



25. Februar 2015

---

# **Solarwärme und Photovoltaik – ein Technologievergleich**

**Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 11.3350, Pfister Theophil,  
13. April 2011, und in Erfüllung der Motion 11.3417, Fraktion BD, 14. April 2011**

---



## Zusammenfassung

Das Potenzial zur Nutzung der Sonnenenergie in der Schweiz ist gross. Im Vergleich zu den Nachbarländern wird es allerdings sowohl im Wärme- als auch im Strombereich noch wenig genutzt. Um die Ziele der Energiestrategie 2050 für den Ausbau der erneuerbaren Energien zu erreichen, ist bei beiden Technologien noch ein deutlicher Ausbau nötig. Die Fragestellungen des Postulats von Theophil Pfister vom 13. April 2011 (11.3350 „Thermische Solarkollektoren nicht durch Photovoltaik verdrängen“) und der Motion der BDP-Fraktion vom 14. April 2011 (11.3417 „Anreizsysteme für Solarwärme“) sind vor diesem Hintergrund relevant. Der vorliegende Bericht geht auf diese ein, stellt die beiden Technologien einander gegenüber und erläutert die bestehenden Anreizsysteme sowie das Marktumfeld.

Ein Vergleich der Wertigkeiten von Strom und Wärme zeigt, dass die beiden Technologien in Bezug auf die technischen Wirkungsgrade durchaus vergleichbar sind. Welche Technologie im Einzelfall sinnvoller ist, hängt letztlich davon ab, wie die Anlage in ein Gesamtsystem eingebunden wird und welche Nutzungsprofile insbesondere für die Wärme dahinterliegen.

Unterschiede zwischen den beiden Technologien zeigen sich bei den bestehenden Anreizsystemen und dem Marktumfeld. Während die Photovoltaik vor allem über die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV), also ein Instrument des Bundes, gefördert wird, sind im Bereich der Förderung von Solarwärme vor allem die Kantone aktiv. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass der Fördergegenstand bei der Photovoltaik grundsätzlich nur jene Energie betrifft, die in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Bei der Solarwärme wird demgegenüber die Produktion von Sonnenenergie für den Eigenbedarf gefördert.

Für thermische Solaranlagen bestehen verschiedene Anreize. Von kantonalen Vorschriften über vereinfachte Bewilligungsverfahren, steuerliche Begünstigungen bis hin zu finanziellen Beiträgen existiert bereits eine Vielzahl von Instrumenten zur Förderung von Solarwärme. Mit Globalbeiträgen an die kantonalen Förderprogramme beteiligt sich der Bund indirekt an der Förderung von solarthermischen Anlagen. Die Verschärfung von Vorschriften zur Nutzung erneuerbarer Wärme und eine Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe schaffen zusätzliche Anreize für den Bau von solarthermischen Anlagen.

In Bezug auf das Marktumfeld haben PV-Anlagen in den letzten fünf Jahren einen starken Aufschwung erlebt. Dies dank der weltweiten Technologie- und Marktentwicklung, den Beiträgen aus der KEV und den gleichzeitig stark sinkenden Anlagekosten. Bei den solarthermischen Anlagen ist im gleichen Zeitrahmen auf der Kostenseite trotz Technologieförderung kaum Bewegung festzustellen.

Wird die unterschiedliche Wertigkeit von Strom und Wärme berücksichtigt, so verfügen PV-Anlagen nicht nur aus ökonomischer, sondern auch aus energetischer Sicht oftmals über eine bessere Effizienz. Es ist deshalb nicht gerechtfertigt, thermischen Solaranlagen Marktvorteile zu verschaffen. Dies würde der bisherigen Strategie im Bereich der Gesetzgebung und der Förderung widersprechen, dass Ziele und nicht Massnahmen vorgegeben werden.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass der Gesetzgeber auf die Priorisierung einer Technologie grundsätzlich verzichten und die Technologiewahl dem Bauherrn überlassen sollte. Auf zusätzliche Anreize seitens des Bundes soll ebenfalls verzichtet werden. Einerseits gibt es bereits eine Palette von Anreizinstrumenten auf Ebene Kantone und Gemeinden, andererseits sind für Massnahmen betreffend Energieverbrauch in Gebäuden vor allem die Kantone zuständig.



## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	i
Tabellenverzeichnis .....	i
1. Einleitung.....	1
1.1. Ausgangslage.....	1
1.1.1. Postulat „Thermische Solarkollektoren nicht durch Photovoltaik verdrängen“ (11.3350) .....	1
1.1.2. Motion „Anreizsysteme für Solarwärme“ (11.3417).....	1
1.2. Vorgehen zur Erfüllung der beiden Vorstösse.....	2
2. Grundlagen der Solarwärme und der Photovoltaik.....	2
2.1. Ziele in der Energiestrategie 2050.....	2
2.2. Marktentwicklung .....	2
2.3. Nutzung.....	4
2.4. Wirkungsgrade .....	4
2.5. Preise und Förderung .....	6
2.6. Technologiewahl.....	10
3. Bestehende Anreize für thermische Solaranlagen .....	12
3.1. Kantonale Vorschriften.....	12
3.2. Bewilligungsverfahren.....	13
3.3. Direkte finanzielle Förderung .....	13
3.4. Finanzielle Förderung über Steuerabzug.....	14
3.5. CO <sub>2</sub> -Abgabe .....	14
3.6. Information und Beratung, Qualitätssicherung, Aus- und Weiterbildung.....	15
4. Künftige Ausgestaltung der Förderinstrumente .....	15
4.1. Kantonale Vorschriften.....	15
4.2. Erhöhung CO <sub>2</sub> -Abgabe und Förderung .....	16
5. Beantwortung der Fragestellungen.....	16
5.1. Postulat 11.3350 „Thermische Solarkollektoren nicht durch Photovoltaik verdrängen“ .....	16
5.2. Motion 11.3417 „Anreizsysteme für Solarwärme“ .....	17
6. Schlussfolgerungen.....	17



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der jährlich verkauften Solarenergie .....	3
Abbildung 2:	Entwicklung des kumulierten Energieertrags.....	3
Abbildung 3:	Anwendungsbereiche der von 2001 bis 2012 verkauften Solaranlagen .....	4
Abbildung 4:	Schema der Umwandlung von Solarwärme zu Strom (links) und von Solarstrom zu Wärme (rechts) bei einem reversiblen Carnot-Prozess .....	5
Abbildung 5:	Typische Solarwärme-Erträge je nach Nutzung der Kollektoren .....	6
Abbildung 6:	Beispiele von Energiegestehungskosten.....	7
Abbildung 7:	Relative Preisentwicklung der beiden Solartechnologien (inkl. Installationskosten).....	7
Abbildung 8:	Kantonale Förderbeiträge an thermische Solaranlagen 2001 bis 2013 (inkl. Globalbeiträge des Bundes) .....	9
Abbildung 9:	Förderung der Solarenergie in der Schweiz .....	10
Abbildung 10:	Förderung der Kantone 2008 bis 2012 (nur an Bund deklarierte Auszahlungen) .....	14

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wirkungsgrade von PV-Anlagen, kombiniert mit Wärmepumpen .....	5
Tabelle 2:	Förderung der Solarenergie in der Schweiz.....	9
Tabelle 3:	Aufpreis auf fossile Brennstoffe aufgrund verschiedener CO <sub>2</sub> -Abgabesätze.....	16



## 1. Einleitung

### 1.1. Ausgangslage

#### 1.1.1. Postulat „Thermische Solarkollektoren nicht durch Photovoltaik verdrängen“ (11.3350)

Das Postulat von Theophil Pfister vom 13. April 2011 (11.3350 „Thermische Solarkollektoren nicht durch Photovoltaik verdrängen“) beauftragt den Bundesrat, die in der Fachwelt (z.B. Jenni Energietechnik) vertretene These zu prüfen, wonach vor einer subventionierten Photovoltaikanlage (PV-Anlage) auf Wohnhäusern eine thermische Solaranlage für Warmwasser installiert sein sollte.

Das Postulat wurde am 13. April 2011 eingereicht. Ausgangspunkt des Postulats ist die Frage, ob nicht in vielen Fällen eine PV-Anlage ungewollt eine effizientere thermische Solaranlage verhindert, indem geeignete Dachflächen auf Wohnhäusern belegt sind und die thermische Nutzung keinen Platz mehr hat. Begründet wurde das Postulat damit, dass thermische Solaranlagen gegenüber PV-Anlagen einen mehrfach besseren Wirkungsgrad aufweisen und deswegen bei Wohnbauten mit einer möglichen Nutzung von Warmwasser vorzuziehen sind.

In seiner Stellungnahme vom 25. Mai 2011 beantragte der Bundesrat Annahme des Postulats. Der Nationalrat folgte dem Antrag des Bundesrats und nahm das Postulat in seiner Sitzung vom 9. Juni 2011 an.

#### 1.1.2. Motion „Anreizsysteme für Solarwärme“ (11.3417)

Die Motion der BDP-Fraktion vom 14. April 2011 (11.3417 „Anreizsysteme für Solarwärme“) beauftragt den Bundesrat, ein Anreizsystem zu schaffen, um Solaranlagen für die Wärmegegewinnung bei Wohnbauten zu fördern.

Sie wurde am 14. April 2011 eingereicht. Ausgangspunkt bildet das Instrument der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV), mit welchem PV-Anlagen gefördert werden. Bei Wohnbauten sei die Gewinnung von Wärme durch Solaranlagen, insbesondere für die Erwärmung des Brauchwassers, oft effizienter und ökonomischer. Durch diese Art der Energiegewinnung vor Ort könne eine sinnvolle Substituierung von fossilen Energieträgern mit grossem Wirkungsgrad erreicht werden. Aus diesem Grund soll der Bundesrat ein Anreizsystem schaffen, das sowohl die bewilligungsfreie Erstellmöglichkeit als auch finanzielle Anreize vorsieht.

In seiner Stellungnahme vom 25. Mai 2011 wies der Bundesrat auf die damals laufende Überarbeitung der Energieszenarien und der Aktions- sowie Massnahmenpläne hin. Im Rahmen dieser Arbeiten und in Zusammenhang mit der Neuausrichtung der Energiestrategie sollten auch die in der Motion vorgebrachten Anliegen geprüft werden. Zum damaligen Zeitpunkt wollte sich der Bundesrat aber nicht auf ein bestimmtes Anreizsystem festlegen, weshalb er die Ablehnung der Motion beantragte.

Der Nationalrat folgte dem Bundesrat nicht und nahm die Motion am 9. Juni 2011 an. Die vorberatende Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Ständerats beantragte ihrem Rat, die Motion in einen Prüfungsauftrag abzuändern. Der abgeänderte Motionstext beauftragt den Bundesrat, die Zweckmässigkeit eines Anreizsystems zur Förderung von Solaranlagen für die Wärmegegewinnung bei Wohnbauten zu prüfen und darüber Bericht zu erstatten. Der Ständerat sprach sich am 29. September 2011 für Annahme der so angepassten Motion aus. Der Nationalrat stimmte dieser Änderung am 6. Dezember 2011 zu und überwies damit die Motion als Prüfungsauftrag.



## 1.2. Vorgehen zur Erfüllung der beiden Vorstösse

Den beiden Vorstössen liegt die Hypothese zugrunde, dass solarthermische Anlagen effizienter und ökonomischer seien als PV-Anlagen. Weil mit dem Instrument der KEV jedoch nur die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien, nicht jedoch die Wärmeproduktion vergütet wird, wird unterstellt, dass die Nutzung der Sonnenenergie mit thermischen Anlagen benachteiligt würde.

Es geht also einerseits um die Frage, welchen Stellenwert die thermische Nutzung der Solarenergie gegenüber der PV-Technologie haben soll. Andererseits interessiert, ob und welche finanziellen Anreizsysteme der Bund für die Gewinnung von Wärme durch Solaranlagen schaffen soll.

Im vorliegenden Bericht werden das Marktumfeld, die technischen Aspekte und die bestehenden Anreizsysteme für die Nutzung der Sonnenenergie mit thermischen und photovoltaischen Anlagen beschrieben und miteinander verglichen. Damit sollen die im Postulat und in der Motion aufgeworfenen Fragen beantwortet werden.

## 2. Grundlagen der Solarwärme und der Photovoltaik

### 2.1. Ziele in der Energiestrategie 2050

Die erneuerbaren Energien spielen in der Energiepolitik des Bundes eine wichtige Rolle, sowohl als Wärme wie auch als Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Allerdings sind die Kompetenzen des Bundes im Wärmebereich eingeschränkt. In der Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie wurde anhand der Energieperspektiven 2050<sup>1</sup> die Wirkung des ersten Massnahmenpaketes abgeschätzt. Basis dafür ist das Szenario „Politische Massnahmen“. Demzufolge sollen bis 2050 15 PJ (4,1 TWh) Solarwärme pro Jahr produziert werden, bis zum Jahr 2020 soll sich die solare Wärmeproduktion im Vergleich zu 2010 mehr als verdoppeln. Ein entsprechendes Wachstum wird zurzeit erreicht. Allerdings stagniert der Zubau nun bei rund 120 000m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Es ist deshalb damit zu rechnen, dass das vorgesehene Wachstum künftig nicht mehr aufrechterhalten werden kann.

Bei der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien, ausgenommen Wasserkraft, strebt der Bundesrat einen Ausbau an, womit die durchschnittliche inländische Produktion im Jahr 2020 bei mindestens 4,4 TWh und im Jahr 2035 bei mindestens 14,5 TWh liegt. Gemäss Szenario „Politische Massnahmen“ der Energieperspektiven 2050 wird im Bereich Photovoltaik für das Jahr 2035 mit einer Stromproduktion von rund 7 TWh gerechnet. Bei einer Produktion von rund 500 GWh im Jahr 2013 und einem Zubau von jährlich 300 MWp, wie er im Jahr 2013 erstmals erreicht wurde, kann dieses Ziel erreicht werden.

### 2.2. Marktentwicklung

Die Branche der solarthermischen Anlagen und die PV-Branche haben sehr unterschiedliche Ursprünge und Strukturen. Installateure solarthermischer Anlagen sind im Allgemeinen Heizungstechniker, die Solaranlagen als Ergänzung anbieten. Auch wenn sie in der Anfangszeit zum Teil eigene Produkte entwickelten und schon früh gute Wirkungsgrade erreicht werden konnten, ist die Solarthermie vorwiegend eine Ergänzung zum eigentlichen Heizungs- und Sanitärunternehmen.

Im Jahr 2012 wurden über 120 000 m<sup>2</sup> Sonnenkollektoren verkauft. Das sind fast ausschliesslich neue Anlagen. Nur sehr wenige dienen derzeit dem Ersatz bestehender Anlagen. In der Schweiz machen

<sup>1</sup> Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 – Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050, Bundesamt für Energie, Prognos AG, September 2012



Flachkollektoren den grössten Anteil der verkauften Kollektoren aus. Diese nahmen wegen steigenden Energiepreisen und einer verstärkten Förderung durch die Kantone ab 2005 stark zu (Abbildung 1 links). Seit 2009 stagniert die Nachfrage.

Im Gegensatz dazu ist die PV-Branche spezialisierter und produktebezogener. So haben sich verschiedene Firmen auf die Erstellung von PV-Anlagen spezialisiert. Die Herstellung von PV-Modulen ist komplexer. Der Markt ist produkteseitig internationaler aufgestellt. Dank der Netzeinspeisung können PV-Anlagen zudem unabhängig vom Eigenbedarf dimensioniert werden, so dass oftmals gleich das ganze Dach eingedeckt wird. So konnte sich im Gegensatz zur Solarthermie schnell ein Massenmarkt entwickeln. Das alles hat zu einer sehr dynamischen Entwicklung des PV-Markts geführt.<sup>2</sup>

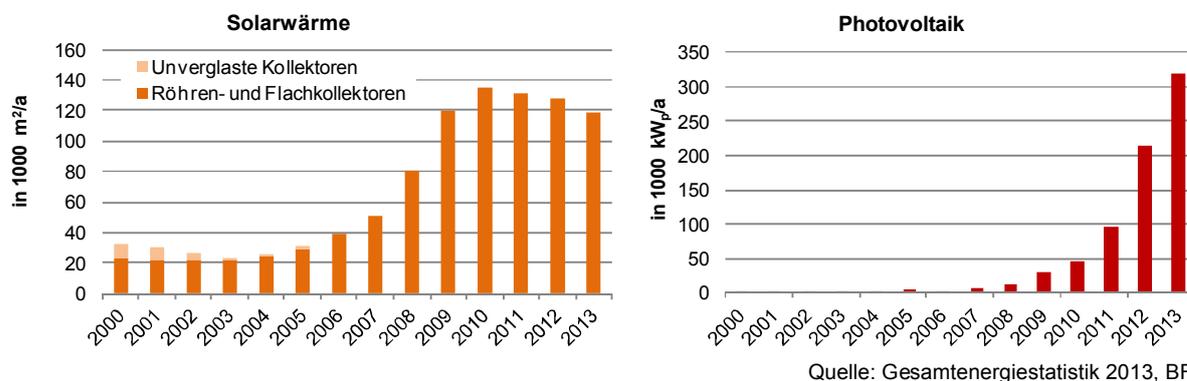


Abbildung 1: Entwicklung der jährlich verkauften Solarenergie

Im Jahr 2013 wurden in der Schweiz PV-Anlagen mit einer Leistung von 320 MW<sub>p</sub> installiert. Dies entspricht einer beinahe 20mal grösseren Fläche als bei der Solarwärme. Das Wachstum der Branche hat im Vergleich zur Solarwärme später eingesetzt, dafür war das Wachstum deutlich stärker (Abbildung 1 rechts).

Diese unterschiedliche Entwicklung widerspiegelt sich auch im geschätzten Energieertrag der installierten Anlagen. Die produzierte Wärme ist in den letzten Jahren stetig auf rund 500 GWh gestiegen (Abbildung 2 links). Die Photovoltaik produzierte lange weniger als 30 GWh. Seit 2008 ist die Produktion jedoch bis auf über 500 GWh im Jahr 2013 rasant angestiegen (Abbildung 2 rechts).

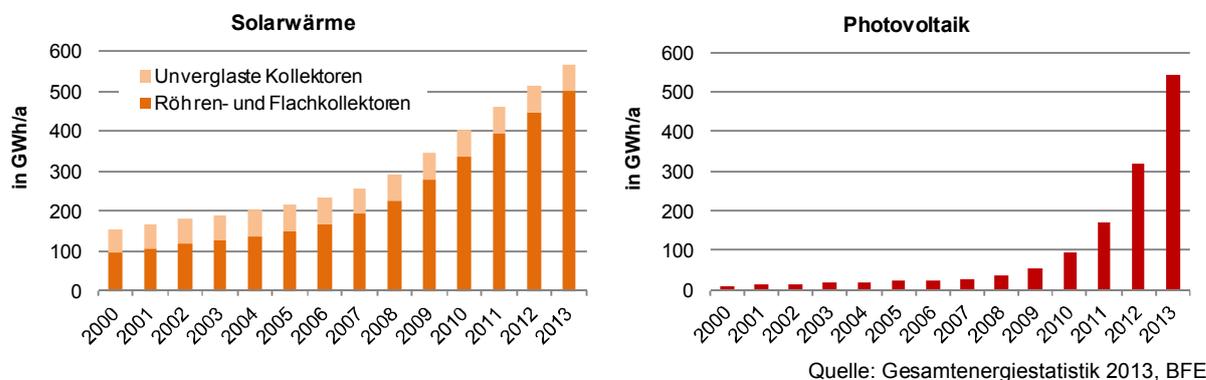


Abbildung 2: Entwicklung des kumulierten Energieertrags

Beim Vergleich der Technologien ist allerdings zu beachten, dass hier Wärme direkt mit Strom verglichen wird, ohne die unterschiedliche Wertigkeit zu berücksichtigen. Während PV-Strom ins Elektrizitäts-

<sup>2</sup> Photovoltaik-Grossanlagen in der Schweiz, Ernst Basler + Partner, Mai 2014, Seiten 10 ff.

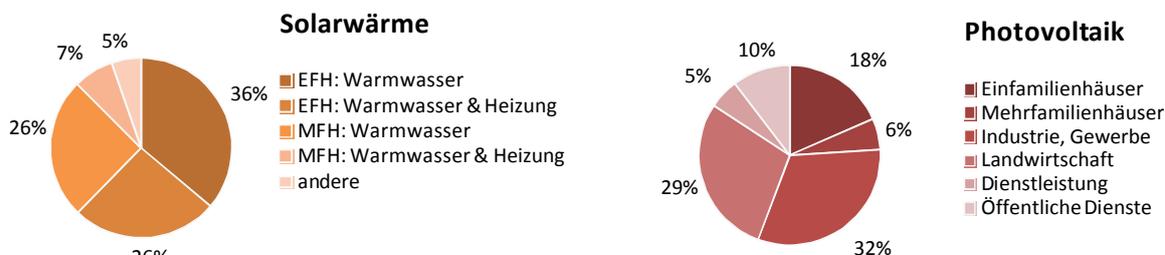


tätigkeitsnetz eingespeist werden und somit für verschiedene Zwecke (inkl. Wärme) genutzt werden kann, muss Solarwärme vor Ort gespeichert und als solche verwendet werden.

## 2.3. Nutzung

Solarwärme wird heute grösstenteils zur Warmwassererzeugung in Wohnbauten eingesetzt (Abbildung 3 links). Fast 60 % der zwischen 2001 und 2012 verkauften Anlagen dienen der reinen Warmwassererzeugung, gut 30 % der Anlagen kombinieren die Warmwassererzeugung mit der Unterstützung der Heizung. Obwohl Anlagen auf Mehrfamilienhäusern grösser sind als auf Einfamilienhäusern, machen Einfamilienhäuser immer noch mehr als 60 % der verkauften Flächen aus.

Bei der Photovoltaik ergibt sich ein anderes Bild. Der grösste Anteil der Anlagen ist zwar auf Einfamilienhäusern installiert. An der installierten Leistung gemessen macht diese Nutzung jedoch nur knapp 20 % aus (Abbildung 3 rechts). Am meisten Leistung wird auf grossen Dächern von Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft installiert.



Quelle: Markterhebungen Sonnenenergie, Swissolar 2002 - 2013

Abbildung 3: Anwendungsbereiche der von 2001 bis 2012 verkauften Solaranlagen

## 2.4. Wirkungsgrade

### 2.4.1. PV-Anlagen

Der Wirkungsgrad von PV-Anlagen ist durch den Wirkungsgrad der Solarzellen, des Wechselrichters und der Ausrichtung der Anlage gegeben. Typische ideale Wirkungsgrade von Silizium-Solarzellen betragen 12 % bis 23 %. Die realen Gesamtwirkungsgrade der Anlagen liegen meist rund 20 % tiefer und somit bei ca. 10 % bis 18 %.

Um den elektrischen und den thermischen Wirkungsgrad miteinander zu vergleichen, muss die unterschiedliche Wertigkeit der beiden Energieformen berücksichtigt werden. Das heisst, dass das technische Potenzial zur Umwandlung von Wärme in Strom und umgekehrt berücksichtigt werden muss. In der Wissenschaft wird dazu üblicherweise der Carnot-Faktor verwendet (siehe Kasten auf Seite 5). Um einen Praxisbezug herzustellen, wird hier zu Vergleichszwecken davon ausgegangen, dass der Strom aus der PV-Anlage gleichzeitig für die Erzeugung von Wärme durch eine Wärmepumpe eingesetzt wird. Daraus ergibt sich, abhängig von der Temperaturanforderung sowie der Effizienz der Zellen und der Wärmepumpe für PV-Anlagen, ein „thermischer“ Wirkungsgrad zwischen 24 % und 64 % (Tabelle 1).



Tabelle 1: Wirkungsgrade von PV-Anlagen, kombiniert mit Wärmepumpen

Elektrischer Wirkungsgrad Gesamtanlage	10 % - 18 %
Thermischer Wirkungsgrad (Wärmepumpe, JAZ <sup>3</sup> = 2,5)	24 % - 46 %
Thermischer Wirkungsgrad (Wärmepumpe, JAZ = 3,5)	34 % - 64 %

## 2.4.2. Thermische Anlagen

Bei der Solarwärme ist die Situation ebenfalls komplex, da der Wirkungsgrad von der Art der Nutzung abhängt. So ist der Wirkungsgrad der Anlage bei der Vorwärmung von Warmwasser (meist in Mehrfamilienhäusern) am grössten (Abbildung 5). Wie bei der Wärmepumpe steigt der Wirkungsgrad eines *Kollektors* mit abnehmender Temperaturdifferenz. Der Wirkungsgrad der *Anlage* steigt zudem mit sinkenden Wärmeverlusten. Beides ist bei der Warmwasservorwärmung gegeben. Die Temperaturdifferenz ist klein, da bei der Vorwärmung die Sonnenkollektoren das Wasser auf ein tieferes Tempera-

### Exkurs Thermodynamik

Gemäss zweitem Hauptsatz der Thermodynamik ist es unmöglich, eine Maschine zu bauen, die einen Wärmestrom vollständig in mechanische oder elektrische Energie umwandelt. Vielmehr wird dabei immer ein Rest Wärme ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Umgekehrt kann jedoch mit der Umwandlung von Strom in Wärme zusätzlich Wärme der Umgebung entzogen und dem Wärmespeicher zugeführt werden.

Die physikalischen Grenzen der Umwandlung von Wärme in Arbeit oder Strom und umgekehrt werden durch den reversiblen Carnotprozess dargestellt. Er beschreibt

- den höchsten theoretisch möglichen Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Wärme in mechanische oder elektrische Energie in Abhängigkeit von der Temperatur (Abb. 4 links) oder
- die maximal erzielbare Wärme auf Basis mechanischer oder elektrischer Energie (Abb. 4 rechts).

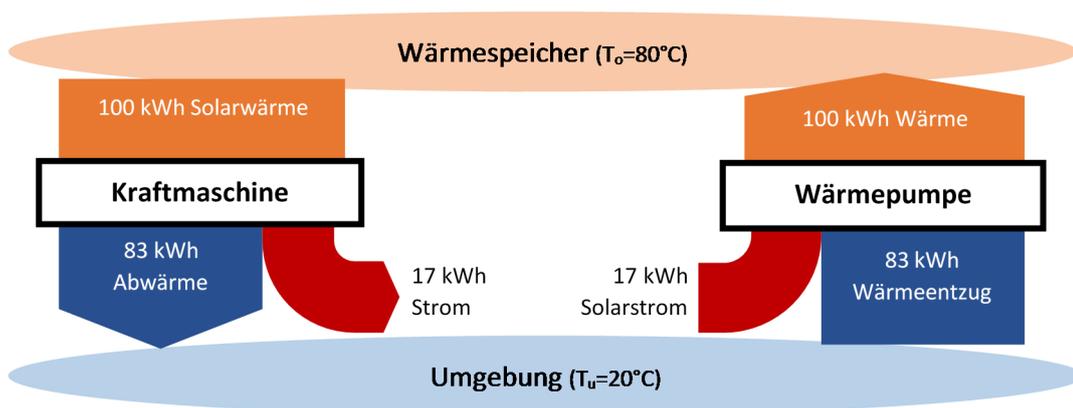


Abbildung 4: Schema der optimalen Umwandlung von Solarwärme zu Strom (links) und von Solarstrom zu Wärme (rechts) mittels eines reversiblen Carnotprozesses.

Daraus lässt sich der **Carnot-Faktor** ableiten. Er definiert die thermodynamische Wertigkeit von Strom gegenüber Wärme auf einem bestimmten Temperaturniveau:

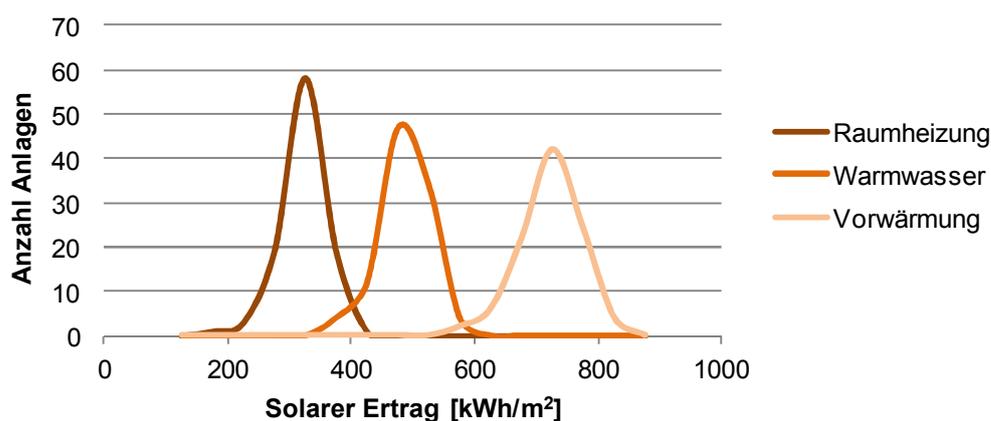
$$\eta_c = 1 - \frac{T_u}{T_o} = \frac{\text{elektr. Energie}}{\text{therm. Energie}} \quad \begin{array}{l} T_u: \text{Umgebungstemperatur} \\ T_o: \text{Temperatur des Wärmespeichers} \end{array}$$

Bei einer Wärmequelle mit einer Temperatur von 80 °C (353 K) und einer Umgebungstemperatur von 20 °C (293 K) kann demzufolge theoretisch maximal ein elektrischer Wirkungsgrad von 17 % erreicht werden. Umgekehrt kann theoretisch bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C mit 17 kWh Strom bis zu 100 kWh Wärme einem Wärmespeicher mit einer Temperatur von 80 °C zugeführt werden.

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) ist das Verhältnis der über das Jahr abgegebenen Wärme zur aufgenommenen elektrischen Energie.



turniveau heben als bei der Warmwasseraufbereitung. Ebenso sind die Verluste klein, da auch an sehr sonnigen Tagen – bei korrekter Schichtung des Speichers – der grösste Teil der Wärme genutzt werden kann. Anders sieht es bei der Warmwassererwärmung (höheres Temperaturniveau, mehr Verluste) und der Heizungsunterstützung aus (höheres Temperaturniveau, noch mehr Verluste, da Heizung im Sommer nicht gebraucht wird und die Anlage somit im Sommer überdimensioniert ist). So liegen typische Wirkungsgrade von Solarwärme-Anlagen auch hier zwischen knapp 30 % (Heizungsunterstützung) und 60 % (Vorwärmung).



Quelle: Analyse 150 SPF-geprüfter Kollektoren, Stephan A. Mathez 2009

Abbildung 5: Typische Solarwärme-Erträge je nach Nutzung der Kollektoren

### 2.4.3. Fazit

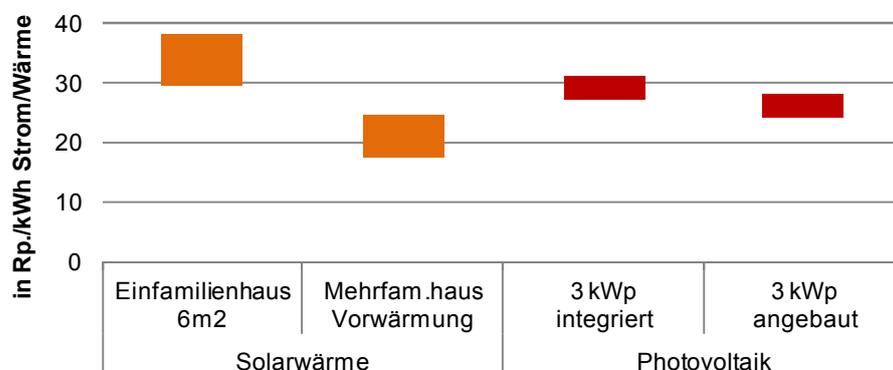
In Bezug auf die Nutzung der Sonnenenergie sind die Wirkungsgrade von PV-Systemen und thermischen Solaranlagen in etwa vergleichbar, wenn die unterschiedliche Wertigkeit der resultierenden Energieform (elektrisch oder thermisch) berücksichtigt wird.

Für eine optimale Nutzung der Sonnenenergie sind neben dem technischen Wirkungsgrad auch betriebliche Aspekte zu berücksichtigen. Der Betreiber einer PV-Anlage kann bei fehlendem Eigenbedarf den produzierten Strom ins öffentliche Stromnetz einspeisen. Dadurch ist unabhängig von der Dimensionierung der Anlage gewährleistet, dass die technische Produktionskapazität voll ausgeschöpft wird. Bei solarthermischen Anlagen wird die Produktionskapazität nur soweit ausgeschöpft, als ein genügend grosser Wärmespeicher und ein entsprechender Wärmebedarf besteht. Der Nutzungsgrad der Anlage ist somit abhängig vom Nutzungsprofil des Wärmebezügers, von den Speichermöglichkeiten vor Ort und von der Dimensionierung der Anlage. Mit der Nutzung der Solarwärme zur Regeneration von Erdsonden oder in Kombination mit Saisonspeicher kann auch bei solarthermischen Anlagen ein maximaler Nutzungsgrad erreicht werden.

## 2.5. Preise und Förderung

### 2.5.1. Gestehungskosten

Die Wärmegestehungskosten der Solarwärme liegen zwischen rund 15 und 40 Rp./kWh<sub>th</sub>. Neben der Grösse der Anlage spielt vor allem die Art der Nutzung (Heizungsunterstützung, Warmwassererzeugung, Warmwasservorwärmung) die entscheidende Rolle (siehe auch Kapitel 2.6). Demgegenüber liegen die Kosten für Strom aus kleinen PV-Anlagen derzeit zwischen rund 24 und 30 Rp./kWh<sub>el</sub>. Die Kosten einiger Beispiel-Anlagen sind in Abbildung 6 dargestellt.



Quellen: Swissolar

Abbildung 6: Beispiele von Energiegestehungskosten

## 2.5.2. Preisentwicklung

Die Preise für Solarwärme-Anlagen werden in der Schweiz nicht systematisch erfasst. Somit gibt es keine verlässlichen Daten zur Preisentwicklung über die letzten Jahre. In Österreich werden die Preise systematisch erhoben. Sie sind jedoch um bis zu 50 % tiefer als in der Schweiz und haben sich in den letzten Jahren kaum verändert<sup>4</sup>. In der Schweiz sind die Kosten für die Systeme nach Angaben von Produzenten in jüngster Zeit leicht gesunken. Als Anhaltspunkt für die Aussage zeigt Abbildung 7 die auf das Jahr 2009 normierte Preisentwicklung eines Standardproduktes eines Schweizer Produzenten. Nach Angaben der Hersteller sind die Preise für grössere Anlagen etwas stärker gefallen. Eine Studie des Bundesamtes für Energie hat die Preisdifferenzen zwischen der Schweiz und Österreich untersucht und kommt zum Schluss, dass auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen länderspezifischen Kostenfaktoren Preisreduktionen in der Grössenordnung von 20 % bis 30 % möglich sind.<sup>5</sup>

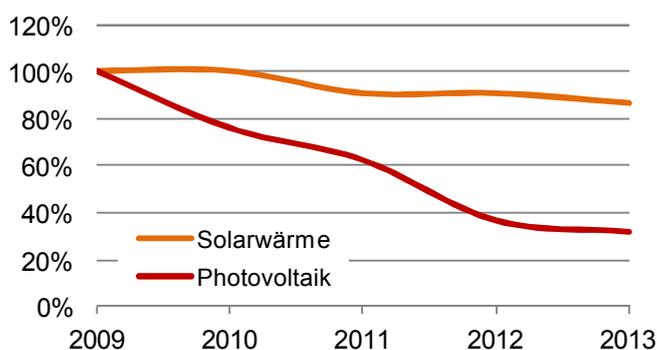


Abbildung 7: Relative Preisentwicklung der beiden Solartechnologien (inkl. Installationskosten)<sup>6</sup>

Die Preise der Photovoltaik werden auf verschiedene Arten systematisch erhoben. Sie sind in den letzten Jahren regelrecht zerfallen. Die Senkung ist insbesondere auf die Entwicklung der Modulpreise zurückzuführen. Diese sanken aufgrund des hohen weltweiten Wachstums der produzierten Mengen und dem starken internationalen Wettbewerb. Doch auch die Preise anderer Komponenten sowie die Installationskosten sind gesunken. Mit der zunehmenden Integration von Solarzellen in die Bauteile (Solarziegel, Fassadenelemente) kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere bei Neubauten die Installationskosten von PV-Anlagen noch weiter sinken.

<sup>4</sup> *Innovative Energietechnologien in Österreich. Marktentwicklung 2012*, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2013.

<sup>5</sup> *Preise und Kosten thermischer Solaranlagen*, Ernst Basler + Partner, Oktober 2014

<sup>6</sup> Quellen: Solarwärme: Angaben eines Schweizer Produzenten; Photovoltaik: *Preise von schlüsselfertigen Solarstromanlagen in der Schweiz*, Ziegler 2013



In der Schweiz ist der durchschnittliche Preis für ein Kilowatt installierte Leistung von 2009 bis 2013 um fast 70 % gefallen (Abbildung 7). Im Vergleich zu 2011, dem Jahr der Eingabe der Postulate, sind die Preise um 50 % gesunken. Analog dazu sind auch die KEV-Vergütungssätze seit deren Einführung um rund 70 % gesunken.

### **2.5.3. Förderung**

Beim Vergleich der Förderung von PV-Strom und Solarwärme ist zu beachten, dass bei der Solarwärme ausschliesslich der Eigenverbrauch gefördert wird. Bei der Stromproduktion wird grundsätzlich nur die Einspeisung ins öffentliche Netz (Fremdverbrauch) vergütet (zu den Ausnahmen s. Ziff.

2.5.3.2). PV-Anlagen, die ausschliesslich für den Eigenverbrauch bestimmt sind und nicht ans öffentliche Stromnetz angeschlossen werden (Insulanlagen), werden nicht gefördert. Die Basis und die Finanzierung der öffentlichen Förderung sind denn auch entsprechend unterschiedlich.

#### **2.5.3.1. Thermische Anlagen**

Bei der Förderung von Solarwärme geht es primär um eine Massnahme zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen, und damit um eine Reduktion des Verbrauchs von fossilen Brennstoffen im Gebäudebereich. Für Fördermassnahmen, die den Verbrauch von Energie in Gebäuden betreffen, sind vor allem die Kantone zuständig. Seit 2000 vergibt der Bund Globalbeiträge an die kantonalen Förderprogramme. Bis 2009 stammten die Mittel des Bundes aus dem ordentlichen Staatshaushalt (rund 13 Mio. Franken pro Jahr) und ab 2010 im Rahmen des Gebäudeprogramms von Bund und Kantonen aus der CO<sub>2</sub>-Teilzweckbindung (rund 60 Mio. Franken pro Jahr für Globalbeiträge; Teil B des Gebäudeprogramms).

Seit 2000 gehört die Förderung thermischer Solaranlagen zu den zentralen Elementen der kantonalen Förderungen. In den letzten Jahren haben alle Kantone thermische Solaranlagen gefördert. Zwischen 2001 und 2013 flossen somit durch die Kantone rund 150 Mio. Franken in die Förderung thermischer Solaranlagen.

Im Rahmen der Botschaft zur Energiestrategie 2050 wird eine Verstärkung des Gebäudeprogramms vorgeschlagen. Gegenüber heute (rund 350 Mio. Franken) würden bei einer Zustimmung zu dieser Verstärkung rund 525 Mio. Franken Fördermittel zur Verfügung stehen, wovon zwei Drittel aus der Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe stammen. Diese zusätzlichen Mittel würden es den Kantonen erlauben, thermische Solaranlagen verstärkt zu unterstützen.

Konkret wird die Solarwärme durch die Kantone über Investitionsbeiträge gefördert (siehe auch Kapitel 3.3). Die Förderbeiträge bewegen sich zwischen 1,6 und 9 Rp./kWh, der durchschnittliche Betrag (mengengewichtet) belief sich 2012 auf knapp 3 Rp./kWh Wärme (Tabelle 2).

Der Rückgang der Förderbeiträge in den Jahren 2010 bis 2013 (Abbildung 8) ist hauptsächlich auf einen Rückgang der Installationen zurückzuführen (vergleiche dazu Abbildung 1).

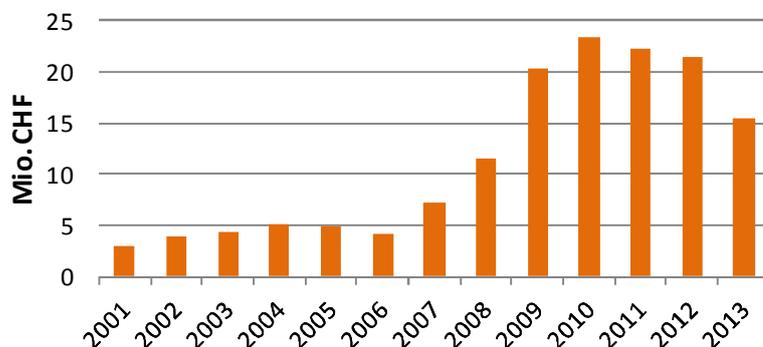


Abbildung 8: Kantonale Förderbeiträge an thermische Solaranlagen 2001 bis 2013 (inkl. Globalbeiträge des Bundes)

### 2.5.3.2. PV-Anlagen

Die Vergütungen für Strom aus PV-Anlagen im Rahmen der KEV und die Einmalvergütungen zielen primär auf eine Erhöhung der Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien. Bei Anlagen, die über die KEV vergütet werden, wird nur der Strom vergütet, der ins öffentliche Netz eingespeist und somit verkauft wird. Strom, der für den Eigenverbrauch produziert wird, wird nicht vergütet und damit auch nicht gefördert. Kleinere Anlagen bis 30 kWp können seit 2014 allerdings unabhängig vom Eigenverbrauchsanteil über eine Einmalvergütung gefördert werden. Dabei wird maximal 30 % der Anlagekosten vergütet.

Um die Förderung des Eigenverbrauchs von Solarwärme mit Solarstrom zu vergleichen, wird hier deshalb eine Förderung über die Einmalvergütung unterstellt bei 100 % Eigenverbrauch. Im Jahr 2014 lag die Förderung für Anlagen unter 10 kWp umgerechnet bei rund 4,2 bis 6,2 Rp./kWh Strom<sup>7</sup>. Würde dieser Strom eingesetzt, um mit einer Wärmepumpe Wärme zu erzeugen, ergäbe sich eine Förderung von ca. 1,7 bis 4,1 Rp./kWh Wärme. Zusätzliche Förderbeiträge für die dazu notwendigen Wärmepumpen sind dabei ebenfalls berücksichtigt (siehe Tabelle 2 und Abbildung 9).

Tabelle 2: Förderung der Solarenergie in der Schweiz

	Förderung	Kommentar
Solarwärme	2.9 Rp./kWh <sub>th</sub>	Mengengewichteter Durchschnitt der Kantone, 2012
Photovoltaik	4.2 – 6.2 Rp./kWh <sub>el</sub>	Förderung durch Einmalvergütung (< 10kW <sub>p</sub> )
	1.7 – 2.5 Rp./kWh <sub>th</sub>	Umrechnung auf Wärme mit Luft-Wärmepumpe (JAZ 2.5)
	3.5 – 4.1 Rp./kWh <sub>th</sub>	Umrechnung auf Wärme mit Erdsonden-Wärmepumpe (JAZ 3.5) inkl. 2.3 Rp./kWh Wärmepumpen-Förderung

Quelle: Solarwärme und Wärmepumpen<sup>8</sup>, Photovoltaik<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Annahme 25 Jahre x 1000 kWh/kWp Produktion

<sup>8</sup> Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG, Bundesamt für Energie, 2013

<sup>9</sup> Merkblatt Photovoltaik Nr. 1, Swissolar 2014

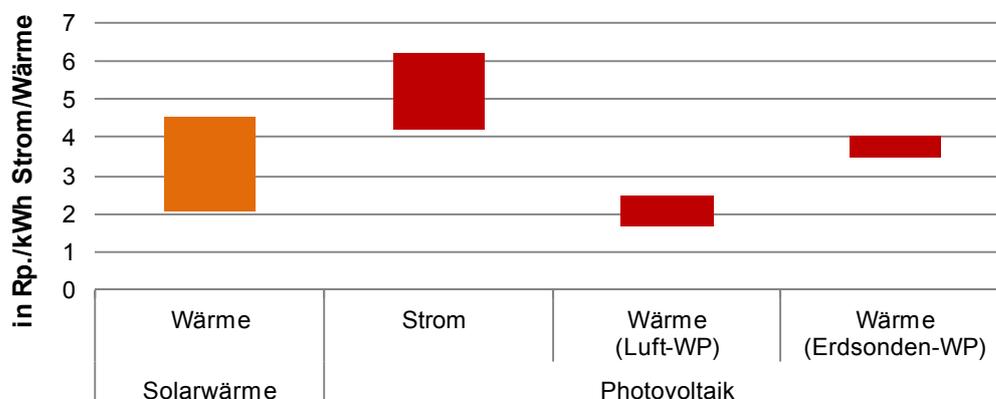


Abbildung 9: Förderung der Solarenergie in der Schweiz

## 2.6. Technologiewahl

### 2.6.1. Einsatzgebiete von solarthermischen Anlagen

Gemäss Postulat 11.3350 soll geprüft werden, ob bei Wohnbauten Solarwärme als obligatorische Vorbedingung für eine Förderung der Photovoltaik eingeführt werden soll. Eine solarthermische Anlage als Vorbedingung wäre jedoch nur dann sinnvoll, wenn in jedem Fall eine optimale Nutzung gewährleistet wäre.

Damit eine thermische Solaranlage Energie ins Warmwassersystem einspeisen kann, braucht sie vor allem im Winterhalbjahr direkte Sonneneinstrahlung. Ansonsten genügt die Temperatur nicht, um die bestehende Temperatur im Warmwasserspeicher zu erhöhen. Um den Warmwasserbedarf auch bei längerem Ausbleiben direkter Sonneneinstrahlung zu decken, werden solarthermische Anlagen in der Regel mit anderen Heizsystemen kombiniert. Je nach primärem Heizsystem ist eine thermische Solaranlage jedoch besser oder weniger gut geeignet.

#### Feuerungssysteme (Holz-, Öl- oder Gasheizungen):

Mit einer thermischen Solaranlage kann der Verbrauch an Holz, Öl oder Gas zwischen Frühling bis Herbst zur Erzeugung des Warmwassers stark reduziert werden. Dadurch können CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Aus ökologischer und teilweise auch aus wirtschaftlicher Sicht ist eine Kombination von Feuerungssystemen mit solarthermischen Anlagen sinnvoll.

#### Wärmepumpen:

Wärmepumpen sind bei Neubauten heute das häufigste Heizsystem. Eine herkömmliche thermische Solaranlage zur direkten Wärmenutzung ist hier kaum sinnvoll, denn genau in den Monaten, in denen die Wärmepumpe optimal läuft (Frühling bis Herbst), läuft auch die thermische Solaranlage am besten.

Bezieht die Wärmepumpe die Wärme über eine Erdsonde, kann der Einsatz von thermischen Solaranlagen zur Regeneration der Erdsonde sinnvoll sein. Das Erdreich um die Erdsonde kühlt dadurch weniger aus, was die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe verbessert. Dies ist insbesondere der Fall in Gebieten mit hoher Erdsondendichte. Für die Erdsondenregeneration eignen sich auch kostengünstige, unverglaste Solarkollektoren oder Hybridmodule, die sowohl Wärme als auch Strom produzieren (Kapitel 2.6.4).

#### Saisonale Speicherung:

Eine thermische Solaranlage wird nur dann optimal betrieben, wenn der Wärmebedarf der maximal möglichen Produktion entspricht. Abhängig von der Speichergrosse besteht im Sommerhalbjahr oft



ein Wärmeüberschuss, der nicht genutzt werden kann. Im Winterhalbjahr muss die Produktion über das Haupt-Heizsystem ergänzt werden.

Mit genügend grossen Speicher ist es möglich, die solarthermisch erzeugte Wärme vom Sommerhalbjahr ins Winterhalbjahr zu transferieren, wie die Firma Jenni Energietechnik AG an verschiedenen Beispielen demonstriert hat. Damit kann eine thermische Solaranlage auch monovalent, das heisst ohne zusätzliches Heizsystem, betrieben werden. Solche Lösungen benötigen jedoch viel Platz, verursachen zusätzliche Kosten und sind bei bestehenden Gebäuden meist schwer oder gar nicht realisierbar.

### **2.6.2. Einsatzgebiete von PV-Anlagen**

Netzgekoppelte PV-Anlagen können ihre produzierte Energie jederzeit ans Stromnetz abgeben. Dadurch können sie unabhängig vom Strombedarf und vom Nutzungsprofil der Bewohner dimensioniert werden, ohne dass dies einen Einfluss auf den Gesamtwirkungsgrad hat. Überschüssige Energie wird andernorts verwendet. Aus diesem Grund eignet sich besonders bei tiefem oder schwankendem Warmwasserbedarf im Sommer eine PV-Anlage besser für die Nutzung der Sonnenenergie als solarthermische Anlagen. Wenn sich die Photovoltaik dereinst so weit entwickelt, dass damit ein wesentlicher Teil des Strombedarfs gedeckt wird, können sich allerdings auch bei dieser Technologie Fragen zur saisonalen Speicherung stellen.

PV-Anlagen eignen sich insbesondere auch in Kombination mit Wärmepumpen in Neubauten oder gut isolierten Bestandesbauten. Mit entsprechender Regelung der Wärmepumpen kann der Eigenverbrauch an Solarstrom wesentlich erhöht werden.

Mit vollflächigen Anlagen können zudem die Dach- oder Fassadenflächen optimal genutzt werden. Dadurch gelingt meist auch die Gebäudeintegration besser. Im Gegensatz zu einer thermischen Anlage produzieren PV-Anlagen ausserdem auch bei diffusen Lichtverhältnissen Strom.

### **2.6.3. Gebäudeintegration**

Mit der Entwicklung der Solarbranche haben sich auch die Produkte geändert. Der architektonischen Integration der Anlagen wird zunehmend Beachtung geschenkt. Gebäude- oder bauteilintegrierte Anlagen haben zwei wesentliche Vorteile: Die Ästhetik am Bau kann ein Kriterium für die Wahl einer Solaranlage sein, und die Montagekosten lassen sich bei Neubauten oftmals in die ohnehin anfallenden Baukosten integrieren.

Gebäudeintegrierte Technologien gibt es sowohl für thermische wie auch für photovoltaische Anlagen, wobei sich die Gebäudeintegration nicht nur auf die Dachflächen beschränkt. Mehr und mehr wird die Sonnenenergie auch in Fassaden, Brüstungen und anderen Gebäudeteilen genutzt. Gerade im Winter, bei erhöhtem Strom- und Wärmebedarf, sind fassadenintegrierte Anlagen oftmals produktiver als Dachanlagen.

Insbesondere bei PV-Anlagen hat sich eine grosse Vielfalt an Möglichkeiten der Gebäudeintegration entwickelt, wie zum Beispiel semitransparente PV-Module als Beschattungselemente oder verschiedene Farbkonzepte. Vorgaben zur Technologiewahl bei der Förderung der Sonnenenergienutzung würden solche Entwicklungen im Bereich der Gebäudeintegration unnötig beeinträchtigen.

Wird eine thermische Solaranlage zur Heizungsunterstützung eingesetzt, ist das Dach nicht in jedem Fall besser geeignet als die Fassade. Vor allem bei guten bis sehr guten Neubauten, wird die Heizperiode immer kürzer und beschränkt sich teilweise nur noch auf die Wintermonate Dezember bis Februar. Dann besteht die Gefahr, dass das Dach und somit die Solaranlage mit Schnee bedeckt wird. Über die Wintermonate gerechnet kann somit eine Fassadenlösung wesentlich effizienter sein. Eine vollflächige PV-Anlage auf dem Dach behindert nicht zwingend die thermische Nutzung der Sonnenenergie am selben Gebäude.



#### 2.6.4. Hybridmodule

Verschiedene Hersteller bieten auch sogenannte Hybridmodule an. Diese kombinieren die solarthermische und die photovoltaische Nutzung der Sonnenenergie, indem über Kühlschlaufen in den PV-Modulen gleichzeitig Wasser erwärmt wird. Solche Module eignen sich besonders gut für niedertemperaturige Solarwärme, wie sie für die Regeneration von Erdsonden benötigt wird, oder in Kombination mit Eisspeicher. Durch die Kühlung der PV-Module wird bei der Stromproduktion ein besserer Wirkungsgrad erzielt, während durch die Regeneration der Erdsonde eine höhere Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe erreicht wird und entsprechend deren Strombedarf sinkt.

### 3. Bestehende Anreize für thermische Solaranlagen

Für Massnahmen betreffend den Energieverbrauch in Gebäuden sind vor allem die Kantone zuständig (Art. 89 Abs. 4 BV). Zudem kommt dem Bund im Bereich der Raumplanung nur eine Grundsatzgesetzgebungskompetenz zu (vgl. Art. 75 BV). Das Baurecht verbleibt im Übrigen im Zuständigkeitsbereich der Kantone. Es sind somit in erster Linie die Kantone, die für Massnahmen betreffend die Solarwärme (Regelung, Förderung, etc.) zuständig sind. In diesem Kapitel werden die diversen bestehenden Anreize für die Solarwärme aufgezeigt.

#### 3.1. Kantonale Vorschriften

Aufgrund von gemeinsam entwickelten Mustervorschriften haben sich die energetischen Vorschriften in den Kantonen in den letzten Jahren stark angeglichen. Für die Solarwärme ist vor allem der Artikel 1.20 der aktuellen Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE n) relevant. Dieser schreibt vor, dass bei Neubauten und Erweiterungen von bestehenden Gebäuden höchstens 80 % des zulässigen Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser mit nichterneuerbaren Energien gedeckt werden dürfen. Diese Vorschrift kann durch eine verbesserte Wärmedämmung oder durch den Einsatz erneuerbarer Energien eingehalten werden. Vier der elf Standardlösungen zur Erfüllung dieser Anforderung beinhalten die Installation von Sonnenkollektoren. Somit ist die Umsetzung dieser Vorschrift ein bedeutender Anreiz, Sonnenkollektoren einzusetzen. Diese Vorschrift wurde Anfang der 2000er Jahre in den meisten Kantonen in die Gesetzgebung übernommen und gilt heute fast flächendeckend<sup>10</sup>.

Einige Kantone haben in ihrem Energierecht andere oder zusätzliche Anforderungen definiert. Beispielsweise:

- Im Kanton Basel-Landschaft muss bei Neubauten und bei der Gesamterneuerung von zentralen Warmwassersystemen mind. 50 % des Brauchwarmwassers erneuerbar gedeckt werden. Ausnahmen werden unter besonderen Umständen gewährt.
- Im Kanton Basel-Stadt gilt grundsätzlich dieselbe Vorschrift wie in Basel-Landschaft, nur wird sie auch beim Ersatz der Heizung angewendet. Diese neue Vorschrift stiess bei ihrer Einführung im Jahr 2010 auf Widerstand. In der Zwischenzeit haben sich die Wogen geglättet und der Vollzug hat sich eingespielt.
- Im Kanton Bern muss bei Neubauten mindestens 50 % des Warmwasserverbrauchs erneuerbar gedeckt werden. Die erneuerbare Energieproduktion wird bei der Berechnung des Höchstanteils nicht-erneuerbaren Energien angerechnet.
- Im Kanton Genf muss bei Neubauten oder Dachsanierungen mindestens 30 % des Warmwasserverbrauchs solar gedeckt werden. Es gibt diverse Ausnahmen, wie beispielsweise Bauten, die ans Fernwärmenetz angeschlossen werden oder mit Holz oder einer effizienten

<sup>10</sup> Konferenz Kantonalen Energiedirektoren und EnergieSchweiz, *Stand der Energiepolitik in den Kantonen*, Jahresbericht 2012-2013



Wärmepumpe beheizt werden. Da die Gefahr besteht, dass aufgrund dieser Regel Dachsanierungen verzögert werden, werden solche Anlagen trotz Vorschrift immer noch finanziell gefördert.

- Im Kanton Neuenburg gilt seit 2013 eine zusätzliche Anforderung für Neubauten. Mindestens 50 % des Brauchwarmwassers muss mit Solarwärme (oder der äquivalenten Energiemenge an Photovoltaik) gedeckt werden. Die Solarwärme wird an den vorgeschriebenen Erneuerbaren-Anteil von 20 % nicht angerechnet. Zusätzlich ist der Installateur beim Ersatz eines Boilers verpflichtet, mindestens eine Variante mit Sonnenkollektoren anzubieten.
- Im Kanton Waadt gilt seit 2006 bei Neubauten eine zusätzliche Anforderung für das Warmwasser. Sie wurde per 1. Juli 2014 leicht angepasst. Mindestens 30 % des Bedarfs an Warmwasser muss mit Solarwärme, Holz, Abwärme oder über einen Energieverbund mit mehrheitlich erneuerbaren Energien gedeckt werden. Die Grenze wurde bei 30 % angesetzt, um die Wirtschaftlichkeit bei Anlagen für Mehrfamilienhäuser zu erhöhen. Gewöhnlich wird in Einfamilienhäusern ein höherer Anteil erreicht. Neben den Anforderungen an das Warmwasser müssen Neubauten 20 % ihres Stromverbrauchs mit erneuerbaren Energien decken (primär Photovoltaik).

Diese kantonalen Vorschriften führen dazu, dass im Neubau und zunehmend auch bei bestehenden Gebäuden thermische Solaranlagen als Massnahme zur Einhaltung gesetzlicher Vorgaben eingesetzt werden.

### 3.2. Bewilligungsverfahren

Bewilligungsverfahren waren lange bedeutende Hürden bei der Realisierung von Solaranlagen. Sie können zu administrativem Aufwand und zeitlichen Verzögerungen des Bauprojekts führen und auch die Unsicherheit bergen, ob die Anlage überhaupt gebaut werden kann.

Die Bewilligungsverfahren unterschieden sich bisher stark voneinander. Auf nationaler Ebene bestand bis vor kurzem die Vorgabe durch das Raumplanungsgesetz, dass Solaranlagen zu bewilligen sind, wenn sie sorgfältig integriert sind und sie keine Kultur- und Naturdenkmäler von kantonaler oder nationaler Bedeutung beeinträchtigen. Die Formulierung „sorgfältig integriert“ liess einen grossen Interpretationsspielraum offen und wurde unterschiedlich interpretiert. Seit dem 1. Mai 2014 ist das revidierte Gesetz in Kraft, nach welchem „genügend angepasste“ Solaranlagen ohne Baubewilligung gebaut werden dürfen und lediglich einer Meldung bedürfen (Art. 18a RPG). Auf nationalen oder kantonalen Denkmälern braucht es hingegen eine Baubewilligung. Ansonsten sollen jedoch explizit die Interessen an der Nutzung der Solarenergie den ästhetischen Anliegen grundsätzlich vorgehen.

Mit der neuen Regelung wird das Bewilligungsverfahren für Solaranlagen in der Schweiz vereinfacht und vereinheitlicht. Bewilligungsverfahren stehen dem breiten Einsatz der Solarenergie nicht mehr im Weg.

### 3.3. Direkte finanzielle Förderung

Finanzielle Förderbeiträge für den Einbau von Sonnenkollektoren verbessern die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Zudem stärkt die Förderung durch den Staat das Vertrauen von Investoren und Finanzinstitutionen in die Technologie. Die Förderung ist heute flächendeckend an ein Qualitätssiegel („Solar Keymark“) geknüpft und beeinflusst damit auch die Qualität der Anlagen im Markt.

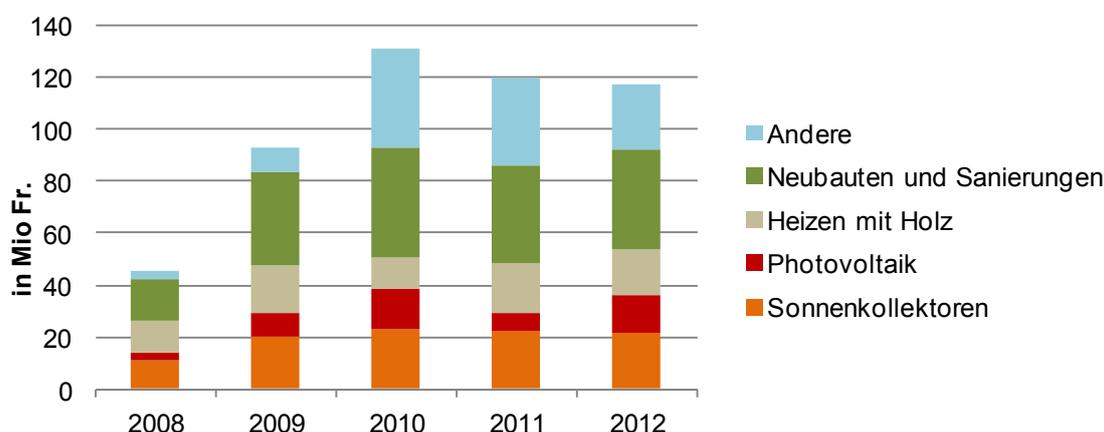
Die Kantone fördern Solarkollektoren bereits seit vielen Jahren im Rahmen meist breit angelegter Förderprogramme (Abbildung 10). Diese werden primär durch die Kantone getragen und werden vom Bund mit Globalbeiträgen unterstützt. Im Jahr 2009 stiegen die Fördermittel stark an, da der Bund die Globalbeiträge im Rahmen eines Konjunkturprogramms deutlich aufstockte und die meisten Kantone



als Folge ihrerseits ihre Förderbudgets erhöhten. Seit 2010 werden die Globalbeiträge aus der Teilverzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe gespeist (Art. 34 CO<sub>2</sub>-Gesetz) und liegen höher als vor 2009, als sie aus dem Bundesbudget stammten.

Die Förderung ist von Kanton zu Kanton unterschiedlich und deckte im Jahr 2012 zwischen 10 % und 30 % der Investitionskosten ab. Der Durchschnitt aller Kantone lag bei rund 15 %, unabhängig von der Grösse der Anlage. Die meisten Kantone senken bei grösseren Anlagen den relativen Förderanteil, andere Kantone erhöhen ihn.

Die direkte Förderung der Sonnenkollektoren hat in den letzten 5 Jahren zwischen 20 % und 25 % der ausbezahlten Fördergelder ausgemacht. Dabei ist zu bemerken, dass die gesetzlichen Vorgaben der Kantone (siehe Kapitel 3.1) und z.B. auch die Minergie-Förderung (in Abbildung 10 in der Kategorie „Neubauten und Sanierungen“) Sonnenkollektoren indirekt fördern, da die Minergiestandards Mindestanteile an erneuerbaren Energien verlangen, die teilweise über Sonnenkollektoren erfüllt werden.



Quelle: Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG, Bundesamt für Energie, 2009-2013

Abbildung 10: Förderung der Kantone 2008 bis 2012 (nur an Bund deklarierte Auszahlungen)

Abbildung 10 zeigt, dass auch die PV-Technologie durch die Kantone gefördert wird. Dabei handelt es sich vor allem um Programme, mit denen einige Kantone die Lücke bis zur Zusage der KEV überbrücken.

### 3.4. Finanzielle Förderung über Steuerabzug

Bei der direkten Bundessteuer gilt, dass energetische Massnahmen zu 100 % vom Einkommen abgezogen werden dürfen, auch wenn sie wertvermehrend sind. Mit wenigen Ausnahmen haben auch alle Kantone diese Regeln übernommen. Dadurch werden Investitionen in die Nutzung der Solarwärme insbesondere bei einkommensstarken Bauherren zusätzlich begünstigt.

Es bestehen keine nationalen Statistiken, auf wie viele Steuereinnahmen Bund und Kantone verzichten, um über den Steuerabzug Solarwärme zu fördern.

### 3.5. CO<sub>2</sub>-Abgabe

Seit 2008 wird in der Schweiz die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen erhoben. Sie ist eine Lenkungsabgabe, die den sparsamen Umgang mit fossilen Brennstoffen fördern soll. Seit dem 1. Januar 2014 liegt die Abgabe bei 60 Franken pro Tonne CO<sub>2</sub>.

Durch die Verteuerung von fossilen Brennstoffen erhöht sich die Rentabilität von solarthermischen Anlagen gegenüber Öl- und Gasfeuerungen. Dadurch entsteht indirekt ein zusätzlicher Anreiz für die Nutzung von Solarwärme.



### 3.6. Information und Beratung, Qualitätssicherung, Aus- und Weiterbildung

Vielen Gebäudeeigentümern fehlt es am nötigen Wissen über Solarwärme-Anlagen (Einsatz, Verlässlichkeit, Wirtschaftlichkeit, etc.). Ältere Befragungen zeigen, dass viele Gebäudeeigentümer die Kosten, den Deckungsgrad und die Installationsdauer nicht kennen<sup>11</sup>. In der Stadt Zürich gaben viele Bauherren im Rahmen einer Umfrage an, dass Solaranlagen nicht wirtschaftlich sind, obwohl sie keine Berechnung erstellt hatten. Zudem kannten sie die damals bestehende Förderung nicht und schätzten den Aufwand für eine Bewilligung als hoch ein, obwohl in Zürich damals schon Anlagen bis 35 m<sup>2</sup> bewilligungsfrei waren<sup>12</sup>.

Ausreichende Information und Beratung sind eine wichtige Grundlage für den Kaufentscheid. Die Nutzung direkter Förderbeiträge ist auch auf eine Bekanntmachung und Begleitung angewiesen – Information und Beratung ergänzen die direkte Förderung und erhöhen ihre Wirksamkeit. Ebenso ist es von grosser Bedeutung, dass genügend Fachleute vorhanden sind, eine steigende Nachfrage in guter Qualität zu bedienen. Die Gewährleistung von Informations- und Beratungsangeboten sowie die Förderung von Bildungsangeboten von Bund und Kantonen (u.a. im Rahmen von EnergieSchweiz) sowie von Fachverbänden wie Swissolar sind eine wichtige Unterstützung der Solarwärme.

## 4. Künftige Ausgestaltung der Förderinstrumente

Für einige der in Kapitel 3 beschriebenen Instrumente sind bereits Veränderungen absehbar. Dies gilt insbesondere für die kantonalen Vorschriften und die CO<sub>2</sub>-Abgabe.

### 4.1. Kantonale Vorschriften

Anfangs Januar 2015 hat die Plenarversammlung der Konferenz der kantonalen Energiedirektoren (EnDK) die Revision der MuKE n zuhanden der Kantone verabschiedet. Damit werden die harmonisierten Energievorschriften weiter verschärft und halten mit dem Stand der Technik Schritt.

Die grösste Bedeutung kommt der neu vorgesehenen Vorschrift beim Heizkesslersatz zu. Beim Ersatz von mit Heizöl oder Gas betriebenen Heizkesseln sind diese künftig so auszurüsten, dass der Anteil an nicht-erneuerbarer Energie 90 % des massgebenden Bedarfs nicht überschreitet. Während die Vorschriften bei der Wärmeerzeugung bisher fast ausschliesslich Neubauten betrafen, wird nun auch der Bestand mit einbezogen. Der Einsatz von Sonnenkollektoren ist eine der elf vorgeschlagenen Standardlösungen zur Einhaltung dieser Vorschrift. Da diese Vorschrift den Bestand betrifft, ist sie bezüglich Volumen von grosser Bedeutung: Jedes Jahr werden rund 4 % der mit Heizöl oder Gas betriebenen Wärmeerzeuger ersetzt.

Eine weitere Regel, die den Bestand betrifft, ist die vorgesehene Sanierungspflicht für Elektro-Wassererwärmer. Zentrale elektrisch betriebene Wassererwärmer sollen innerhalb von 15 Jahren nach Inkrafttreten des kantonalen Gesetzes durch andere Anlagen ersetzt werden. Dies bietet der Solarwärme zusätzliche Einsatzmöglichkeiten.

Bei Neubauten ist neu vorgesehen, dass ein Anteil des Stroms selber erzeugt oder sonst eine Ersatzabgabe geleistet werden muss. Diese Vorschrift zielt auf die Photovoltaik ab und wird in vielen Fällen dazu führen, dass Eigentümer die geeignete Dachfläche flächig mit PV-Modulen decken möchten. Dies kann zu einem potenziellen Konflikt bezüglich des Einsatzes von Solarwärme auf Neubauten führen. Gleichzeitig führen solche Bestimmungen dazu, dass sich Bauherren bewusster mit der Nutzung der Dach- und Fassadenflächen für die Solarenergie auseinandersetzen, um ästhetisch und

<sup>11</sup> Bundesamt für Energie, 2002: *Marktchancen und Markthindernisse der thermischen Solarenergie*. Energieforschungsprogramm EWG  
<sup>12</sup> econcept 2007: *Einsatz von Sonnenkollektoren auf dem Gebiet der Stadt Zürich. Markthemmnisse und Massnahmen zu ihrer Überwindung*



wirtschaftlich attraktive Lösungen zu finden. Dies belebt den Solarmarkt sowohl im Strom- wie im Wärmebereich.

Weitere Regeln, die den Einsatz von Solarwärme gemäss der revidierten Mustervorschriften beeinflussen werden, sind im Folgenden aufgezählt:

- Die Vorschriften für erneuerbare Wärme sollen bei Neubauten und Erweiterungen ca. auf das heutige Niveau der Minergie-Anforderungen verschärft werden.
- Gebäude und Anlagen der öffentlichen Hand werden bis 2050 zu 100 % ohne fossile Brennstoffe versorgt.
- Erforderliche Eigenstromerzeugung bei Neubauten: Die im, auf oder am Gebäude installierte Elektrizitätserzeugungsanlage bei Neubauten muss mindestens 10 W pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche betragen, wobei nie 30 kW oder mehr verlangt werden.

## 4.2. Erhöhung CO<sub>2</sub>-Abgabe und Förderung

Gemäss geltendem CO<sub>2</sub>-Recht wird die CO<sub>2</sub>-Abgabe automatisch erhöht, wenn vordefinierte CO<sub>2</sub>-Emissionsziele nicht erreicht werden. Die Abgabe wird ab 1. Januar 2016 je nach Zielerreichung bei 60 Franken belassen oder auf 72 Franken resp. 84 Franken erhöht. Ein zweiter Schritt kann 2018 erfolgen. Die Abgabenhöhe liegt dann bei Nichterreichen der Ziele bei 96 Franken oder 120 Franken. Im neuen Vorschlag des Bundesrates in der Energiestrategie 2050 soll der minimale Abgabesatz mit Inkraftsetzung des totalrevidierten Energiegesetzes im CO<sub>2</sub>-Gesetz von 36 auf 84 Franken/t CO<sub>2</sub> angehoben werden. Der jeweilige Aufpreis auf die fossilen Brennstoffe ist in Tabelle 3 abgebildet.

Tabelle 3: Aufpreis auf fossile Brennstoffe aufgrund verschiedener CO<sub>2</sub>-Abgabesätze

Energieträger	Einheit	Abgabe Fr. 60	Abgabe Fr. 72	Abgabe Fr. 84	Abgabe Fr. 96
Heizöl	Fr./100l	16	19	22	25
Erdgas	Rp./kWh	1,2	1,4	1,7	1,9

Von einer Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe profitieren thermische Solaranlagen doppelt. Einerseits führt die erhöhte Kosteneinsparung bei den fossilen Brennstoffen zu einer besseren Rentabilität der Solaranlagen. Ein zusätzlicher Effekt rührt daher, dass sich mit einer Abgabenerhöhung auch die verfügbaren Mittel aus der Teilzweckbindung für das Gebäudeprogramm erhöhen.

## 5. Beantwortung der Fragestellungen

### 5.1. Postulat 11.3350 „Thermische Solarkollektoren nicht durch Photovoltaik verdrängen“

Das Postulat „Thermische Solarkollektoren nicht durch Photovoltaik verdrängen“ vertritt die These, dass thermische Solaranlagen effizienter seien als PV-Anlagen, und dass demzufolge auf Wohnhäusern vor einer subventionierten PV-Anlage eine thermische Solaranlage für Warmwasser installiert sein sollte. Wie in Kapitel 2.4 festgestellt wurde, ist das Produkt Wärme mit dem Produkt Strom schwer zu vergleichen. Die beiden Energieformen haben ganz unterschiedliche Qualitäten und Anwendungsbereiche. Wird Strom mithilfe von Wärmepumpen möglichst effizient zur Wärmeerzeugung für Heizung oder Warmwasser eingesetzt, kann davon ausgegangen werden, dass der thermische Wirkungsgrad einer PV-Anlage vergleichbar ist mit dem Wirkungsgrad einer direkt thermischen Solar-



anlage. Welche Technologie effizienter und sinnvoller ist, hängt letztlich von der haustechnischen Einbindung und dem Wärmenutzungsprofil des Bewohners ab.

Während Strom aus einer PV-Anlage jederzeit ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann, bleibt die solare Wärme ungenutzt, wenn der kurzfristige Wärme- oder Warmwasserbedarf nicht dem Umfang der möglichen Produktion entspricht. Mit einer Saisonspeicherung, wie dies von der im Postulat erwähnten Firma Jenni Energietechnik realisiert wurde, kann der Solarertrag zwar erhöht werden. Solche Lösungen sind bei Neubauten interessant, bei bestehenden Bauten wegen des Platzbedarfs jedoch oftmals schwer oder gar nicht realisierbar. Öffentliche Wärmenetze (Niedertemperatur- oder Anergienetze) mit saisonalen Wärmespeichern, die sich ebenfalls für das Einbringen von Solarwärme eignen würden, sind in der Schweiz noch wenig verbreitet.

Bei Neubauten werden solarthermische Anlagen in verschiedenen Kantonen bereits über Vorschriften und Förderbeiträge begünstigt. Vorschriften, wonach PV-Anlagen auf Wohnbauten nur dann von Beiträgen aus dem KEV-Fonds profitieren sollten, wenn eine solarthermische Anlage installiert ist, hätten vor allem zur Folge, dass weniger PV-Anlagen gebaut würden. Dies würde den Zielen der Energiestrategie 2050 des Bundesrates widersprechen. Auf die Bevorzugung einer Technologie soll deshalb grundsätzlich verzichtet werden, vielmehr soll dem Bauherrn im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben die freie Wahl über das System zur Nutzung der Sonnenenergie überlassen werden.

## 5.2. Motion 11.3417 „Anreizsysteme für Solarwärme“

Die Motion „Anreizsysteme für Solarwärme“ wurde als Prüfungsauftrag überwiesen, um die Zweckmässigkeit eines Anreizsystems zur Förderung von Solaranlagen für die Wärmegewinnung bei Wohnbauten zu prüfen und darüber Bericht zu erstatten. In Kapitel 2.5 wurde die finanzielle Förderung der Solarwärme durch die Kantone mit der Förderung von PV-Anlagen über den KEV-Fonds verglichen. Dabei muss beachtet werden, dass bei der Förderung von Solarwärme ausschliesslich die Energiegewinnung zum Eigenverbrauch gefördert wird. Bei PV-Anlagen wird jedoch grundsätzlich nur die Einspeisung von Strom ins öffentliche Elektrizitätsnetz gefördert.

Im Kapitel 3 sind verschiedene bestehende Anreizsysteme für Solarwärme erläutert worden. Dabei gilt es festzuhalten, dass gemäss Artikel 89 Absatz 4 der Bundesverfassung für Massnahmen betreffend den Energieverbrauch in Gebäuden vor allem die Kantone zuständig sind. Aufgrund von Artikel 18a des Raumplanungsgesetzes bestehen zudem in allen Kantonen Erleichterungen für den Einbau von thermischen Solaranlagen.

Mit dem Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen existiert bereits ein umfassendes Programm zur Förderung von Solaranlagen für die Wärmegewinnung bei Wohnbauten (siehe Kapitel 3.3). Zusätzlich planen die Kantone gesetzliche Vorgaben beim Ersatz fossiler Feuerungen, die den Einbau thermischer Solaranlagen begünstigen und eine Förderung mittelfristig obsolet machen werden (Kapitel 4.1). Ein weiteres finanzielles Anreizsystem würde zu einer Doppelförderung und einer Überschneidung mit gesetzlichen Vorgaben mit hohen Mitnahmeeffekten führen. Von der Schaffung eines zusätzlichen finanziellen Anreizsystems ist abzusehen.

## 6. Schlussfolgerungen

Im vorliegenden Bericht «Solarwärme und Photovoltaik – ein Technologievergleich» werden die technischen Aspekte, die bestehenden Anreizsysteme und das Marktumfeld für die Nutzung der Sonnenenergie mit thermischen und photovoltaischen Anlagen beschrieben und miteinander verglichen.

Ein Vergleich der Wertigkeiten von Strom und Wärme zeigt, dass die beiden Technologien in Bezug auf die technischen Wirkungsgrade vergleichbar sind. In Bezug auf den möglichen thermischen Ertrag



weisen PV-Anlagen Wirkungsgrade zwischen 24 % und 64 % aus. Bei den solarthermischen Anlagen liegen die Werte zwischen 30 % (Heizungsunterstützung) und 60 % (Vorwärmung). Allerdings haben die beiden Energieformen ganz unterschiedliche Qualitäten und Anwendungsbereiche. Welche Technologie im Einzelfall effizienter ist, hängt letztlich davon ab, wie die Anlage in ein Gesamtsystem eingebunden wird und welche Nutzungsprofile insbesondere für die Wärme dahinterliegen.

Unterschiede zwischen den beiden Technologien zeigen sich bei den Fördersystemen. Während die Photovoltaik vor allem über die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV), also ein Instrument des Bundes, gefördert wird, sind im Bereich der Förderung von Solarwärme vor allem die Kantone aktiv. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass der Fördergegenstand bei der Photovoltaik grundsätzlich nur jene Energie betrifft, die in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Bei der Solarwärme wird demgegenüber die Produktion von Sonnenenergie für den Eigenbedarf gefördert.

Für thermische Solaranlagen bestehen verschiedene Anreize. Von kantonalen Vorschriften über vereinfachte Bewilligungsverfahren, steuerliche Begünstigungen bis hin zu finanziellen Beiträgen existieren bereits eine Vielzahl von Instrumenten zur Förderung von Solarwärme. Mit Globalbeiträgen an die kantonalen Förderprogramme beteiligt sich der Bund bereits heute indirekt an der Förderung von solarthermischen Anlagen. Die Verschärfung von Vorschriften zur Nutzung erneuerbarer Wärme und eine Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe schaffen zusätzliche Anreize für den Bau von solarthermischen Anlagen.

In Bezug auf das Marktumfeld haben PV-Anlagen in den letzten fünf Jahren einen starken Aufschwung erlebt. Dies dank der weltweiten Technologie- und Marktentwicklung, den Beiträgen aus der KEV und den gleichzeitig stark sinkenden Anlagekosten. Bei den solarthermischen Anlagen ist im gleichen Zeitrahmen auf der Kostenseite trotz Technologieförderung kaum Bewegung festzustellen.

Wird die unterschiedliche Wertigkeit von Strom und Wärme berücksichtigt, so verfügen PV-Anlagen nicht nur aus ökonomischer, sondern auch aus energetischer Sicht oftmals über eine bessere Effizienz. Es ist aus diesen Gründen nicht gerechtfertigt, thermischen Solaranlagen Marktvorteile zu verschaffen, indem sie zur Grundvoraussetzung für die Förderung von PV-Anlagen gemacht werden. Dies würde der bisherigen Strategie im Bereich der Gesetzgebung und der Förderung widersprechen, dass Ziele und nicht Massnahmen vorgegeben werden. Letztlich würde damit nur der Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich behindert werden, was den Zielen der Energiestrategie entgegenstehen würde.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass der Gesetzgeber auf die Priorisierung einer Technologie grundsätzlich verzichten und die Technologiewahl dem Bauherrn überlassen sollte. Auf zusätzliche Anreize seitens des Bundes wie sie in Motion 11.3417 gefordert werden, soll ebenfalls verzichtet werden. Einerseits gibt es bereits eine Palette von Anreizinstrumenten auf Ebene Kantone und Gemeinden, andererseits sind für Massnahmen betreffend den Energieverbrauch in Gebäuden vor allem die Kantone zuständig.