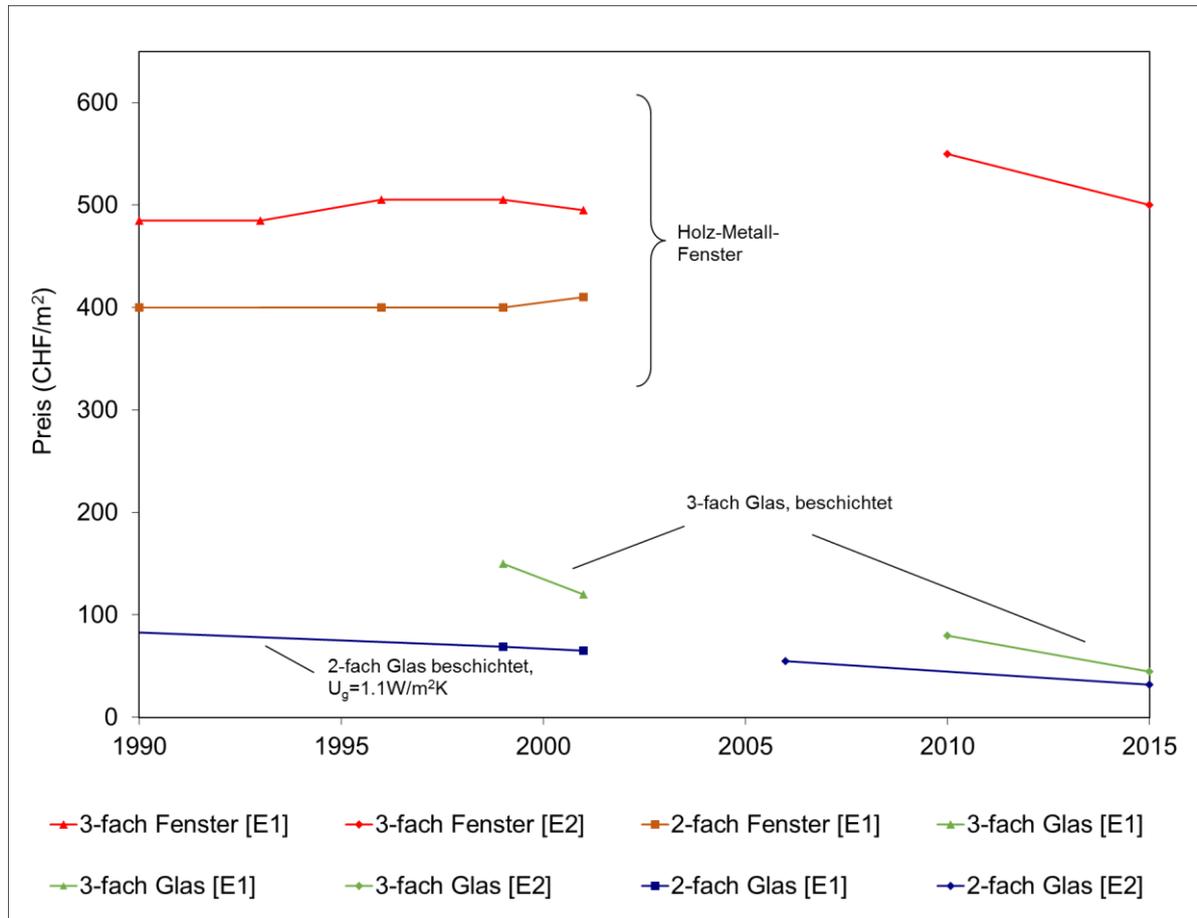
Einzig in skandinavischen Ländern ist der Anteil an 3-fach Gläsern ähnlich hoch wie in der Schweiz, wobei dieser Anteil nach Aussage eines Umfrage-Teilnehmers in den umliegenden Ländern bei etwa 50-60% liegt (siehe auch [Jakob 2008]). Die Umstellung der Schweizer Glashersteller auf 3-fach Glas war nach Aussage der Umfrage-Teilnehmer auch durch das Gebäudeprogramm gefördert und wurde im Wesentlichen in den Jahren 2009 bis 2011 realisiert. Dabei wurde der komplette Maschinenpark umgestellt, womit es sich hier um eine ständige Marktveränderung handelt (*market transformation*). Die Weiterführung der Förderung vom Programm der SKR durch das Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen dürfte in der Branche zur Investitionssicherheit beigetragen haben. Der effektive Anteil des Einfluss des Gebäudeprogramms auf diese Umstellung konnte nicht abschliessend erhoben werden, da nach 2011 die Förderbeiträge für Fenster gesenkt wurden, bei gleichzeitiger Sanierung der umgebenden Gebäudefläche.



**Abbildung 4:** Veränderung Marktanteil von 2-fach Gläsern und beschichteten 3-fach Gläsern. Im Jahr 2006 (mit Beginn des Förderprogramms der SKR) wurden verbesserte Beschichtungen eingesetzt. Ab ca. 2009 wurde der Maschinenpark der Glashersteller komplett auf 3-fach Gläser umgerüstet. Die Werte bis 2007 [E1] basieren auf [Jakob et al. 2007]. Werte der aktuellen Erhebung [E2] beziehen sich auf die Jahre 2010 und 2015.

Es konnte weiter festgestellt werden, dass durch den vergrößerten Marktanteil der 3-fach Verglasung und die damit verbundenen Effizienz- und Kostengewinne, sich der Marktpreis für derartige Gläser in den letzten 5 Jahren praktisch halbiert hat und derzeit bei ca. 40-50 CHF/m<sup>2</sup> (Glas) liegt (siehe Abbildung 5). Die Umfrage-Teilnehmer gehen davon aus, dass sich auf Grund von derzeitigen Überkapazitäten in der Herstellung und Verarbeitung (sowohl Glashersteller als auch Fensterfabrikanten), eine Marktberreinigung in den kommenden Jahren einstellen wird, was in der Folge zu leicht steigenden Preisen führen wird.

Beim Einsatz der Gläser im Bereich Fenster kann ergänzend festgehalten werden, dass hier der Einfluss des Gebäudeprogramms wesentlich spürbarer ist und nach Aussage eines Interviewpartners einen direkten Einfluss auf die Anzahl Bestellungen hat. Auf Grund des tiefen Ölpreises und der Wechselkurs-Thematik ist derzeit der Auftragseingang im Bereich Sanierungen rückläufig. Dies verstärkt den Kostendruck in dieser Branche weiter und hat Einfluss auf die Qualität der ausgeführten Arbeiten, insbesondere bei der Montage und der Produktion der Fenster. Als gegenläufiger Trend kann festgehalten werden, dass immer grössere und schwerere Fenster eingesetzt werden, die insbesondere bei der Montage höhere Anforderungen an die Ausführung und eingesetzten Werkzeuge stellt (Einsatz von Minirobotern). Dies, zusammen mit Lieferengpässen ab 2010 auf Grund hoher Nachfrage im Vergleich zu den Produktionskapazitäten, kann eine Begründung für die hohen Marktpreise gegenüber 2000 sein (siehe Holz-Metall-Fenster, Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Preisentwicklung für 3-fach Glas und Holz-Metallfenster mit 3-fach Glas. Der Preissprung zwischen 2000 und 2010 für Holz-Rahmen-Fenster konnte im Rahmen dieser Untersuchungen nicht abschliessend geklärt werden. Die in der Legende mit [E1] bezeichneten Werte stammen aus der ersten Umfrage nach [Jakob et al 2007], die mit [E2] gekennzeichneten Werte stammen aus der aktuellen Erhebung. Allen Preisangaben als nominale Werte.

Die künftige Entwicklung im Glasbereich wird ausgehend von Vorgaben durch Bauphysiker und Bauherren in Richtung höherer g-Werte (bis zu 68%) gehen, bei gleichzeitig hellerem Glas, um die visuelle Transparenz und die solaren Energieerträge zu steigern. Früher, d.h. Anfang der 2000er Jahre (siehe [Jakob et al. 2002]), erreichten Gläser bei tiefen U-Werten ( $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) geringere g-Werte von ca. 50 % und weniger. Durch die Verbesserung der g-Werte wird in der Energiebilanz das Verhältnis zu mehr Erträgen verschoben, dies als Ergänzung zur Reduktion der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle. Es wird erwartet, dass die zu Anfang 2015 gestartete neue Energie-Etikette für Fenster diese Entwicklung wesentlich fördert, insbesondere in Bezug auf die Marktdurchdringung. Heute werden Fenster mit sehr hohen g-Werten erst im einstelligen Prozentbereich im Verhältnis zum Gesamtmarkt eingesetzt.

### 3.2.3 Fazit im Bereich Gebäudehülle

Die Erkenntnisse aus dem Bereich Gebäudehülle zeigen, dass sich die Gebäudestandards in den vergangenen 10 Jahren weiter Richtung verbesserte Energieeffizienz bewegt haben. Es ist aber auch erwähnt worden, dass sich diese Veränderungen nicht beliebig fortschreiben lassen. Insbesondere im Glas-Bereich wird eine bestimmte relative Veränderung der U-Werte (z.B. Reduktion U-Wert um 25 %) schwieriger zu erreichen sein, hingegen sind bei den g-Werten Steigerungen im Umfang von 25 % zu erwarten. Zusätzlich wird eine wesentliche Steigerung der Marktdurchdringung von Fenstern mit



höheren g-Werten erwartet. Im Dämmstoff-Markt scheinen noch Verbesserungen der  $\lambda$ -Werte möglich, der Trend geht in Richtung dünnerer Dämmstärken zur Erreichung der geforderten U-Werte.

Nach Aussage der meisten Umfrageteilnehmer ist das Gebäudeprogramm nicht primär verantwortlich für die verbesserten Materialeigenschaften und die festgestellten Entwicklungen, insbesondere bei den Materialien, bei welchen das Gebäudeprogramm keine spezifischen Vorgaben bezüglich Materialwahl oder Materialkennwerten machte. Ausgenommen sind hier die Vorgaben im Bereich Fenster, die für das Glas selber einen Kennwert vorschreiben und für die zu verwendenden Materialien für die Glasabstandhalter. Zudem darf angenommen werden, dass die Mindestanforderung des Gebäudeprogramms zu den geforderten U-Werten dazu beigetragen hat, dass die durchschnittliche Dämmstärke in den vergangenen Jahren weiter zunahm. Es wurde aber auch immer wieder betont, dass das Gebäudeprogramm insbesondere im Privatbereich wesentlich dazu beiträgt, dass in Sanierungsmaßnahmen investiert wird.

### **3.3 Teil B: Substitution oder Ergänzung von fossilen Heizanlagen durch solche mit erneuerbaren Energien**

#### **3.3.1 Markteinschätzungen Wärmepumpen**

Interviewt wurden für den Marktbereich insgesamt 5 Personen, hiervon:

- zwei Vertreter von Installationsfirmen
- ein Vertreter von einem Komplettanbieter (WP Produzent und Installationsfirma)
- ein Vertreter einer Erdsondenbohrfirma
- ein Vertreter einer Erdsonden Produktionsunternehmung

Die Interviews erfolgten telefonisch nach einem standardisierten Frageraster im Zeitraum Ende Mai - Anfang Juni 2015.

#### **Generelle Markteinschätzung Wärmepumpen**

Die Interviewpartner sind derzeit relativ ernüchert über die aktuell schleppende Marktentwicklung. Die Verkaufszahlen für Wärmepumpen und dazugehörigen Sonden sind nach 2008 um 10% zurückgegangen [FWS 2014], was in etwa auch die zurückhaltende Stimmung der produzierenden und ausführenden Unternehmen widerspiegelt. Die genauen Ursachen für die rückläufige Entwicklung sind nicht bekannt, da vertiefende Marktanalysen fehlen. Zwei Arbeitshypothesen dienen dazu, die Thematik teilweise abzugrenzen:

- Im Sanierungsmarkt haben Wärmepumpen einen nach [BAFU 2015] korrigierten Marktanteil von kleiner 40 % [Wüest & Partner 2014]. Dagegen scheint sich im Neubaumarkt der Einsatz der Wärmepumpen etabliert zu haben. Durch die Einführung des Höchstanteils der nicht-erneuerbaren Energien und dem maximalen Heizwärmebedarf in den kantonalen Energiegesetzen wurden Wärmepumpenanlagen im Neubau konkurrenzfähig gegenüber anderen Ansätzen (z.B. weitergehende Dämmung und fossile Heizsysteme).
- Im Sanierungsbereich scheinen die im Vergleich zum Jahr 2008 gesunkenen Ölpreise sowie die notwendigen fachlichen Abklärungen und baulichen Eingriffe beim Wechsel auf eine Wärmepumpen-Anlage die Bauherren davon abzuhalten, vermehrt auf Wärmepumpen zu setzen, trotz der noch vorhandenen Fördermittel.

Innerhalb der Wärmepumpentechnologie zeigen die Verkaufszahlen [FWS 2014], dass die Luft/Wasser-Wärmepumpen Marktanteile gewinnen konnten. Folgende Gründe sprechen für diese Entwicklung:



1. An vielen Orten kann nicht gebohrt werden, denn die Auflagen bezüglich Boden- und Grundwasserschutz werden zunehmend verschärft.
2. Die spezifischen Investitionskosten sind tiefer und die Lärmprobleme der Verdampfeinheiten lassen sich technisch lösen. Zudem können standardisierte und kostengünstige Komponenten aus der Klimatechnik verwendet werden, was tiefe Kosten ermöglicht.
3. Mit der Invertertechnik (kontinuierliche Leistungsregelung) konnte zumindest auf dem Prüfstand nachgewiesen werden, dass auch mit Luft/Wasser-Wärmepumpen eine hohe Effizienz möglich wäre.

Demgegenüber werden Wärmepumpenboiler zur Warmwasserbereitstellung oft als Nischenprodukt eingestuft. Mit den verschärften Vorschriften in den kantonalen Energiegesetzen zum Ersatz von Elektrowassererwärmern könnte sich diese Technologie wieder breiter durchsetzen.

### **Technologische Entwicklungen Wärmepumpen**

Wärmepumpen sind heute mehrheitlich auf einem relativ hohen Entwicklungsstand und werden als Serienprodukt gefertigt. Wichtige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden insbesondere in folgenden Punkten geleistet:

1. Verbesserung der Leistungsziffer (COP)
2. Erhöhung der Vorlauftemperatur für den vermehrten Einsatz bei Umbauten
3. Umstieg auf natürliche Kältemittel
4. Fähigkeit zur Integration in SmartGrids

Viele Mängel und Probleme bestehen nach wie vor bei der hydraulischen Integration der Wärmeerzeuger inkl. den dazugehörigen Steuerungseinheiten. Abhilfe schafft diesbezüglich nur eine systematische Schulung bei Herstellern, Planern und Installationsfirmen. Dies wurde erkannt und die Branche hat das Wärmepumpen-System-Modul entwickelt, um die Situation zu verbessern. Die Erwartung ist gross, dass damit die Anlageneffizienz in der Praxis um 10-15% gesteigert werden kann. In Bezug auf das Gebäudeprogramm kann festgehalten werden, dass die Kantone Anforderungen an die Qualität der Wärmepumpen und die ausführenden Firmen stellen (Gütesiegel FWS, bzw. EHPA), aber keine systematische Erhebungen vorliegt, inwieweit diese Anforderungen bereits im Sanierungsmarkt umgesetzt und etabliert sind.

### **Einschätzung Erdsonden**

Die Erdsonden werden innerhalb des Gebäudeprogramms nicht gesondert betrachtet und erhalten auch keine spezifische Förderung. Einige Aussagen aus der Branche werden hier ergänzend aufgeführt, um die Gesamttechnologie zu umschreiben.

Klassische Erdsonden (Doppel-U) oder Koaxialsonden (Rohr-in-Rohr) werden in Kunststoff gefertigt. Ca. 90% der verbauten Meter werden von zwei Firmen in der Schweiz hergestellt. Aufgrund der Signalwirkung verschiedener Grossprojekte hat die Bohrbranche in den frühen 2000er-Jahren einen grossen Aufschwung erfahren bei einem gleichzeitigen Zerfall der spezifischen Kosten. Die Zahl der operierenden Bohrunternehmen hat sich nach 2008 verdreifacht, der Konkurrenzkampf ist gross geworden, bei rückläufiger Anzahl installierter Wärmepumpen.

Die technologischen Entwicklungen und Rahmenbedingungen bei Erdsonden sind zahlreich. Die Einführung der neuen SIA Norm 384/6 im Jahr 2010 hat die Dimensionierung so verändert, dass grundsätzlich etwa 10 bis 20% mehr Sondenmeter je Anlage eingebaut werden. Dieser Umstand ist vor allem kostenrelevant bezüglich der Investitionskosten, dies zu Gunsten von tendenziell tieferen Betriebskosten durch bessere Betriebsbedingungen. Die reinen Bohrkosten liegen heute bei 38 bis 45



CHF/m für Grossobjekte und bei 60 CHF für Einfamilienhäuser; die Kosten sind in den letzten 7 Jahren um ca. 30 % gesunken. Dieser Preisrückgang wird im Wesentlichen auf geringere Margen bei den Bohrfirmen zurückführbar sein. Die Preise vom Rohmaterial sind relativ volatil, tendenziell aber doch eher auch günstiger geworden. Die Effizienzsteigerungen in der Produktion wurden durch höhere Personalkosten und Nebenkosten egalisiert. Die Einkaufspreise der Bohrfirmen sind daher in den letzten 10 Jahren nur relativ leicht gesunken. An den Gesamtkosten einer kompletten Wärmepumpenanlage haben die reinen Rohmaterialkosten der Erdsonden einen Anteil von ca. 5% und haben daher auf die gesamte Preisbildung kaum einen relevanten Einfluss.

### **Preisentwicklungen Wärmepumpen**

Der Endverbraucherpreis für WP-Kompletanlagen (Durchschnittspreis für WP Anlage mit Erdsonden) hat sich in den letzten 5 Jahren um 5 - 10% reduziert und ist gegenüber 2008 um durchschnittlich 10 bis 15% gesunken. Haupttreiber waren tiefere Preise bei den Wärmepumpen und vor allem tiefere Preise bei den Erdsonden als Ganzes, als Folge einer hohen Konkurrenzsituation unter den Bohr- und Installationsfirmen. Viele traditionelle Heizungsunternehmen sind mit tiefen "Einstiegspreisen" in diesen Markt eingetreten und haben den Wettbewerb verschärft.

Der Preisanteil des Materials einer installierten WP Anlage (ohne Sonden) bewegt sich zwischen 35 und 50%. Da die meisten Komponenten resp. die kompletten Geräte aus dem EU Raum stammen, schlagen die Währungsschwankungen direkt kostenmindernd durch.

Die Preissenkungen wurden durch die Normierung und Standardisierung (z.B. SIA Empfehlung) und der damit verbundenen Verlängerung der verbohrten Sonden je Anlage leicht abgeschwächt, da hierdurch die mittleren Anlagekosten (Fr/kW installierte Wärmepumpen-Leistung) etwas gestiegen sind.

### **Wirkung des Gebäudeprogramms Teil B im Bereich Wärmepumpen**

Die Wirkungen der Wärmepumpenförderung (pro Jahr werden ca. 10 Mio. CHF für die Förderung von Wärmepumpen verwendet) wird von den Befragten folgendermassen beurteilt:

1. Direkte Subventionen für EFH Besitzer sind förderlich und unterstützen die Verbreitung der Wärmepumpen einfach und unbürokratisch. Fällt dieser Anreiz weg, reduzieren sich die verkauften Stückzahlen sehr rasch. Dies wurde in verschiedenen Kantonen und Gemeinden nach Wegfall oder Reduktion der WP-Förderung beobachtet.
2. Für professionelle und institutionelle Bauherren spielt die Förderung gemäss Aussagen der Befragten eine untergeordnete Rolle, bzw. ist nicht entscheidungsrelevant. Es könnte jedoch sein, dass die professionellen Bauherren mittels Schulungen besser für das Thema sensibilisiert werden könnten.
3. Es wurde bemerkt, dass bei einer Hüllensanierung, die Zahlungsmöglichkeit zum gleichzeitigen Ersatz der Wärmeerzeugung abnimmt. Eine Fokussierung auf die Sanierung der Gebäudehülle (Teil A vom Gebäudeprogramm) führt vermutlich zu einem späteren Ersatz der Wärmeerzeugung.
4. Es konnten keine belastbaren Zahlen erhoben werden, wie das Gebäudeprogramm die technologischen Kennwerte der Wärmepumpen verbessert hat. Die eingangs erwähnten Kosteneinsparungen auf den Gesamtanlagen von 5 bis 10% können jedoch als eine indirekte Auswirkung der Förderung bewertet werden. Bei einem funktionierenden Markt und der damit verbundenen Konkurrenzsituation wird durch die Förderung eine Mengenausweitung induziert, welche zu Preissenkungen führt.



### **3.3.2 Veränderungen am Markt für thermische Solarkollektoren**

Bezüglich Solarmarkt konnte nur mit einem Marktteilnehmer gesprochen werden, da weitere Installateure und Lieferanten entweder nicht bereit waren, an der Umfrage teilzunehmen oder jeweils auf die andere Ansprechgruppe verwiesen, mit der Bemerkung, dass die nachgefragten Informationen jeweils bei Ihnen nicht zur Verfügung stehen.

Aus dem Gespräch mit einem Vertreter einer Installationsfirma können vorsichtig Rückschlüsse gewonnen werden, die sich auf den Gesamtmarkt beziehen lassen. Es wurde erwähnt, dass die von den 5-6 Marktführern am Markt angebotenen thermischen Kollektoren alle ein hohes Qualitäts-Niveau erreichen und auch preislich sehr nah beieinander liegen. Das für die Förderung geforderte Keymark – Label scheint zum heutigen Zeitpunkt am Markt vollkommen etabliert zu sein. Inwieweit sich das Keymark-Label jedoch auf Grund des Gebäudeprogramms durchgesetzt hat, bzw. schon vorgängig am Markt etabliert war, konnte im Rahmen der Befragung nicht ermittelt werden.

### **3.3.3 Veränderung am Holzheizungsmarkt**

#### **Interviews mit Lieferanten, Installateuren, Komplettanbietern**

Interviewt wurden für den Marktbereich Holz zwei Personen, ein Verbandsvertreter und ein beratender Holzheizungsexperte.

#### **Generelle Markteinschätzung**

Der Holzenergiemarkt verschiebt sich klar Richtung Grossanlagen (ab 300 kW) und Industrieanlagen. Die entsprechenden Strukturveränderungen (Anzahl Anlagen und spezifischen Leistungen vom vorhanden Kesselpark) sind markant.

Bei den Kleinanlagen <70 kW ist seit ca. 10 Jahren ein klarer Trend von Stückholz zu Pellet zu beobachten. Beim Leistungsbereich zwischen 70 und 500 kW kommen Holzschnitzel oder Pellets zum Einsatz, bei noch grösseren Leistungen nur noch Holzschnitzel.

#### **Technologische Entwicklung**

Unter anderem aufgrund des Planungshandbuchs "QM-Holzheizwerke" gibt es heute weniger überdimensionierte Anlagen. Zusammen mit dem Trend zu grösseren und automatisierten Anlagen, konnte der Nutzungsgrad erheblich verbessert werden. Gesamtnutzungsgrad 1990 = ca. 56 %, 2013 = ca. 65 %.

Um eine bessere Leistungsabstufung über die Heizperiode zu erreichen, werden heute vermehrt Mehrkessel-Anlagen gebaut. Eine maximale Leistung von 500 kW wird z. B. auf vier Kessel mit 125 kW aufgeteilt, die Energieausnutzung kann damit verbessert werden.

#### **Preisentwicklung**

Bis heute existieren keine systematischen Marktpreiserhebungen bei Holzheizungen. Die Einschätzungen gehen davon aus, dass sich die absoluten Investitionskosten gleicher Anlagekategorien (z.B. automatische Anlage mit 100 kW) in den letzten 5 bis 10 Jahren kaum verändert haben. Der direkte Vergleich von Konkurrenzangeboten einzelner Anlagen gleichen Typs zeigt fast ausnahmslos eine Preisspanne zwischen 100 % und 180 %. Diese grossen Preisunterschiede machen eine Einschätzung der Auswirkungen des Gebäudeprogramms auf die techno-ökonomischen Kennwerte schwierig.



Die Materialkosten sind teilweise gestiegen, dafür sind Produktionsprozesse optimiert worden. Die Produktion von Kesselanlagen in der Schweiz nimmt ab, die Lieferung (günstiger) Fabrikate aus dem EU-Raum entsprechend stark zu. Dies könnte gewisse Kosteneinsparungen bringen, da ausländische Fabrikate teilweise bis zu einem Faktor 2 günstiger sind.

### **Einfluss Gebäudeprogramm (Teil B) und andere Einflüsse**

Neben dem wohl untergeordneten Einfluss der Fördergelder sind vermutlich andere Einflüsse auf die Anzahl neu erstellter Anlagen zu nennen wie: günstiges Sturmholz und insbesondere die Wald-Kooperationen<sup>8</sup>. Häufig verfügen Kooperationen (z.B. Innerschweiz) über gute Einnahmen an Baurechtszinsen, welche wiederum in die aktive Nutzung der Waldkooperationen eingesetzt wurden, wodurch viele Gemeinden nun über Holzheizzentralen verfügen.

### **Fazit Holzheizungsmarkt**

Die Strukturveränderungen bei den Anlagegrössen - hin zu grösseren Anlagen - sind markant und damit auch der günstige Einfluss auf die spezifischen Kosten (Fr/kW), die sich entsprechend stark reduzieren. Die Veränderungen der absoluten Marktpreise (Vergleich identischer Anlagen 2005 bis 2015) sind marginal. Statistisch verwertbare Erhebungen zu dieser empirischen Einschätzung sind allerdings nicht verfügbar. Zukünftig sind Kosteneinsparungen durch einen forcierten Markteintritt ausländischer Kesselanbieter zu erwarten.

---

<sup>8</sup> Im Gegensatz zu den befragten Unternehmen der Wärmepumpenbranche schätzen die im Holzmarkt befragten Personen das Ölpreisniveau als eher hoch ein, was entsprechend förderlich für den vermehrten Einsatz von Holzheizungen sei.



## 4 Synthese und Schlussfolgerungen

Ziel dieses Berichtes ist es, die Auswirkungen des Gebäudeprogramms auf die Volkswirtschaft im Allgemeinen und auf den Erneuerungsmarkt im Speziellen zu analysieren. Dazu wurden 2 Arbeitspakete definiert, um die folgenden Fragestellungen zu adressieren. Im Arbeitspaket 1 wurden die wirtschaftlichen Auswirkungen des Gebäudeprogramms mittels eines partialanalytischen Modells analysiert. Im Arbeitspaket 2 wurden Experteninterviews durchgeführt, um techno-ökonomische Kennwerte und Marktveränderungen zu erheben und den Einfluss des Gebäudeprogramms auf deren zeitliche Entwicklung zu eruieren. Die gefundenen Resultate werden in dieser Synthese zusammengefasst und bewertet.

### Synthese zu Mehrinvestitionen, Wertschöpfung und Beschäftigung

Die Auswirkungen des Gebäudeprogramms auf Mehrinvestitionen, Wertschöpfung und Beschäftigung werden in Kapitel 2 erläutert und die wichtigsten Resultate in Tabelle 2 zusammengefasst. Durch die Fördergelder wurden über eine Periode von 5 Jahren ca. 2500 bis 3000 Vollzeitäquivalente an Beschäftigung geschaffen. In Bezug auf die branchenspezifischen Auswirkungen zeigt sich, dass der Hauptteil der Beschäftigungswirkung im Baugewerbe im positiven Sinne anfällt und die negativen Auswirkungen aufgrund unterschiedlicher Beschäftigungsintensitäten in anderen Branchen auftreten, jedoch in einem um ca. 40 % geringeren Ausmass. Wichtig zu erwähnen ist, dass die Beschäftigungswirkungen weit über den Zeithorizont des Gebäudeprogramms hinaus anhalten, bzw. erst danach auftreten. Aufgrund der energetischen Wirkung des Programms werden bis Ende der Lebensdauer der geförderten Massnahmen in etwa nochmals gleichviele Personenjahre an Beschäftigung hinzukommen. Nicht im Fokus der Analyse, aber doch wesentlich aus wirtschaftlicher Sicht, sind die Parameter „vermiedene externe Kosten durch Reduktion der Luftschadstoffe und Klimaschäden“, welche als weitere positive Auswirkungen dem Gebäudeprogramm zugeschrieben werden können.

**Tabelle 2:** Übersicht der wirtschaftlichen Auswirkungen des Gebäudeprogramms (GP) im Umsetzungszeitraum 2010-2014. Werte z.T. gerundet.

	<b>Ausbezahlte Fördergelder</b> [Mio. CHF]	<b>Ausgelöste Mehrinvestitionen</b> [Mio. CHF]	<b>Anteil der im Inland ausgelösten Mehrinvestitionen</b> [%]	<b>Im Inland ausgelöste Mehrinvestitionen</b> [Mio. CHF]
Total GP	1'005	4'300	80 %	3'450
	<b>Im Inland wirksame Beschäftigungswirkung, netto</b> [Personenjahre/Stellen]	<b>Im Inland wirksame Beschäftigungswirkung im Bausektor</b> [Personenjahre/Stellen]	<b>Im Inland wirksame Beschäftigungswirkung im Maschinen-, Elektro-, Dienstleistungssektor</b> [Personenjahre/Stellen]	<b>Im Inland wirksame Beschäftigungswirkung in anderen nicht spezifischen Branchen</b> [Personenjahre/Stellen]
Total GP	+ 14'000	+ 21'000	+ 10'000	- 17'000
Total Vzä	+ 2'800	+ 4'200	+ 2'000	- 3'400



## Synthese zum Einfluss des Gebäudeprogramms auf die Gebäudeerneuerungsbranchen

Obwohl in der Definition des Gebäudeprogramms keine techno-ökonomischen Veränderungen im Bausektor als Ziel formuliert sind, können solche Veränderungen auftreten, bzw. implizit gewollt sein. Es sollte in diesem Arbeitspaket untersucht werden, ob dieser Fall eingetreten ist und wie mögliche Veränderungen definiert werden können. Für die Hauptsektoren Dämmstoffe, Fenster und Verglasungen sowie Technologien zur Nutzung der erneuerbaren Energien wurden Interviews mit Branchenexperten durchgeführt.

Im Bereich der Dämmstoffe wurden techno-ökonomischen Veränderungen festgestellt. Diese konnten (im Rahmen dieser Studie) jedoch nicht auf das Gebäudeprogramm zurückgeführt werden. Es ist jedoch bekannt [GfS 2014], dass die qualitative Umsetzung der Sanierungsmassnahmen auf Grund des Gebäudeprogramms erhöht werden konnte, was sich indirekt in der Zunahme der Dämmstärke widerspiegelt die notwendig ist, um die geforderten Dämmwerte zu erreichen. Dies gilt jedoch nur für die Teilnehmer des Gebäudeprogramms. Die Interviewteilnehmer haben darauf hingewiesen, dass andere Marktentwicklungen (wie z.B. Konkurrenzsituation im Markt, die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich MuKE und Minergie-Anforderungen) für die technologische Entwicklung der eingesetzten Materialien und Preise entscheidend sind. Entsprechend konnte im Bereich der Herstellungsmethoden bis anhin keine *market transformation* festgestellt werden. In Bezug auf das Gebäudeprogramm wird allgemein anerkannt, dass die vorhandenen finanziellen Fördermittel dazu beitragen, dass insbesondere Privatpersonen in Sanierungsmassnahmen investieren.

Im Bereich Fenster und Verglasung wurde der Maschinenpark zur Glasherstellung in den Jahren zwischen 2009 bis 2011 auf 3-fach Gläser umgestellt, somit ist der Einsatz von 3-fach Gläsern praktisch nicht mehr aus dem Markt zu verdrängen. Es kann festgehalten werden, dass im Rahmen der Förderung im Bereich Fenster eine *market transformation* im Sinne der Umstellung auf 3-fach Verglasung stattgefunden hat, dies aber spätestens mit der Umstellung der Produktionslinien im Jahr 2011 abgeschlossen war. Bei den Glasabstandhaltern hat das Gebäudeprogramm mit seinen spezifischen Anforderungen weiterhin einen direkten Einfluss auf die Produktwahl durch die Gebäudeeigentümer und fördert damit die weitere technische Entwicklung in diesem Bereich. Damit können auch Nichtteilnehmer des Gebäudeprogramms von dieser Entwicklung profitieren.

Im Bereich der erneuerbaren Energieanlagen ist der Absatzmarkt, nach Aussage der Marktteilnehmer und verschiedener Erhebungen, rückläufig. Die effektiven Gründe für diesen Rückgang sind derzeit nicht abschliessend geklärt, laut Branchenkennern sind aber das derzeitige ökonomische Umfeld (gegenüber 2008 gesunkene Energiepreise für fossile Energieträger<sup>9</sup>) und die nicht einheitlichen Förderbedingungen der erneuerbaren Energien Teilaspekte, die sich auf die Entwicklung der Absatzmärkte auswirken. Die Anforderungen an die Effizienz und Qualität der Wärmeerzeuger wird mittels branchenspezifischen Labels sichergestellt. Im Rahmen dieser Untersuchung konnte jedoch nicht ermittelt werden, in welchem Ausmass diese Label bereits vor dem Gebäudeprogramm genutzt wurden, bzw. im positiven Sinne durch das Gebäudeprogramm zum Durchbruch gelangten und positive Auswirkungen auf den gesamten Absatzmarkt der jeweiligen Technologien haben.

---

<sup>9</sup> Hier wurde von den Umfrageteilnehmern insbesondere auf den Ölpreis hingewiesen. Es ist jedoch anzumerken, dass dessen Entwicklung zwischen 2008 und 2014 stark geschwankt hat. Wurden ab Ende 2008 Ölpreise im Bereich von 40 CHF erhoben, so lagen diese im Jahr 2011 um 100 CHF pro Barrel Brent und sind seitdem wieder auf unter 60 CHF gesunken. Je nach Berücksichtigung des Ölpreinsniveaus der Umfrageteilnehmer wurden unterschiedliche Erwartungen für die Entwicklung der jeweiligen Branchen geäussert.



## Schlussfolgerungen

Das Gebäudeprogramm hat neben der direkten CO<sub>2</sub>- und Energiewirkung wesentliche positive volkswirtschaftliche Auswirkungen im Inland zur Folge, namentlich im Bereich Beschäftigung.

Sollte das Gebäudeprogramm zukünftig zusätzlich zur CO<sub>2</sub>- und Energiewirkung den techno-ökonomischen Fortschritt weiter stärken, dies durch permanente Marktveränderungen im Sinne von Marktdurchbrüchen, welche die Förderung nach einer gewissen Zeit obsolet werden lässt, so müsste das Gebäudeprogramm spezifischere Anforderungen an die Qualität der Sanierungen und die Energieeffizienz der Gebäudeelemente und Anlagen stellen. Die erreichte *market transformation* im Glasbereich kann als Vorbild genutzt werden, ähnliche Entwicklungen in anderen Technologiebereichen zu erzielen. Spezifischere Anforderungen an Gebäudeelemente, bzw. erneuerbare Energieanlagen könnten dazu führen, einen grösseren Absatzmarkt für effizientere, aber teurere Erneuerungselemente zu schaffen und diesen zu einem Marktdurchbruch zu verhelfen. Welche Merkmale und Elemente dafür in Frage kämen, müsste in techno-ökonomischen Marktabklärungen vertieft analysiert werden. Hinweise auf einzelne Merkmale wurden jedoch bereits in dieser Untersuchung geliefert.



## 5 Literatur

- [BAFU 2015] Empfehlungen für Projekte und Programme in den Bereichen Komfort und Prozesswärme, Anhang F, Bundesamt für Umwelt, 2015.
- [Banfi et al. 2011a] Banfi S., Ramseier C., Filippini M., Alberini A., Jakob M., Knellwolf-Pióro D. Erneuerung von Einfamilienhäusern – Eine mikroökonomische Analyse für ausgewählte Schweizer Kantone. Studie des CEPE der ETH Zürich im Auftrag des Bundesamts für Energie, 2011.
- [Banfi et al. 2011b] Banfi S., Farsi M., Jakob M. An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings. CEPE, ETH Zürich und TEP Energy i.A. CCEM, BFE, Kantone BL, TG, ZH, Stadt Zürich. Zürich, Juli 2011.
- [BFE 2011] Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2010. Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung, INFRAS im Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, Juli 2011
- [BFE 2014 a] Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG. Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2013, INFRAS im Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, Juli 2014
- [BFE 2014 b] Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 – 2013 nach Verwendungszwecken, im Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, September 2014
- [BFE 2014 c] Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2013, Bundesamt für Energie, Bern, 2014.
- [BFE 2014 d] Prozessbeschreibung für Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG für Massnahmen gemäss Artikel 34 Absatz 1 Bst. b CO<sub>2</sub>-Gesetz, Anhang 2: Massnahmenliste Direkte Massnahmen, Bundesamt für Energie, Bern, 2014. Unveröffentlicht.
- [EFK 2014] Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen. Evaluation des Schätzmodells zur Berechnung der CO<sub>2</sub>- und Energiewirkungen der Fördermassnahmen. Herausgeber Eidgenössische Finanzkontrolle, Bern, 2014.
- [EnDK 2013a] Das Gebäudeprogramm im Jahr 2013: Jahresbericht. Nationale Dienstleistungszentrale & Ernst Basler + Partner. Bern, 2013.
- [EnDK 2013b] Statistische Auswertungen: Jahresstatistik 2013, Gesamtschweizerische Analyse. Nationale Dienstleistungszentrale & Ernst Basler +Partner. Bern, 2013.



- [Geowatt 2013] Statistik der geothermischen Nutzung der Schweiz, Ausgabe 2012, Geowatt AG, Zürich, 2013.
- [GfS 2014] Hauseigentümergebefragung zum Gebäudeprogramm, Schlussbericht zur Befragung 2014. Im Auftrag der Nationalen Dienstleistungszentrale nDLZ Gebäudeprogramm, 2014.
- [Hostettler 2014] Hostettler Th. Markterhebung Sonnenenergie 2013. Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, 2014.
- [INFRAS 2013] Wirkung Kantonalen Energiegesetzes. Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2012. Im Auftrag des Bundesamt für Energie, 2013.
- [Jakob et al. 2014] Jakob M., Martius G., Catenazzi G., Berleth H., Energetische Erneuerungsraten im Gebäudebereich, Synthesebericht zu Gebäudehülle und Heizanlagen, TEP in Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, Februar 2014
- [Jakob et al. 2002] Jakob M., Jochem E., Christen K. Grenzkosten bei forcierten Energieeffizienzmassnahmen bei Wohngebäuden, CEPE und HBT, ETH Zürich, Studie im Auftrag des Forschungsprogramms EWG des Bundesamts für Energie (BFE). September 2002.
- [Jakob und Madlener 2004] Jakob M., Madlener R. Riding Down the Experience Curve for Energy-Efficient Building Envelopes. The Swiss Case for 1970-2020, International Journal of Energy Technology and Policy (Special Issue on Experience Curves), 2(1-2). 153-178. 2004.
- [Jakob 2007] Jakob M. Experience curves and Building Envelopes. The Swiss case and some European outlook. Unterlagen zum Vortrag gehalten am IEA-workshop „Deployment of Demand Side Technologies 8-9 October 2007“, Paris 2007.
- [Jakob 2008] Jakob M. Grundlagen zur Wirkungsabschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich. Studie im Auftrag von INFRAS, im Rahmen der Wirkungsanalyse 2007. Zürich 2008.
- [Müller et al. 2014] Müller M., Perch-Nielsen S., Bühl L., Ribi F. Preise und Kosten thermischer Solaranlagen. Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, 2014.
- [MuKE 2008] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich, Herausgeber EnDK, Ausgabe 2008.
- [MuKE 2014] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich, Herausgeber EnDK, Ausgabe 2014



- [nDLZ 2010] Das Gebäudeprogramm im Startjahr 2010 (Gesamtbericht). Herausgeber: BAFU, BFE und EnDK, Bern, 2010.
- [nDLZ 2011] Das Gebäudeprogramm im Jahr 2011 (Gesamtbericht). Herausgeber: BAFU, BFE und EnDK, Bern, 2011.
- [nDLZ 2012] Das Gebäudeprogramm im Jahr 2012 (Gesamtbericht). Herausgeber: BAFU, BFE und EnDK, Bern, 2012.
- [Neij et al. 2008] Neij L. Kiss B., Jakob M. Market transformation for energy efficiency - a case study of the introduction and diffusion of heat pumps in Sweden and Switzerland. Presented at the DIME Conference on "Innovation, Sustainability and Policy", Bordeaux Sept. 2008.
- [Ott et al. 2014] Ott W., Jakob M. et al. Erneuerungstätigkeit und Erneuerungsmotive bei Wohn- und Bürobauten. Forschungsprojekt 2.2.4. Energieforschung Stadt Zürich – Ein EWZ-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft, 2014.
- [Primas et al. 2014] Primas A., Stettler Y., Cloos L., Schwabe K., Basler und Hofmann AG, Zürich. Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2013. Im Auftrag des Bundesamt für Energie, September 2014.
- [Sattler et al. 2014] Sattler M., Bertsch St., Kessler St., Haller M., et al. Technologievergleich solare Brauchwarmwassererwärmung für Einfamilienhäuser. Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, 2014.
- [SKR 2009] Schlussbericht Gebäudeprogramm 2006 bis 2009. Stiftung Klimarappen.
- [Wüest & Partner 2014] Wüest und Partner. Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2000-2013. Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Bern, 2014.



## 6 Anhang: Annahmen für zentrale Parameter des Schätzmodells zur Beschäftigungswirkung

Endenergiepreise inkl. MwSt.

<b>Energieträger</b>	<b>[CHF/GJ]</b>
Elektrizität	50.0
Gas	28.6
Heizöl	22.4
Holz	15.8



Branchenaufteilung und Importquoten für die vier Teileffekte des Schätzmodells:

## Bruttoeffekte (positiv)

### A) Direkter Bruttoeffekt (Ausgaben und Investitionen)

To Top

Massnahmenkategorie	Branchenanteile [%]																	
	Elektrizität	Importanteil [%]	Brennstoffe + Treibstoffe	Importanteil [%]	Maschinen und Fahrzeuge	Importanteil [%]	Elektrotechnik, Elektronik, Optik	Importanteil [%]	Baugewerbe (Fundationen, Gebäudehülle, Installationen)	Importanteil [%]		Importanteil [%]	Beratung, Planung, Informatik, Schulung	Importanteil [%]	übrige Dienstleistungsbranche (Gastgewerbe, Immobilien, Banken)	Importanteil [%]	Rest	Importanteil [%]
Informations- und Marketingaktivitäten	0	0	0	0	0	40	0	30	0	10	0	0	70	0	20	0	10	20
Investitionen in Anlagen und Infrastrukturen	0	20	0	70	25	40	5	30	50	10	0	0	10	5	0	5	10	20
Umweltwärme	0	20	0	70	30	60	5	50	50	10	0	0	10	5	0	5	5	20
Solar (thermisch + PV)	0	20	0	70	20	40	30	30	30	10	0	0	10	5	0	5	10	20
Holz Anlage	0	20	0	70	35	40	10	30	30	10	0	0	10	5	0	5	15	20
Holz Brennstoffe	0	0	0	0	30	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	20



**B) Indirekter Bruttoeffekt (Mittelzufluss (Einkommenseffekt) infolge Energieeinsparungen)**

To Top

	Branchenanteile [%]																	
	<b>Elektrizität</b>	Importanteil [%]	<b>Brennstoffe + Treibstoffe</b>	Importanteil [%]	<b>Maschinen und Fahrzeuge</b>	Importanteil [%]	<b>Elektrotechnik, Elektronik, Optik</b>	Importanteil [%]	<b>Baugewerbe (Fundationen, Gebäudehülle, Installationen)</b>	Importanteil [%]	<b>0</b>	Importanteil [%]	<b>Beratung, Planung, Informatik, Schulung</b>	Importanteil [%]	<b>übrige Dienstleistungsbranche (Gastgewerbe, Immobilien, Banken)</b>	Importanteil [%]	<b>Rest</b>	Importanteil [%]
<b>Branchenanteil an Gesamtproduktion (BPW)</b>	<b>1</b>	20	<b>1</b>	70	<b>3</b>	40	<b>3</b>	30	<b>3</b>	10	<b>0</b>	0	<b>5</b>	5	<b>1</b>	5	<b>83</b>	25



## Verdrängungseffekte (negativ)

### C) Direkter Negativeffekt (Mittelabfluss aus Bereich herkömmliche Energien infolge Energieeinsparungen)

To Top

	Branchenanteile [%]																	
	Elektrizität	Importanteil [%]	Brennstoffe + Treibstoffe	Importanteil [%]	Maschinen und Fahrzeuge	Importanteil [%]	Elektrotechnik, Elektronik, Optik	Importanteil [%]	Baugewerbe (Fundationen, Gebäudehülle, Installationen)	Importanteil [%]	0	Importanteil [%]	Beratung, Planung, Informatik, Schulung	Importanteil [%]	übrige Dienstleistungsbranche (Gastgewerbe, Immobilien, Banken)	Importanteil [%]	Rest	Importanteil [%]
Elektrizität	100	0	0	70	0	40	0	30	0	10	0	0	0	5	0	5	0	25
Brennstoffe	25	70	75	70	0	40	0	30	0	10	0	0	0	5	0	5	0	25
Treibstoffe	0	0	100	70	0	40	0	30	0	10	0	0	0	5	0	5	0	25



**D) Indirekter Negativeffekt (Mittelabfluss aus Gesamtwirtschaft zur Finanzierung der Energiemaßnahmen)**

To Top

	Branchenanteile [%]																	
	<b>Elektrizität</b>	Importanteil [%]	<b>Brennstoffe + Treibstoffe</b>	Importanteil [%]	<b>Maschinen und Fahrzeuge</b>	Importanteil [%]	<b>Elektrotechnik, Elektronik, Optik</b>	Importanteil [%]	<b>Baugewerbe (Fundationen, Gebäudehülle, Installationen)</b>	Importanteil [%]	<b>0</b>	Importanteil [%]	<b>Beratung, Planung, Informatik, Schulung</b>	Importanteil [%]	<b>übrige Dienstleistungsbranche (Gastgewerbe, Immobilien, Banken)</b>	Importanteil [%]	<b>Rest</b>	Importanteil [%]
<b>Branchenanteil an Gesamtproduktion (BPW)</b>	<b>1</b>	20	<b>1</b>	70	<b>3</b>	40	<b>3</b>	30	<b>3</b>	10	<b>0</b>	0	<b>5</b>	5	<b>1</b>	5	<b>83</b>	20