

# Masterplan Solarwärme Schweiz 2035



Swissolar  
Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie  
Neugasse 6, 8005 Zürich  
Tel. 044 250 88 33 · info@swissolar.ch · www.swissolar.ch

### **Erarbeitung**

Sabine Perch-Nielsen, Ernst Basler + Partner  
Felix Ribl, Ernst Basler + Partner  
Thomas Biel, NET Nowak Energie & Technologie AG

### **Begleitgruppe**

Andreas Haller, Ernst Schweizer AG  
Heinrich Kriesi, Walter Meier AG  
Roman Lutz, Lutz | Bodenmüller AG  
Pierre Renaud, Swissolar und Planair SA  
Matthias Rommel, Institut für Solartechnik (SPF)  
Christoph Schär, Swissolar und suissetec  
Karin Scheidegger, Amt für Umweltkoordination und Energie, Kanton Bern  
Cyrill Studer, Umwelt und Energie Kanton Luzern  
Christian Völlmin, Swissolar und Sopra Solarpraxis AG  
Urs Wolfer, Bundesamt für Energie

# Vorwort

Die Atomkatastrophe von Fukushima hat die Energiepolitik der Schweiz in Bewegung gebracht. Die Energiestrategie 2050 soll aufzeigen, wie die heutige massive Abhängigkeit der Schweiz von nicht erneuerbaren Energien reduziert werden kann. Doch die öffentliche Diskussion zur Energiepolitik beschäftigt sich weiterhin fast ausschliesslich mit einem Teilaspekt der Energiewende, nämlich dem Atomausstieg und dessen Auswirkungen auf die Stromversorgung.

In der Öffentlichkeit wird kaum wahrgenommen, dass die Hälfte unseres gesamten Energieverbrauchs auf die Versorgung mit Wärme (Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme) zurückzuführen ist und diese zugleich über 50 Prozent der schweizerischen CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Der primäre Lösungsansatz liegt zweifellos in der Verbrauchsreduktion, also in der Wärmedämmung von Gebäuden. Doch sogar im fortschrittlichsten Szenario «Neue Energiepolitik» des Bundesrates wird, nach einer Halbierung des Wärmebedarfs, immer noch 45 Prozent des gesamten Energiebedarfs 2050 durch die Wärmeproduktion verursacht – ein Anteil, der gleich hoch liegt wie jener des dann zu erwartenden Stromverbrauchs.

Wir müssen uns also mit der Frage beschäftigen, wie wir zukünftig unsere Häuser beheizen und unser Duschwasser erwärmen wollen. Was liegt näher, als die Wärme der Sonne nutzbar zu machen? Das Potenzial ist riesig – bis 2035 könnten mindestens 10 Prozent unseres Wärmebedarfs mit Solarenergie erzeugt werden. Leider läuft die Entwicklung nicht ganz in die erwartete Richtung: Nach sechs Wachstumsjahren sind die Verkaufszahlen für Kollektoren seit 2010 im Krebsgang. Die Branche ist verunsichert und sucht nach Auswegen aus der Stagnation.

Der vorliegende Masterplan bringt Licht in die komplexen Ursachen des Problems, und er schlägt Massnahmen auf allen Handlungsebenen vor. Doch den «Quick Fix», das einfache Rezept zur Rückkehr auf Wachstumskurs bietet der Masterplan nicht. Zur Erreichung von 10 Prozent Solarwärme braucht es den Einsatz aller Beteiligten: Bund und Kantone, Forschung, Hausbesitzer. Aber vor allem auch der Solarwärmebranche selbst: Es wird immer deutlicher, dass ein «Weiter wie bisher» in die Sackgasse und in eine allmähliche Bedeutungslosigkeit der Solarwärme führt. Jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, bisherige Denkmuster zu überprüfen und neue Wege zu beschreiten. Zwei Richtungen zeichnen sich ab: Technologische Innovation oder Kostensenkung – beide führen zu verbesserter Konkurrenzfähigkeit, sei es durch höhere Erträge oder durch tiefere Preise pro Kilowattstunde. Die Photovoltaik hat beide Wege beschritten und ist heute in vielen Fällen die günstigste Technologie für Stromproduktion. Wieso ist nicht Ähnliches bei der Solarwärme zu erreichen?

Überprüfen von Denkmustern heisst aber auch, die getrennten Welten von Strom und Wärme einander näher zu bringen. Wieso nicht beides auf dem gleichen Dach produzieren? Oder das Beste der beiden Welten miteinander kombinieren, wie etwa die wasserbasierte Speichertechnologie mit Photovoltaik-Modulen. Dogmen wie etwa «Strom ist zu wertvoll, um Wärme zu produzieren» sind in der heutigen Zeit kritisch zu hinterfragen.

Ich freue mich auf spannende Diskussionen und eine tatkräftige und phantasievolle Umsetzung des Masterplans!

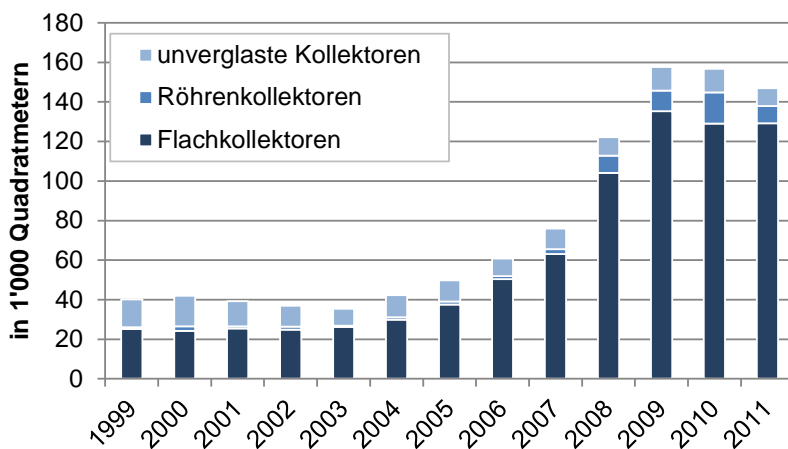
Nationalrat Roger Nordmann, Präsident Swissolar

# Zusammenfassung

## Ausgangslage

Von 2004 bis 2009 verzeichnete der schweizerische Solarwärmemarkt ein erfreuliches Wachstum. Seither sind die Verkaufszahlen für Kollektoren jedoch zurückgegangen. Ähnliche Entwicklungen sind auch in den Nachbarländern zu beobachten. Um die Ursachen dieser Entwicklung zu erkennen und Gegenmassnahmen ergreifen zu können, haben die Solarwärmeverbände Deutschlands und Österreichs Fahrpläne erarbeitet.

In der Schweiz begann ein ähnlicher Prozess 2011 mit der Erarbeitung einer Potenzialerhebung. Es zeigte sich, dass allein im Wohnbereich bei bestehender Speichertechnologie und energetisch saniertem Gebäudebestand rund 30% des Wärmebedarfs mit Sonnenkollektoren gedeckt werden könnten.



Jährlich installierte Kollektorfläche in der Schweiz (BFE / Swissolar 2012)

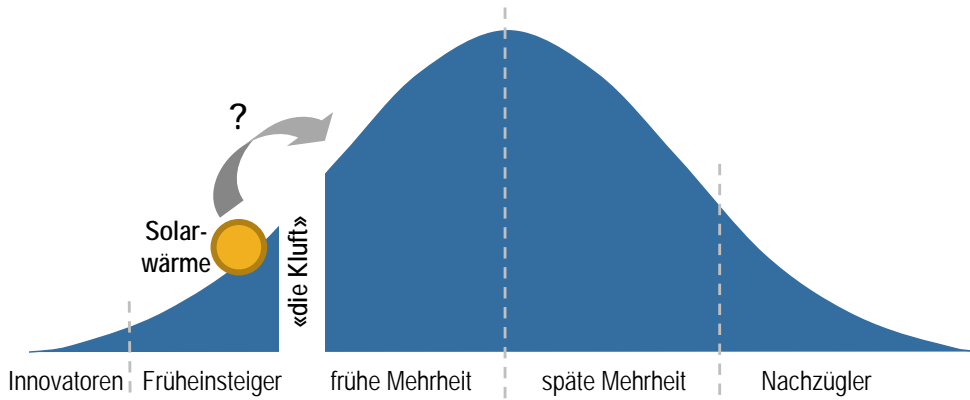
An der ersten Tagung Solarwärme im Januar 2012 präsentierte Swissolar gestützt auf diese Potenzialstudie ein Ziel von 2 m<sup>2</sup> Sonnenkollektoren pro Person bis 2035. Damit könnten 20% des Wärmebedarfs im Wohnbereich gedeckt werden. Die Wege zur Erreichung dieses Ziels sollten mit einem Masterplan erarbeitet werden, der konkrete Handlungsempfehlungen für die beteiligten Akteure – öffentliche Hand, Firmen und Verbände – aufzeigt. Im Rahmen der Erarbeitung des Masterplans zeigte es sich, dass die Beschränkung auf den Wärmebedarf der Haushalte nicht sinnvoll ist, da die Solarwärme bis 2035 relevante Beiträge sowohl an den Wärmebedarf von anderen Gebäuden (Heime, Hotels, Spitäler, etc.) wie auch an den Prozesswärmebedarf (Industrie und Gewerbe) leisten kann und soll. So ist das Ziel, bis 2035 10% des *gesamten* Wärmebedarfs mit Solarenergie zu decken.

Der vorliegende Masterplan wird anlässlich der zweiten Solarwärme-Tagung am 28. April 2013 der Öffentlichkeit vorgestellt. Er wurde mit Unterstützung einer repräsentativen Begleitgruppe und unter intensivem Einbezug der Swissolar-Mitglieder erarbeitet.

## Marktanalyse

Der Solarwärmemarkt entstand sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite durch Pioniere und Idealisten. Im letzten Jahrzehnt wurde das Angebot professionalisiert. So konnten auf der Nachfrageseite neue Segmente, insbesondere umweltbewusste Eigenheimbesitzer für thermische Solaranlagen gewonnen werden. Neben den steigenden Energiepreisen haben auch politische Rahmenbedingungen einen wich-

tigen Beitrag dazu geleistet. Dazu gehören die Technologieförderung, Vorschriften für Neubauten, Fördergelder und die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen. Typische Kunden sind bisher Eigenheimbesitzer, die weniger kostensensibel sind und die Umweltfreundlichkeit sowie die eigene Wärmeproduktion (Versorgungssicherheit) als wichtige Faktoren bewerten. Im klassischen Diffusionsmodell der Innovation liegt die Solarwärme damit bei den «Früheinsteigern». Als nächstes Segment sollte die «frühe Mehrheit» folgen, also der Eintritt in den Massenmarkt. Doch hier gilt es eine «Kluft» zu überwinden: Während die «Früheinsteiger» sich an der innovativen Technologie oder der Umweltfreundlichkeit freuen, verlangt die «frühe Mehrheit» ein einfaches, preisgünstiges und funktionierendes Heizsystem.



Modell der Diffusion von Technologien (Rogers 1962 und Moore 1991)

Bedeutende Chancen sind vorhanden. Das technische Potenzial der Solarwärme ist sehr gross, es mangelt nicht an passenden Dach- und Fassadenflächen. Zudem unterstützen derzeit im Rahmen der Energiewende Politik und Gesellschaft den Umbau des schweizerischen Energiesystems hin zu erneuerbaren Energien. Dazu muss jedoch die «frühe Mehrheit» erfolgreich angesprochen und überzeugt werden. Sie hat andere Erwartungen als die Früheinsteiger. Momentan sind die Komplexität des bivalenten Wärmeversorgungssystems (Wassererwärmung und Heizungsunterstützung) und die fehlende Wirtschaftlichkeit in diesem Segment die grössten Hindernisse zum Eintritt in den Massenmarkt. Während die Preise der Photovoltaik in den vergangenen Jahren drastisch gefallen sind, sind die Endpreise von Sonnenkollektorsystemen trotz Produktionssteigerungen im In- und Ausland nicht gesunken. Eine wichtige Stärke der Solarwärme, das Kosteneinsparpotenzial, ist somit noch nicht ausgespielt worden.

### Solarwärme: Stärken und Chancen – Schwächen und Risiken

#### Stärken

- Umweltfreundlichkeit
- positives Image
- Speicherfähigkeit über einige Tage
- Versorgungssicherheit
- Kosteneinsparpotenzial
- stabile Preise im Betrieb

#### Schwächen

- hohe technische Anforderungen
- Mangel an Fachkräften mit Wissen und Erfahrung bei den möglichen Anbietern
- Wirtschaftlichkeit
- ungenügende Speicherung der Energie für Heizungsunterstützung
- ungenügende Marktkoordination

#### Chancen

- Marktsegment der nicht kostensensiblen Eigenheimbesitzer
- steigende Energiepreise
- politische Energiewende
- grosses Potenzial
- Speichertechnologien

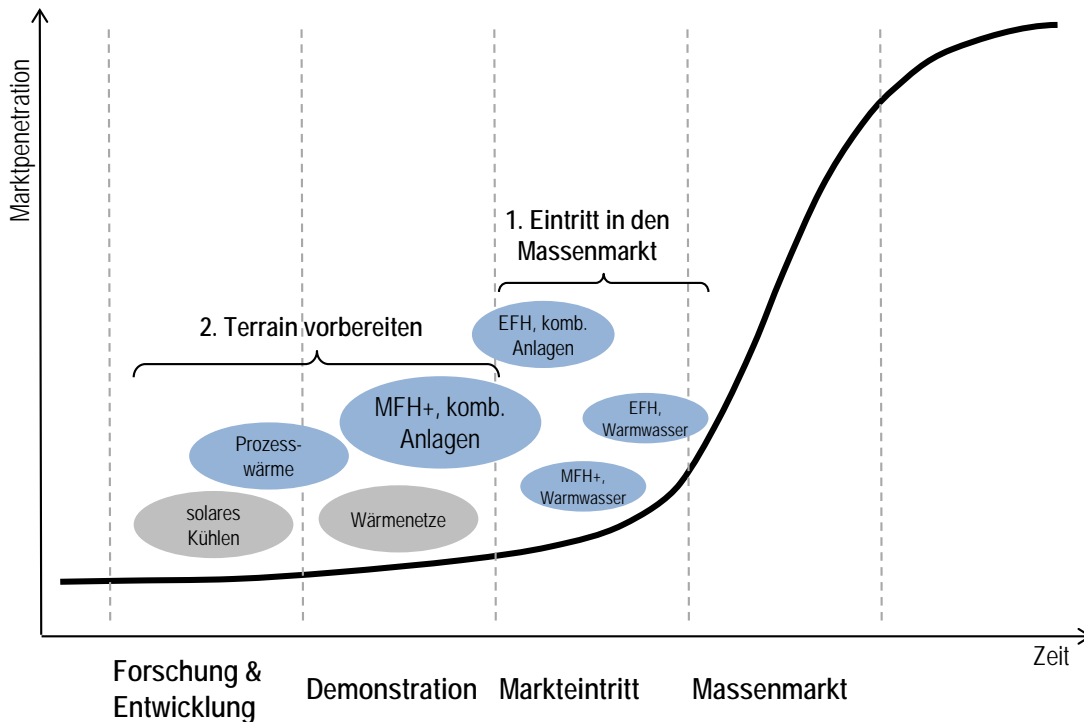
#### Risiken

- mangelnde Anreize bei den möglichen Anbietern
- Preissensibilität wichtiger Kundensegmente
- Konkurrenz durch Photovoltaik
- hoher Aufwand für Bewilligung und Förderbeiträge
- mangelnder Informationsstand der Investoren und Berater
- Fokus der Energiewende auf Strom



## Marktsegmente und strategische Stossrichtungen

Die einzelnen Marktsegmente können unterschiedliche Beiträge zu verschiedenen Zeitpunkten zur Zielerreichung leisten.



(in Anlehnung an Weiss 2008; EFH = Einfamilienhaus, MFH+ = Mehrfamilienhäuser sowie andere Grosswohnbauten wie Spitäler, Altersheime und Hotels)

Bereits stark präsent am Markt sind heute drei Segmente, die jeweils Neubauten wie auch bestehende Bauten umfassen. Für diese gilt es, in den Massenmarkt vorzustossen.

- **Wassererwärmung in Einfamilienhäusern:** Solche Anlagen sind seit vielen Jahren erfolgreich im Markt, die Qualität der Produkte ist gut und es gibt viele routinierte Installateure. Allerdings ist es bisher kaum gelungen, kostenbewusste, weniger umweltsensible Kunden zu gewinnen. Um diese zu gewinnen, müssen in erster Linie die Kosten gesenkt werden.
- **Wassererwärmung in Mehrfamilienhäusern:** Auch dieses Segment hat den Markteintritt erfolgreich gemeistert. Allerdings ist die Wirtschaftlichkeit für Besitzer von Mehrfamilienhäusern oft von grösserer Bedeutung als für Eigenheimbesitzer, sodass die Kostensenkung und die finanzielle Förderung noch wichtiger sind. Zudem gilt es, über verstärkte Kooperationen der Installationsbetriebe neue Kunden zu gewinnen. Im Gegensatz zu den kleineren Standardanlagen ist die Qualität bei diesen komplexeren Anlagen noch nicht durchgehend gewährleistet und muss erhöht werden.
- **Kombinierte Anlagen in Einfamilienhäusern:** Zwar liegt ihr Anteil an den verkauften solarthermischen Anlagen bereits bei einem Viertel. Ihre Position im Markt ist jedoch noch nicht gesichert. Der Bedarf an Raumwärme ist sehr gross, deshalb ist das Potenzial in diesem Segment besonders bedeutend. Die Kombination mit einer anderen Heizungsanlage erhöht die Komplexität und folglich den Aufwand für Planung, Installation und Steuerung. Im Vordergrund stehen daher neben den bereits genannten Handlungsfeldern die Verbesserung der Produkte und Dienstleistungen. Eine gezielte und konstante Förderung erhöht die Wirtschaftlichkeit, die Erfahrung der Installateure und auch das Vertrauen in die Technologie.

Für folgende Segmente muss erst das Terrain vorbereitet werden:

- **Heizungsunterstützende Anlagen für Mehrfamilienhäuser:** Diese sind über das Stadium der Demonstration hinaus gewachsen, aber noch nicht im Markt etabliert. In diesem Stadium ist das Ziel, den Markt zu erschliessen. Prioritär ist in diesem Segment derzeit, die Produkte und Dienstleistungen zu vereinfachen und verbessern.
- **Prozesswärme in Industrie und Gewerbe:** Diese Anwendung steht in ihrer Entwicklung noch einen Schritt weiter zurück. Ziel ist hier, funktionierende und zuverlässige Anwendungen zu entwickeln. Einige vielversprechende, in letzter Zeit erstellte Pilotanlagen zeigen, welches Potenzial hier noch genutzt werden könnte.
- **Wärmenetze:** Es bestehen erst wenige Wärmenetze, und das Potenzial ist im Vergleich zu den anderen Segmenten beschränkt. Ziel ist, verschiedene Konzepte zu prüfen und bekannt zu machen.
- **Solare Kühlung:** Diese Anwendung steckt noch im Forschungsstadium, ihr Potenzial ist zurzeit noch nicht absehbar.

### Handlungsfelder und Massnahmen

Damit die drei marktnahen Segmente in den Massenmarkt vorstossen, müssen folgende Handlungsfelder bearbeitet werden:

1. **Kosten senken**, unter anderem durch
  - die konsequente Vereinfachung bestehender Systeme und
  - die effiziente Installation von Kleinanlagen durch neue Kooperationsmodelle.
2. **Qualität gewährleisten**, unter anderem durch
  - strengere Anforderungen an Solarprofis.
3. **Produkte und Dienstleistungen verbessern**, unter anderem durch
  - die Schaffung eines Innovationsfonds Solarwärme zur Förderung von Kleinprojekten im Bereich Gesamtsysteme und Systemintegration.
4. **Rahmenbedingungen verbessern**, unter anderem durch
  - die Vorgabe eines 50% Pflichtanteils erneuerbarer Energien für Warmwasser beim Ersatz der Heizung oder des Warmwassersystems.
5. **Kommunikation intensivieren**, unter anderem durch
  - die Aktivierung zufriedener Kunden als Multiplikatoren und
  - die stärkere Unterstützung der Installateure.

Zusätzlich braucht es für die Marktsegmente im Forschungs- und Pilotstadium das Handlungsfeld:

6. **Terrain vorbereiten.** Dies beinhaltet unter anderem als Massnahme
  - die Schaffung eines schweizweiten Markteinführungsprogramms für 50 Grossanlagen mit finanzieller Förderung und Begleitung durch Experten in allen Phasen der Umsetzung.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Marktanalyse</b> .....	<b>10</b>
2.1 Nachfrage .....	10
2.2 Angebot.....	14
2.3 Konkurrenzangebot .....	22
2.4 Ressourcen.....	24
2.5 Rahmenbedingungen .....	29
<b>3 SWOT Analyse</b> .....	<b>35</b>
3.1 Stärken.....	35
3.2 Schwächen .....	36
3.3 Chancen.....	37
3.4 Risiken .....	38
3.5 Fazit .....	39
<b>4 Strategische Ausrichtung</b> .....	<b>41</b>
4.1 Ziele der Solarbranche .....	41
4.2 Marktsegmente .....	41
4.3 Bearbeitungsstrategien.....	44
4.4 Beitrag der Marktsegmente zur Zielerreichung .....	45
<b>5 Strategie Eintritt in den Massenmarkt</b> .....	<b>47</b>
5.1 Segment Wassererwärmung in Einfamilienhäusern .....	47
5.2 Segment Wassererwärmung in Mehrfamilienhäusern .....	47
5.3 Segment kombinierte Anlagen in Einfamilienhäusern .....	47
5.4 Handlungsfelder und Massnahmen.....	48
5.5 Strategie Terrain vorbereiten.....	50
<b>6 Übersicht der Massnahmen</b> .....	<b>52</b>
6.1 Massnahmen nach Akteuren.....	52
6.2 Massnahmen nach Segmenten.....	53
<b>7 Quellen</b> .....	<b>54</b>
<b>8 Interviewpartner</b> .....	<b>55</b>
<b>9 Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>56</b>



# 1 Einleitung

Die schweizerische Energieversorgung ist im Umbruch und wird über die nächsten Jahre schrittweise umgebaut. Ziel des Umbaus ist es, den Energieverbrauch zu senken und fossile Energie durch erneuerbare Energie zu ersetzen. Die Solarwärme kann einen bedeutenden Beitrag dazu leisten. Im Schweizer Wohngebäudepark könnten langfristig bis zu 60 Prozent des Wärmebedarfs mittels solarthermischen Anlagen gedeckt werden (NET AG, 2012). Obwohl die Solarwärme technisch erprobt ist, die Abhängigkeit von Energieimporten reduziert und gegenüber anderen Energieträgern bedeutende Umweltvorteile geniesst, wird das Potenzial heute bei weitem nicht ausgeschöpft. Heute wird weniger als ein halbes Prozent des Wärmebedarfs mit Sonnenenergie produziert. Nach Jahren des Wachstums schrumpft der Solarwärmemarkt in der Schweiz seit zwei Jahren.

In diesem Umfeld will Swissolar als Dachverband der Solarwärme zum grossen Aufschwung verhelfen. Das Ziel lautet: Bis 2035 sollen 10% des Wärmebedarfs der Schweiz gedeckt werden. Der vorliegende Masterplan analysiert den Markt, geht den Hindernissen zum raschen Ausbau der Solarwärme nach und zeigt im Rahmen einer Gesamtstrategie welche Marktsegmente prioritär bearbeitet werden sollen, sowie welche konkreten Massnahmen zur Erreichung des Ziels nötig sind.

Der vorliegende Masterplan basiert auf Interviews mit 32 Akteuren und Experten (siehe Kapitel 8). Eine Begleitgruppe hat in fünf Sitzungen zwischen Sommer 2012 und Frühling 2013 die Erarbeitung des Masterplans eng begleitet.

## 2 Marktanalyse

Die Struktur der Marktanalyse orientiert sich an der Branchenanalyse nach dem Fünf-Kräfte-Modell von Porter (Porter 1979). Sie wurde an die Anforderungen des Masterplans angepasst (vgl. Abbildung 1).

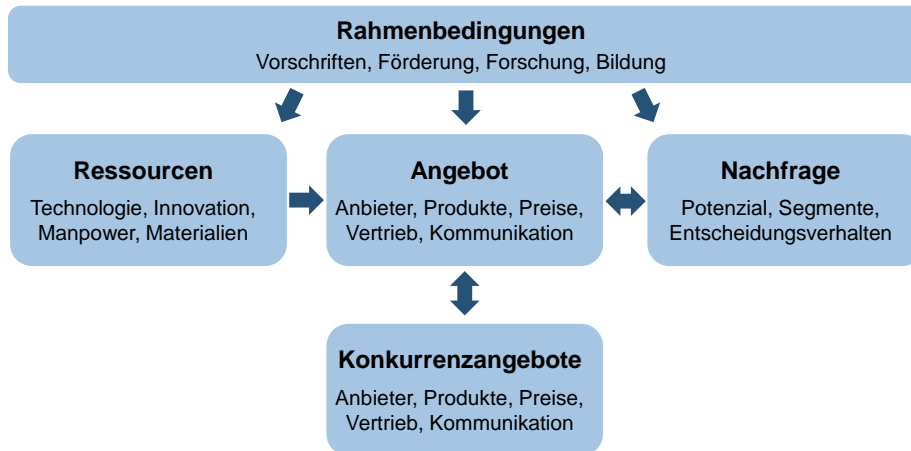


Abbildung 1: Übersicht der Analysestruktur

Im Zentrum steht das *Angebot*, die Branche mit ihren Anbietern, Produkten, Preisen, Vertriebssystemen und Kommunikationsstrategien. Das Angebot ist auf verschiedene *Ressourcen* angewiesen, insbesondere auf Technologien, Manpower und Materialien. Im Markt stehen diesem Angebot *Konkurrenzangebote* gegenüber, also andere Technologien zur Wärmeproduktion, die ihrerseits andere Anbieter, Preise, Vertriebskanäle haben. Die *Nachfrage* wird ebenso analysiert, der Wärmebedarf in der Schweiz und das Potenzial der verschiedenen Segmente. Schliesslich werden all diese Themenfelder von den *Rahmenbedingungen* beeinflusst, von Vorschriften, Förderprogrammen, Forschung und Bildung. In der nachfolgenden Marktanalyse werden die einzelnen Marktkräfte analysiert und bewertet.

### 2.1 Nachfrage

#### Wärmebedarf in der Schweiz

Die Produktion von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme benötigt mit rund 450 PJ pro Jahr knapp über die Hälfte des inländischen Endenergiebedarfs der Schweiz (BFE 2011a). Es wird erwartet, dass der Wärmebedarf über die nächsten 40 Jahre abnehmen wird. Je nach Ausgestaltung der Energiepolitik fällt der Bedarf zwischen 31% und 55% (Abbildung 2). Der Raumwärmebedarf soll wegen besserer Neubauten und energetischer Sanierungen sehr stark abnehmen. Im Vergleich dazu bleibt der Wärmebedarf für Warmwasser auch in Zukunft ähnlich wie heute. Bei der Prozesswärme wird von einem Einsparpotenzial ausgegangen, das etwas geringer ist als dasjenige der Raumwärme. So sinkt der Anteil der Raumwärme am Gesamtwärmebedarf von heute knapp 70% im Szenario «neue Energiepolitik» des Bundesamtes für Energie auf gut 50%, während Warmwasser und Prozesswärme prozentual an Bedeutung gewinnen.

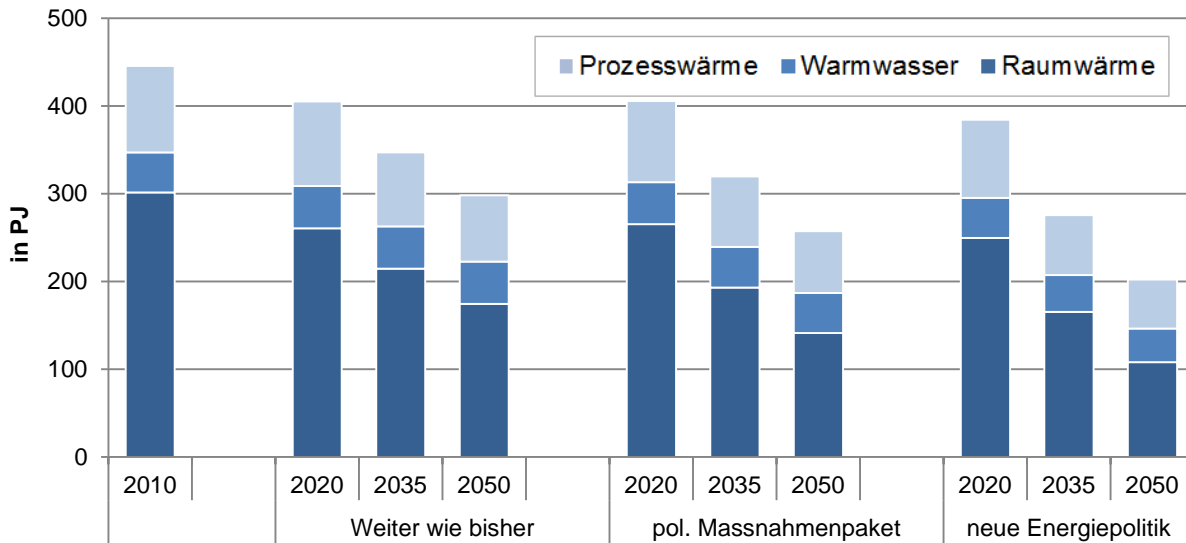


Abbildung 2 Entwicklung des Wärmebedarfs in der Schweiz in Abhängigkeit des energiepolitischen Szenarios (BFE / prognos 2012)

Bei der wichtigsten Kategorie, der Raumwärme, machen Einfamilienhäuser nur einen kleinen Anteil aus (siehe Abbildung 3). Der Bedarf bei Mehrfamilienhäusern und anderen Wohngebäuden ist ungefähr doppelt so hoch.

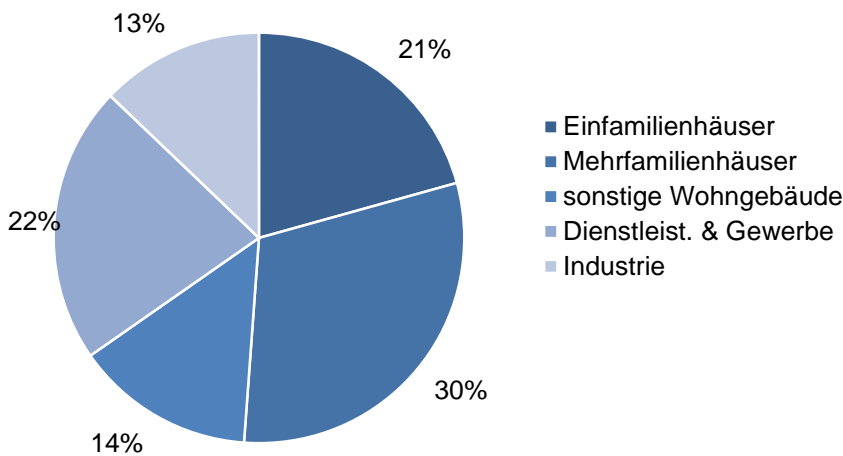


Abbildung 3 Energiebezugsflächen nach Gebäudenutzung (BFE / Wüest & Partner 2004)

Es ist derzeit nicht bekannt, wie sich in der Schweiz der Bedarf an Prozesswärme auf die verschiedenen Industriebranchen verteilt. Studien in anderen Ländern (Italien, Schweden, Niederlande, Deutschland, Österreich, Zypern, Wallonien, Griechenland, Spanien, Portugal) können aufgrund unterschiedlicher Industriestrukturen zwar nicht direkt übertragen werden, sie geben aber erste Indizien zu geeigneten Branchen. In Deutschland beispielsweise macht die Prozesswärme unter 250°C rund 8% des Gesamtbedarfs an Prozesswärme aus (Universität Kassel 2011). Als Branchen mit einem hohen Bedarf an Wärme unter 250°C und somit hohem Potenzial für die Solarwärme werden die chemische Industrie, die Lebensmittelindustrie und die Papierindustrie identifiziert (siehe Abbildung 4).

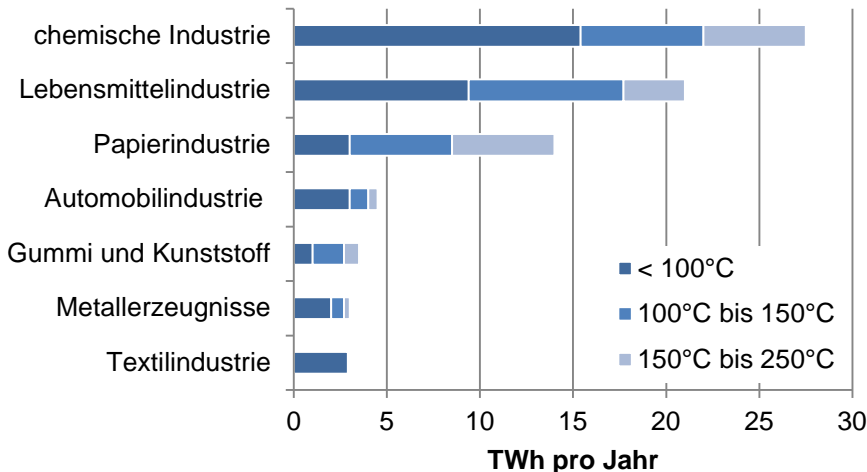


Abbildung 4 Bedarf an Prozesswärme ausgewählter Branchen in Deutschland (Universität Kassel 2011)

In der Übersicht der verschiedenen Länderstudien kristallisieren sich die Papierindustrie, die Lebensmittelindustrie (Molkereien, Brauereien, Fleisch-, Gemüse- und Früchteproduktion), die Textilindustrie, die Maschinen-/Fahrzeugindustrie sowie die chemische Industrie als interessante Branchen heraus. In einzelnen Ländern kommen spezifische Industrien hinzu (Kork, Leder, Tabak, Wasserentsalzung, Kunststoff, Wäschereien, Holz, etc.).

### Potenzial der Solarwärme in der Schweiz

Eine kürzlich veröffentlichte Studie schätzt das technische Potenzial der Solarwärme auf 30% bis 61% des Wärmebedarfs des Wohngebäudeparks (BFE / NET AG 2012). Die Bandbreite widerspiegelt verschiedene Referenzvarianten. Der tiefere Anteil von 30% wird in einem Szenario mit konventionellen Solarwärmesystemen und einem tiefen Wärmebedarf (8-Liter-Gebäuden bzw. ca. 80 kWh pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche) erreicht; der höchste Anteil von 61% wird in einem Szenario mit neuen, leistungsstarken Systemen (erhöhte Speicherleistung) und einem sehr tiefen Wärmebedarf erreicht (3-Liter-Gebäude). Soll das Potenzial ausgeschöpft werden, bedeutet dies insbesondere, dass die Solarwärme nicht nur zur Produktion von Warmwasser, sondern auch in grossem Massstab für die Raumheizung eingesetzt wird. Das wirtschaftliche Potenzial ist bei den heutigen Rahmenbedingungen einiges tiefer als das ausgewiesene technische Potenzial.

Ein Grossteil des Wohngebäudeparks ist heute nicht oder schlecht isoliert und hat einen deutlich höheren Wärmeverbrauch als die Standardbauten der Potenzialberechnung (nicht isolierte Gebäude entsprechen ungefähr einem 20-Liter-Gebäude). Um die vorgängig genannten Anteile von 30% bis 61% zu erreichen, ist daher die energetische Sanierung des Gebäudeparks eine wichtige Voraussetzung.

### Aktuelle Nachfrage

Im Jahr 2011 wurden knapp 150'000 Quadratmeter Kollektorfläche (verglast und unverglast) installiert. Der grösste Anteil davon sind neue Anlagen, nur sehr wenige dienen derzeit schon dem Ersatz bestehender Anlagen. Den grössten Anteil der installierten Fläche machen Flachkollektoren aus, deren Absatz ab 2005 stark zunahm (Abbildung 5). Gewichtige Gründe für die Zunahme waren steigende Energiepreise sowie eine verstärkte staatliche Förderung. Seit 2009 stagniert beziehungsweise sinkt die Nachfrage. Für 2012 wird mit einem weiteren Nachfragerückgang von ca. 10% gegenüber dem Vorjahr gerechnet.

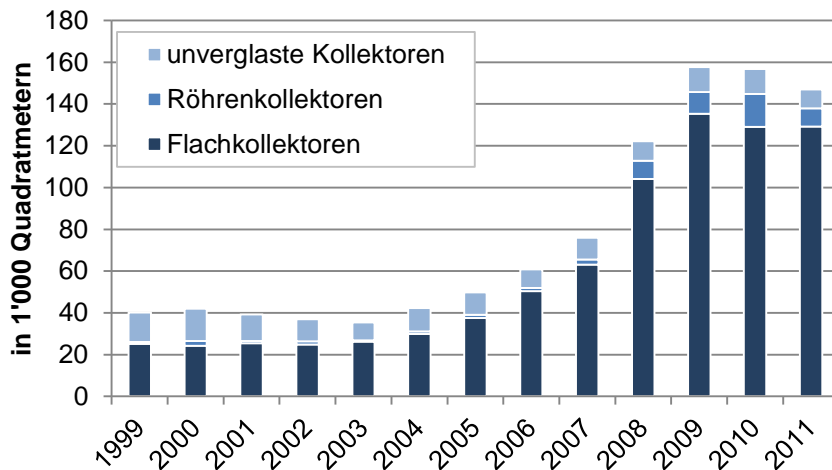


Abbildung 5 Jährlich installierte Kollektorfläche in der Schweiz (BFE / Swissolar 2012)

In der Schweiz sind heute etwas mehr als 0.1 Quadratmeter Sonnenkollektoren pro Person installiert. Im internationalen Vergleich liegt die Schweiz damit bezüglich Solarwärme vor Frankreich und Italien, aber hinter Deutschland und Österreich, das einen Spitzenwert ausweist (vgl. Abbildung 6).

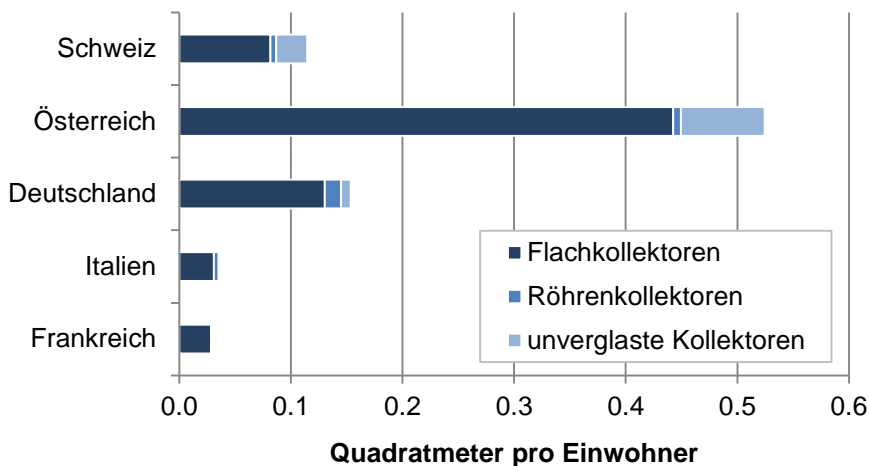


Abbildung 6 Installierte Quadratmeter pro Einwohner im Vergleich zu den Nachbarländern (IEA 2011)

Ende 2011 waren in der Schweiz rund 1.1 Mio. Quadratmeter Kollektoren (verglast und unverglast) installiert. Sie produzieren pro Jahr rund 460 GWh Wärme. Wäre diese Wärme mit Heizöl erzeugt worden, hätte sie pro Jahr einen Ausstoss von rund 120'000 Tonnen CO<sub>2</sub> verursacht.

## Kundensegmente

Die verschiedenen Kundensegmente unterscheiden sich in ihren Bedürfnissen:

- *Eigenheimbesitzer* sind tendenziell weniger kostensensibel und gewichten die Umweltfreundlichkeit und die eigene Wärmeproduktion als wichtige Faktoren. Die Ästhetik der Anlage ist typischerweise von grosser Bedeutung.
- *Eigentümer von Mehrfamilienhäusern* haben höhere Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und sind weniger häufig bereit, einen Aufpreis zu bezahlen respektive Zusatzaufwand auf sich zu nehmen. Die Kundenfreundlichkeit der Anlage (Einbindung in bestehendes System, technische Reife, Wartungsaufwand) ist von grösserer Bedeutung.
- *Dienstleistungs- und Industrieunternehmen* haben typischerweise die höchsten Anforderungen an die Amortisationsdauer neuer Investitionen und Verlässlichkeit des Systems. Die Unternehmen möchten nicht primär eine Solaranlage, sondern ein wartungsarmes, zuverlässiges und effizientes Heizsystem. Dafür ist der Anspruch an eine besonders ästhetische Einbindung der Anlage nicht so hoch.

Die vorgenommene Segmentierung gilt nicht starr in jedem Fall, sondern zeigt lediglich Tendenzen auf. So gibt es Eigenheimbesitzer, die den Entscheid für ein Heizungssystem rein ökonomisch bewerten. Ebenso gibt es Industriebetriebe, welche aus Umwelt- und Marketinggründen Sonnenkollektoren einsetzen.

## 2.2 Angebot

### Produkte

Abbildung 7 zeigt eine Übersicht der derzeit in der Schweiz installierten Kollektorarten. Noch vor 10 Jahren machten die verglasten Kollektoren rund die Hälfte der in der Schweiz installierten Kollektoren aus. Ihr Anteil ist jedoch stetig gewachsen und beträgt heute 80% der Anlagen.

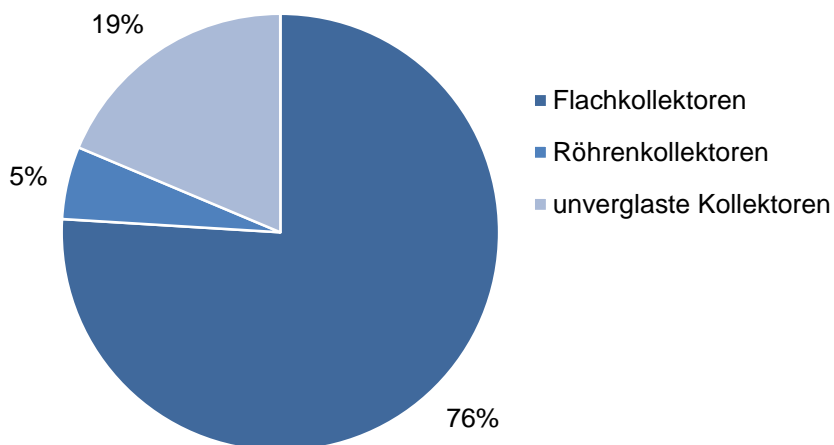


Abbildung 7 Installierte Flächen in der Schweiz Ende 2011 (BFE / Swissolar 2012)



## Anwendungen

Die Anwendungen der Solarwärme reichen von der solaren Kühlung, die noch in der Entwicklung steht, bis zur Wassererwärmung, die sich auf dem Markt bereits etabliert hat. Im Folgenden werden die einzelnen Anwendungen kurz erläutert:

*Wassererwärmung:* Am weitesten entwickelt ist die Wassererwärmung mittels Solarwärme. Diese Anwendung ist besonders geeignet, da Warmwasser über das ganze Jahr gebraucht wird und nicht nur in den kühlen Monaten. So decken die Anlagen typischerweise zwischen 40% und 80% des Wärmebedarfes für Warmwasser. Solarwärme wird meist in Wohnbauten, aber auch in Heimen, Hotels und anderen Gebäuden mit Warmwasserbedarf eingesetzt. Knapp drei Viertel der in der Schweiz installierten Flächen sind Anlagen, die ausschliesslich Warmwasser erwärmen (siehe Abbildung 8).

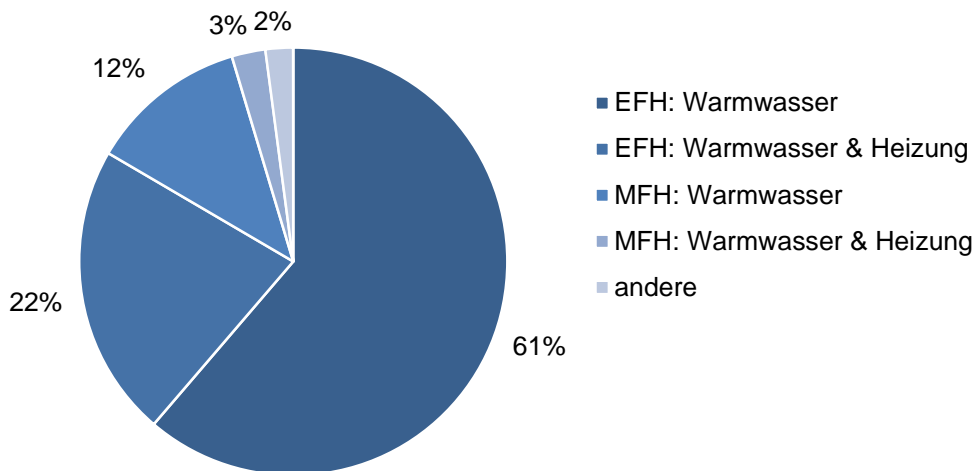


Abbildung 8 2001-2011 installierte Flachkollektor-Anlagen in der Schweiz (EFH = Einfamilienhaus, MFH = Mehrfamilienhaus) (BFE / Swissolar 2002 – 2012, Total = 76'163 Anlagen)

*Heizungsunterstützung:* Systeme, die sowohl Warmwasser erzeugen wie auch die Heizung unterstützen, sind weniger etabliert. Auch diese Anlagen finden derzeit hauptsächlich bei Wohnbauten ihre Anwendung und machen bei den Flachkollektoren bereits einen Anteil von 25% aus (siehe Abbildung 8). Heizungsunterstützende Anlagen decken typischerweise zwischen 20% und 50% des gesamten Wärmebedarfs ab.

Um noch höhere Deckungsgrade zu erreichen, müsste die in den Sommermonaten anfallende Wärme in den kalten Monaten genutzt werden können. Erste Demonstrationsanlagen zeigen, dass eine solche langfristige Wärmespeicherung mit sehr grossen Wasserspeichern bei Neubauten grundsätzlich möglich ist (z.B. Jenni-Häuser). Weitere Möglichkeiten einer langfristigen Wärmespeicherung im Neubaubereich bieten Betonfundamente oder sogenannte Kieskoffer. Um jedoch auch bei bestehenden Gebäuden hohe Deckungsgrade erreichen zu können, müssen neue Technologien und Anwendungen für die Langzeitspeicherung entwickelt werden (siehe auch Kapitel 2.4).

Da die Solarwärme nicht den ganzen Wärmebedarf abdecken kann, muss sie mit anderen Heizsystemen kombiniert werden. Grundsätzlich lassen sich Solarwärmesysteme mit allen gängigen Wärmeerzeugern kombinieren (Öl-, Gas-, Pellet- oder Stückholzheizungen sowie Wärmepumpen).

Die Heizungsunterstützung eignet sich insbesondere bei sanierten Einfamilienhäusern. Oft kann der Wärmebedarf für die Raumheizung nicht so tief gesenkt werden wie in Neubauten. Da lohnt sich ein bivalentes System mit Solarwärme zur Reduktion der Brennstoff- oder Stromkosten.

*Wärmenetze:* Wärmenetze versorgen mehrere Gebäude über eine zentrale Heizung. Solarthermische Anlagen können Wärme in solche Netze einspeisen. In der Schweiz wurden bisher nur einzelne Anlagen realisiert. Allgemein sind die Erfahrung und das Know-how zur Einbindung von thermischen Solaranlagen in Wärmeverbände in der Schweiz noch gering. Die Anwendung eignet sich besonders wenn auch über die Sommermonate ein konstanter Wärmebedarf mit vergleichsweise niedrigen Vor- und Rücklauftemperaturen besteht, so dass die Kollektoranlage fast vollständig die benötigte Wärme bereitstellen kann. Ein gutes Beispiel hierfür ist der Wärmeverbund des Werkhofs in Lausen, bei dem in den Sommermonaten fast vollständig auf den Betrieb des vorhandenen Gaskessels verzichtet werden kann.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit für Solarkollektoren innerhalb eines Wärmenetzes wäre die dezentrale Bereitstellung von Warmwasser. Aufgrund des oftmals niedrigeren Temperaturniveaus bei Wärmenetzen im Sommer muss in dieser Zeit durch weitere in den einzelnen Gebäuden installierte Wärmeerzeuger die Vorlaufemperatur nachträglich angehoben werden. Mit Hilfe einer thermischen Solaranlage könnten somit die Betriebsstunden des nachgeschalteten Wärmeerzeugers deutlich reduziert werden.

Vor allem in Skandinavien wird der Einsatz von Solarwärme in Wärmenetzen stark vorangetrieben. Dies liegt unter anderem daran, dass viele Gebäude bereits über Wärmenetze beheizt werden. Das Potenzial ist in der Schweiz aufgrund der im Vergleich geringeren Anzahl an Wärmenetzen deutlich kleiner.

*Prozesswärme:* Die Bereitstellung von Prozesswärme durch eine Solaranlage ist in der Schweiz ebenfalls noch nicht weit verbreitet. Dies liegt vor allem an der noch fehlenden Wirtschaftlichkeit. Die Voraussetzungen hierfür sind vor allem gegeben, wenn konstant über das Jahr hinweg eine Prozesstemperatur von unter 100°C oder besser unter 80°C benötigt wird. Für den Einsatz von solarer Prozesswärme geeignete Industrieprozesse sind vor allem Reinigungs- und Trocknungsprozesse (mit Heissluft), die Vorwärmung von Kesselzusatzwasser für Dampfnetze oder auch die direkte Erzeugung von Heisswasser als Rohmaterial (siehe Abbildung 9). Mittels konzentrierender Solarwärme (beispielsweise mit Parabolrinnenkollektoren) kann direkt Dampf produziert und können höhere Temperaturen erreicht werden. Pionieranlagen werden in der Schweiz derzeit in Molkereien eingesetzt. Weitere Anlagen dienen beispielsweise der Warmhaltung von Paraffin (Theo Fischer AG) und von Bitumen (Colas Suisse SA) oder der Beheizung eines Tauchbeckens einer Lackieranlage (Zehnder Group Schweiz AG).

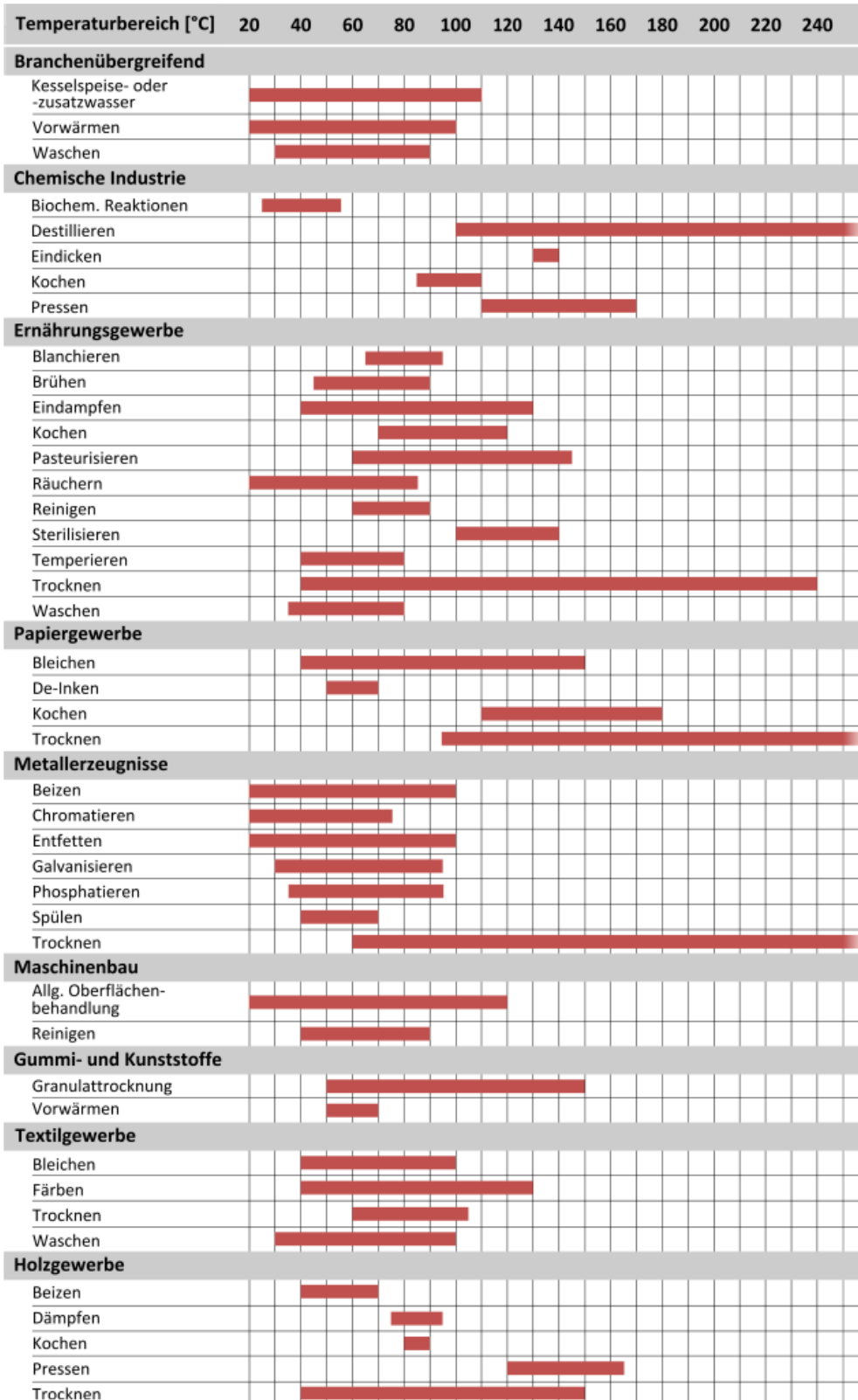


Abbildung 9 Geeignete Prozesse zur Integration der Solarwärme<sup>1</sup> (Universität Kassel 2011)

<sup>1</sup> De-Inken bedeutet das Abtrennen von Druckfarben vom Papier.

*Solares Kühlen:* Vereinzelt werden Solarwärmeanlagen auch bereits zu Kühlzwecken eingesetzt. Ein gutes Beispiel ist das im Jahr 2006 mit dem Solarpreis ausgezeichnete Verwaltungsgebäude der Berner Kantonalbank in Thun oder das Gemeindezentrum in Affoltern am Albis. Aus heutiger Perspektive ist jedoch die Kombination einer Kältemaschine mit der Photovoltaik wirtschaftlicher.

### Qualität

Die Qualität der in der Schweiz eingebauten *Komponenten* wird von Branchenvertretern durchwegs als gut beurteilt. Dazu beigetragen hat vor allem, dass in der Schweiz schon lange vor der Einführung des Europäischen Qualitätslabels «Solar Keymark» eine bestandene Qualitätsprüfung nach geltenden Normen, bzw. auch das SPF Qualitätslabel Voraussetzung für die Förderung war. Ebenso wichtig ist die Verfügbarkeit eines starken Prüflabors, das den Herstellern für ihre Entwicklungs- und Qualitätssicherungsarbeiten zur Verfügung steht. Eine Stichprobenkontrolle der Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft im 2012 hat jedoch gezeigt, dass die Qualität der *Installation* nicht flächendeckend gewährleistet ist. Die Installation wurde bei weniger als der Hälfte der geprüften Anlagen für gut befunden, die Qualität der meisten Installationen war ausreichend, rund ein Fünftel wurde als schlecht beurteilt. Probleme wurden vor allem bei der hydraulischen Verrohrung, der Funktion der Solarregler und beim Materialeinsatz für die Dämmung festgestellt. Die Eigentümer der kontrollierten Anlagen waren jedoch unabhängig von der Qualität fast durchgehend mit ihren Anlagen und dem Service zufrieden. Da wegen des bivalenten Systems in jedem Fall Wärme geliefert wird, bemerken Bewohner auch gröbere Mängel oft nicht.

Ein Grund für die mangelnde Qualität kann die hohe Komplexität und fehlende Standardisierung der Anlagen sein. Ein weiterer Grund liegt in der fehlenden Erfahrung vieler Installateure. Neben spezialisierten Solarunternehmen, die über erfahrene Mitarbeiter verfügen, gibt es auch viele Gelegenheitsinstallateure, die nur passiv auf die Nachfrage ihrer Kunden reagieren und nur wenige Anlagen pro Jahr realisieren. Hier ist das Risiko für eine mangelhafte Installation am grössten.

### Preise

Die Preise für Solaranlagen variieren je nach Typ und Grösse. Tabelle 1 zeigt geschätzte Preise für eine idealtypische Solaranlage zur Warmwasseraufbereitung in der Schweiz, Österreich und Deutschland. Sowohl Anlagekosten wie auch die Installation sind in der Schweiz rund doppelt so teuer wie in Österreich und Deutschland.

	Schweiz	Österreich	Deutschland
<i>Dimensionierung</i>	4 m <sup>2</sup> , 500 Liter	6 m <sup>2</sup> , 300 Liter	5 m <sup>2</sup> , 300 Liter
<b>Gesamtkosten</b>	<b>14'000 - 16'000</b>	<b>7'000</b>	<b>5'000 – 7'000</b>

*Tabelle 1 Preise für Standardanlagen in Schweizer Franken ohne Förderung (inklusive Montage und Mehrwertsteuer, Umrechnung: 1.20 Fr. pro Euro, Quelle: Swissolar, austria solar sowie bsw solar)*

Zwischen 1994 und 1999 verdoppelte sich die kumulierte Produktionserfahrung, und die Preise für Gesamtsysteme (mit Flachkollektoren) sanken in der Schweiz schätzungsweise um 15% (BFE / infras 2005). Seit 1999 hat sich die Produktionserfahrung mehr als vervierfacht. Bei einer konstanten Lernkurve müssten die Preise daher heute nochmals um 30% tiefer liegen. Für die Preisentwicklung seit 1999 liegen jedoch keine verlässlichen Daten vor. Gemäss Aussagen der Interviewpartner haben sich die Preise seither jedoch nicht

reduziert. Eine ähnliche Entwicklung ist in Deutschland zu beobachten: Die Preise für Warmwasser-Anlagen sanken zwischen 1984 und 1998 stark, blieben dann aber 10 Jahre lang nahezu konstant (AEE 2010).

Eine Analyse der Systempreise in Deutschland hat ergeben, dass dort die Anlagen zu rund 40% des Endkunden-Systempreises an den Grosshandel und die Installateure verkauft werden (BSW 2012, siehe Abbildung 10). Die Hälfte des Endpreises erhält der Installateur. Für die Schweiz liegt derzeit keine Analyse der Systempreise vor.

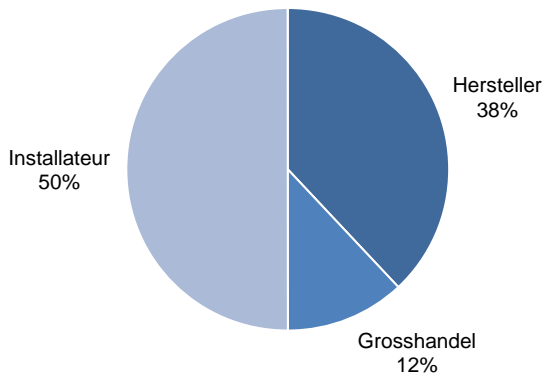


Abbildung 10 Struktur des Endkunden-Systempreises einer heizungsunterstützenden Anlage mit 11 Quadratmetern Flachkollektoren im Jahr 2011 für Deutschland (Nettopreis ca. 8'500 Euro; BSW 2012)

Obwohl die Preise in Deutschland über 50% tiefer sind als in der Schweiz, geht der deutsche Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) von einem erheblichen Kostensenkungspotenzial aus (BSW 2012). Konkret sieht er folgende technische Kostensenkungspotenziale:

- Kosten der Kollektoren senken durch die Substitution teurer Materialien
- Unterkonstruktion durch höhere Vorfertigung vereinfachen
- Montage vereinfachen durch Standardisierung und Optimierung bezüglich Fehlervermeidung
- Kosten der Kollektoren senken durch alternative Herstellungsprozesse und/oder neue Kollektorkonzepte (z.B. Kunststoffkollektor)
- Wirtschaftlichkeit durch Entwicklung eines thermochemischen Langzeitspeichers erhöhen

Gemäss BSW können die tiefen Nettopreise in Deutschland bis 2030 nochmals um gut 40% reduziert werden. 10% sind bereits bis 2015 möglich, danach verlaufen die Preise vorübergehend stabil, da thermochemische Speicher auf den Markt kommen werden, die zunächst teurer sein werden. Zwischen 2020 und 2030 ist wiederum eine grössere Einsparung möglich. Bei den Kollektoren (jeweils über Herstellung, Handel und Marge Handwerk zusammen) geht der BSW insgesamt von einem Reduktionspotenzial von 60%, bei den Speichern von 30% und bei der Montage von 35% aus. Für die Schweiz bestehen keine Studien zu Kostensenkungspotenzialen.

## Vertrieb

Flach- und Röhrenkollektoren werden in der Schweiz primär über den Installateur vertrieben (vgl. Abbildung 11). Bei den Flachkollektoren sind zudem Händler von Bedeutung, bei den Röhrenkollektoren wurden rund ein Fünftel direkt vom Produzenten an die Bauherrschaft verkauft. Beim wichtigsten Vertriebskanal, den

Installateuren, gibt es heute spezialisierte Solarunternehmen aus der Gebäudetechnikbranche. Es gibt jedoch auch zahlreiche Gelegenheitsinstallateure, die bisher nur passiv auf die Nachfrage ihrer Kunden reagieren und pro Jahr nur einige wenige Anlagen installieren.

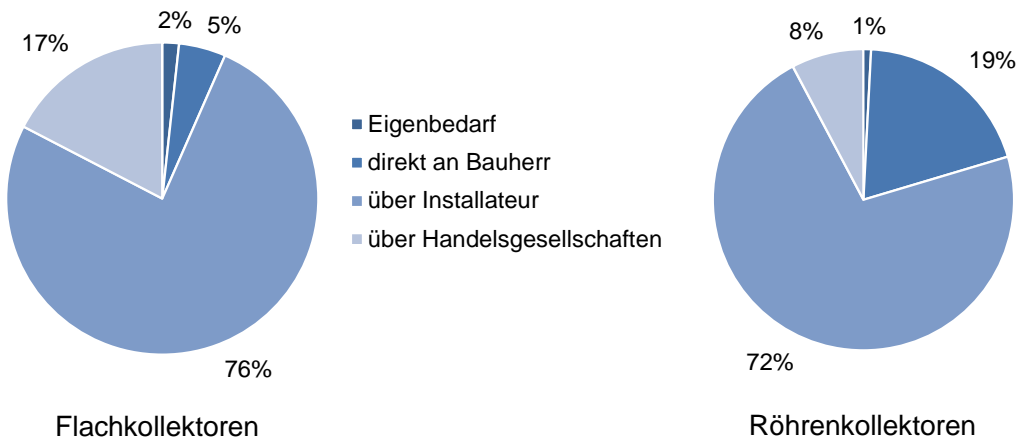


Abbildung 11 Vertriebskanäle der 2001–2011 installierten Quadratmetern für Flachkollektoren und Röhrenkollektoren, (BFE / Swissolar 2002–2012)

### Struktur der Branche

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick zur Solarwärme-Branche und deren wichtigsten Teilnehmern, strukturiert anhand der Wertschöpfungskette.



Abbildung 12 Übersicht zur Solarwärme-Branche in der Schweiz (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)



In der gesamten Wertschöpfungskette spielen Schweizer Firmen eine wichtige Rolle (vgl. *Abbildung 12*). In der Schweiz ist das Institut für Solartechnik (SPF) an der Hochschule für Technik in Rapperswil das nationale Kompetenzzentrum. Hier wird sowohl im Bereich der Komponenten (neuartige Speicher- und Kolleortechologien) als auch zu neuen Materialien und der Anlagenintegration Forschungs- und industrieunterstützende Entwicklungsarbeit geleistet. Zusätzlich wird ein seit über 30 Jahren weltweit führendes, international in der Normung und Zertifizierung vernetztes unabhängiges Prüflabor betrieben. Dies ermöglicht der Branche, ihre Produkte sowohl zu prüfen als auch international zertifizieren zu lassen. Mindestens so wichtig ist der Zugang zu der umfassenden Mess- und Prüfinfrastruktur, die es auch kleinen und mittleren Unternehmen ermöglicht, auf höchstem Niveau Forschung und Entwicklung zu betreiben.

In grösseren Mengen produzieren in der Schweiz die zwei Firmen Ernst Schweizer und Soltop Kollektoren für den lokalen Markt, wobei Ernst Schweizer zudem auch Kollektoren ins Ausland exportiert. Seit rund vier Jahren nimmt die Bedeutung des Importes – vor allem durch die europäischen Heizungshersteller – stark zu. Wichtige Importeure in der Schweiz sind u.a. Helvetic Energy, Buderus, Stiebel Eltron, Elco, Walter Meier und Viessmann. Vertrieben, geplant und installiert werden die Anlagen von Unternehmen aus den Gebäudetechnik-Branchen (v.a. Heizungs-, Spengler- und Sanitärfirmen), von spezialisierten Solarunternehmen sowie von den Herstellern selbst.

Die Schweiz kann sich selbst mit Flachkollektoren versorgen (siehe *Abbildung 13*). 2011 wurden fast 50% der verkauften Quadratmeter importiert und 45% der in der Schweiz produzierten Quadratmeter exportiert. Die Exportzahlen stiegen in den Jahren 2006 und 2008 stark an und haben seither abgenommen. Im Gegenzug stiegen die Importzahlen vor allem in den Jahren 2008 und 2009.

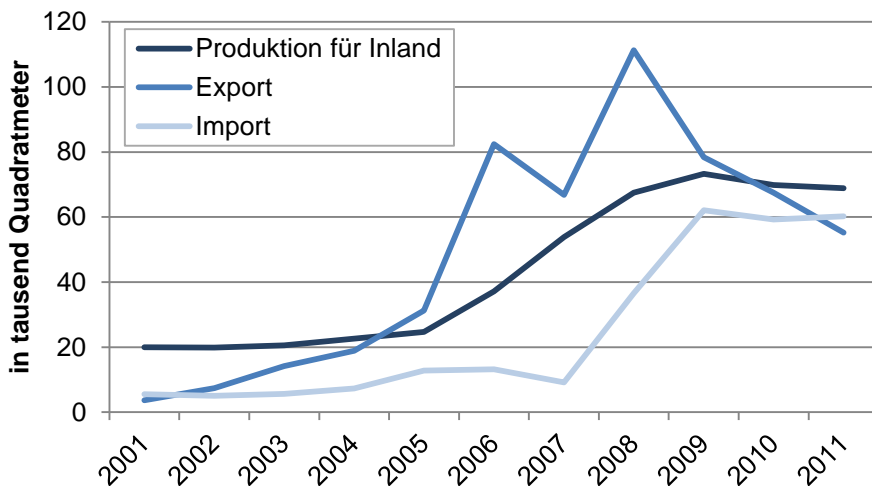


Abbildung 13 Übersicht der Herkunft von Flachkollektoren in der Schweiz

## 2.3 Konkurrenzangebot

Andere Heizsysteme konkurrieren und komplementieren die Solarwärme.

### Produkte

Die wichtigsten Alternativen zur Solarwärme für Heizungsanwendungen sind Öl, Gas und Holz sowie Elektrowiderstandsheizungen und Wärmepumpen. Heute dominieren in Schweizer Bauten mit Wohnnutzung die mit fossilen Energieträgern betriebenen Heizungen. Die in Abbildung 14 verwendeten Daten des Bundesamtes für Statistik erfassen pro Gebäude nur den Hauptenergieträger. Zudem finden nicht alle Heizungsersatzteile Eingang in der Statistik. Folglich weist die Statistik einen zu tiefen Anteil für Sonnenkollektoren aus. Die Verkaufsdaten (BFE / Swissolar 2002-2012) legen nahe, dass in ca. 1.5% der Bauten Sonnenkollektoren zur Heizungsunterstützung verwendet werden.

Bei der Wassererwärmung kommen als Konkurrenzprodukte zusätzlich noch Elektroboiler hinzu. Ihre Bedeutung nimmt jedoch ab, da der Neueinbau eines Elektroboilers zur ausschliesslichen Erwärmung des Brauchwarmwassers nicht erlaubt ist. Auch hier finden viele nachträgliche Installationen von Sonnenkollektoren keinen Eingang in der Statistik. Wird wieder von den verkauften Solarwärmeanlagen ausgegangen, liegt der Anteil der Sonnenkollektoren an den Warmwassererzeugungsanlagen bei rund 5%.

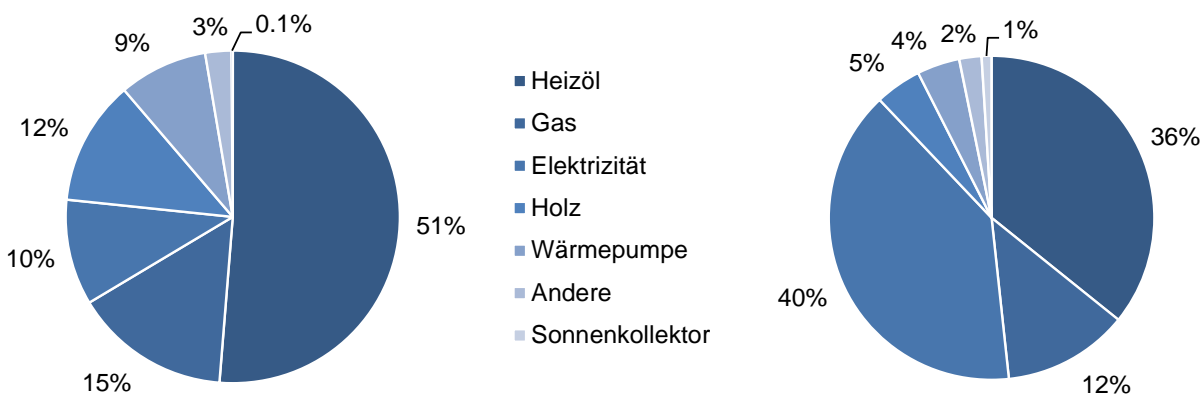


Abbildung 14 Bauten mit Wohnnutzung strukturiert nach Energieträger für die Heizung (links) und Warmwasser (rechts), (BFS 2012a)

### Systemkonkurrenz

Mit dem Preiszerfall von Photovoltaik-Modulen wird Photovoltaik in Kombination mit einer Wärmepumpe immer häufiger zur Produktion von Wärme eingesetzt. Die heutige Förderpolitik unterstützt diesen Trend zusätzlich. Seit Kurzem werden beispielsweise auf dem Markt Komplettpakete für die Wassererwärmung angeboten, die aus Photovoltaikmodulen, Wechselrichter und einer Luft-Wasser-Wärmepumpe mit integriertem Boiler bestehen. Die Steuerung ist so ausgelegt, dass die Wärmepumpe dann läuft, wenn die Sonne scheint. Systeme zur Raumheizung sollen folgen. In der Tabelle 2 werden die Kombinationen Sonnenkollektoren-Holzheizung und Photovoltaik-Wärmepumpe miteinander verglichen. Beide Kombinationen versorgen ein Einfamilienhaus vollständig mit Wärme und werden zur Erreichung des Labels Minergie-A eingesetzt.

	<b>Sonnenkollektoren mit Holzheizung</b>	<b>Photovoltaik mit Wärmepumpe</b>
<b>Nutzungsgrad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonnenkollektoren: ca. 40% bis 60 %</li> <li>- Holzheizung: abhängig vom Brennstoff 80- 90%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Photovoltaik: ca. 15%</li> <li>- Wärmepumpe: Jahresarbeitszahl ca. 2.5 – 4</li> <li>- Gesamtnutzungsgrad der Wärmeproduktion: ca. 38-60%</li> </ul>
<b>Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eignung für Neubau und Sanierung</li> <li>- regionaler Energieträger Holz (Wertschöpfung)</li> <li>- Sonnenkollektoren verringern den Teillastbetrieb der Holzheizung im Sommer</li> <li>- Sonnenkollektoren verringern die Brennstoffkosten</li> <li>- Wärme ein paar Tage speicherbar, darüber hinaus gehender Überschuss geht verloren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- überschüssiger Strom kann ins Stromnetz eingespeist werden</li> <li>- Photovoltaik verringert die Stromkosten</li> <li>- weniger Gewicht auf dem Dach</li> <li>- Wärmepumpe kann Lärm verursachen</li> <li>- effizienter Betrieb in Bauten mit geringem Wärmebedarf (v.a. Neubauten)</li> <li>- zusätzliche Belastung der Stromnetze und Erhöhung des Bedarfs an Stromspeichern</li> </ul>
<b>Förderung</b>	im Durchschnitt aller Kantone (2011): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonnenkollektoren (2011): 2.8 Rp./kWh Wärme</li> <li>- Holzfeuerungen (&lt; 70 kW; 2011): 0.6 Rp./kWh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 33.2 bis 39.4 Rp./kWh Strom (über KEV; Anlagen &lt; 10 kW<sub>p</sub>)</li> <li>- umgerechnet: 8 bis 16 Rp./kWh Wärme<sup>2</sup></li> </ul>

*Tabelle 2: Vergleich zweier Solarkombinationen zur Wärmeversorgung eines Einfamilienhauses (Quellen: Förderung Sonnenkollektoren und Holzfeuerungen: BFE / infras 2012; Förderung Photovoltaik: kostendeckende Einspeisevergütung für Kleinanlagen Feb. 2013)*

Der Nutzungsgrad von Sonnenkollektoren liegt zwischen 40% und 60%. Sonnenkollektoren lassen sich grundsätzlich mit allen Heizungen kombinieren und eignen sich somit ideal bei energetischen Sanierungen. Bei Neubauten wird von Minergie die Kombination der Solarwärme mit einer Holzheizung propagiert. Bei allen Kombinationen werden durch die Solarwärmeanlage die Betriebszeiten des primären Wärmeerzeugers reduziert und dadurch Kosten eingespart. Holz ist fast unbeschränkt lagerbar; heutige Solarwärmesysteme können die produzierte Wärme einige Tage lang speichern. Holzheizungen wie auch Sonnenkollektoren werden in den meisten Kantonen gefördert. Im Jahr 2011 wurden Sonnenkollektoren mit knapp 3 Rp./kWh Wärme und Holzheizungen mit 0.6 Rp./kWh Wärme gefördert (Durchschnitt aller Kantone). Dieser einmalige Investitionsbeitrag liegt bei beiden Heiztechnologien zwischen 10% und 15% der Gesamtinvestition.

Die Kombination einer Photovoltaikanlage mit Wärmepumpe kommt hauptsächlich bei Neubauten mit einem niedrigen Wärmebedarf zum Einsatz. Neubauten sind gut gedämmt und können mit tiefen Vorlauftemperaturen beheizt werden. Dies verringert die Temperaturdifferenz der Wärmepumpe und erhöht somit ihre Effizienz. Bei bestehenden ungedämmten Bauten führen die hohen Vorlauftemperaturen dazu, dass die Kombination nicht sehr effizient eingesetzt wird. Ein Einsatz ist teilweise nicht möglich. Heute wird der erzeugte Solarstrom noch meist vollständig ins Stromnetz eingespeist und nicht direkt selbst verbraucht. Ein wichtiger Vorteil der Photovoltaik ist, dass überschüssige Energie im Sommer ins Stromnetz eingespeist werden kann. Die Preise für Anlagen sind in den letzten Jahren stark gefallen und sinken immer noch. Zudem sind Photovoltaikmodule leichter (Gewicht) sowie einfacher zu installieren. Wärmepumpen können hingegen Lärm verursachen. Die Stromeinspeisung und der Spitzenbedarf für die Wärmepumpe im Winter tragen zur Netzbelastung bei und erhöhen den Bedarf nach Stromspeichern. Die Kosten für die Energiespeicherung werden damit externalisiert. Rechnet man die Förderungen aus der kostendeckenden Einspeisevergütung auf die produzierte Kilowattstunde Wärme um (Jahresarbeitszahl 2.5 bis 4), ergibt dies rund 17 Rp. pro kWh Wärme. Die Förderung für kleine Photovoltaikanlagen soll jedoch ab 2014 geändert werden. Sie sollen nicht

<sup>2</sup> Bei einer Förderung über die KEV gehört der ökologische Mehrwert des Solarstroms nicht mehr dem Hauseigentümer.

mehr über die kostendeckende Einspeisevergütung gefördert werden, sondern über einen einmaligen Investitionsbeitrag von 30%.

### **Wirtschaftlichkeit**

Die Wirtschaftlichkeit der Solarwärme und anderer Wärmeerzeugungsarten ist grundsätzlich vergleichbar. Die wichtigsten Faktoren der Wirtschaftlichkeit sind die Investitionskosten, die Kosten der Energieträger und eine effiziente Anwendung. Im Fall der Solarwärme ist aufgrund der relativ hohen Investitionskosten und der heute noch geringen Langzeitspeicherfähigkeit der Energien die Anwendung dann effizient, wenn während des ganzen Jahres ein grosser, konstanter Bedarf nach Niedertemperaturwärme besteht. Somit ist die Solarwärme heute bei der Heizungsunterstützung weniger wirtschaftlich als bei der Wassererwärmung. Dabei können Anlagen auf Mehrfamilienhäusern aufgrund von Skaleneffekten betriebswirtschaftlich günstiger sein als Anlagen auf Einfamilienhäusern.

Aufgrund der tiefen Preise anderer Energieträger und der hohen Investitionskosten von Solarwärmelösungen – für die Wärmeversorgung in Gebäuden kann Solarwärme nur in Kombination mit einem anderen Heizsystem eingesetzt werden – ist heute die Solarwärme nicht überall wirtschaftlich. Die Wirtschaftlichkeit hängt stark von der Entwicklung der Energiepreise in den nächsten 25 Jahren ab. Hinzu kommen die externen Kosten der unterschiedlichen Systeme wie z.B. Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt.

In Zukunft ist tendenziell mit steigenden Preisen für andere Energieträger zu rechnen: Der Bundesrat sieht in seiner Energiestrategie 2050 vor, die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe zu erhöhen und mittelfristig eine Energieabgabe einzuführen. Die dadurch resultierende Verteuerung anderer Energieträger würde die Wirtschaftlichkeit der Solarwärme verbessern. Noch unklar ist, wie sich die Wirtschaftlichkeit durch bessere Langzeitspeicher und tiefere Investitionskosten verändern wird.

### **Energetische Sanierung als «Konkurrenz»**

Direkte Konkurrenzprodukte zur Solarwärme sind andere Heizsysteme. Darüber hinaus gibt es auch die Investitionskonkurrenz, bei der die Solarwärme in Konkurrenz zur Photovoltaik oder auch zu energetischen Sanierungen steht. Als Energieeffizienzmassnahme reduziert die energetische Sanierung den Wärmebedarf und spart somit Energiekosten ein. Im Vergleich der Investitionskosten pro eingesparte Kilowattstunde schneiden die effizientesten Warmwasseranlagen (wie die Wasservorwärmung auf Mehrfamilienhäusern) ähnlich und teilweise besser ab als die energetische Sanierung<sup>3</sup>. Zudem ist die Installation von Sonnenkollektoren oft unabhängig von anderen Effizienz-Massnahmen und das Investitionsvolumen ist im Vergleich zur Sanierung überschaubar.

## **2.4 Ressourcen**

### **Technologien und Entwicklungsstand**

#### *Verglaste Flachkollektoren*

Verglaste Flachkollektoren sind die allgemein bekannteste und weit verbreitetste Kollektorform. Sie eignen sich für den Temperaturbereich bis etwa 80°C zur Warmwasseraufbereitung, zur Heizungsunterstützung

---

<sup>3</sup> Berechnung gemäss harmonisiertem Fördermodell der Kantone (BFE & EnFK/ Infrac 2010).

und in der Industrie z.B. für Waschprozesse. Zudem können sie leicht in Dächer und Fassaden integriert oder aufgeständert werden. Gute Flachkollektoren verfügen über einen maximalen Wirkungsgrad zwischen 75 und 85%. Bei typischen Betriebsbedingungen liegen die Kollektorwirkungsgrade bei etwa 50% und Warmwasseranlagen erreichen Jahresnutzungsgrade von 35 bis 40%. Bei den Gläsern liegt der Transmissionsgrad bei über 90% (mit Antireflexbeschichtungen sind 95% möglich) und der Absorptionsgrad des Absorbers ist mit etwa 95% ebenfalls schon nahe an 100%. Ziel zukünftiger Entwicklungen ist es, bei möglichst konstant bleibender Kollektorleistung durch einen Wechsel der eingesetzten Materialien weitere Kosten zu sparen und die Lebensdauer zu erhöhen. Bezogen auf den Gesamtpreis einer Anlage (nur etwa 5 % des Endkonsumentenpreises entfallen auf die Kosten des Kollektors) ist die zu erwartende Ersparnis jedoch gering.

#### *Vakuurröhren-Kollektoren*

Auf Grund der besseren Wärmedämmung durch das Vakuum können Vakuurröhrenkollektoren gegenüber Flachkollektoren auch bei Betriebstemperaturen bis 140°C eingesetzt werden. Dadurch wird es möglich, neben der Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung auch vereinzelt industrielle Prozesse mit Wärme über 100°C zu versorgen. Der Ertrag bei Warmwasser- und heizungsunterstützenden Anlagen ist pro eingesetzte Dachfläche etwa gleich gross wie bei Flachkollektoren. Ein weiterer Vorteil liegt in der Möglichkeit, die Kollektoren auch waagrecht (nur die direkt durchflossenen Röhren) auf ein Dach aufzubringen. Sie sind jedoch kein Ersatz für die Dachhaut, wie das mit Flachkollektoren möglich ist. Grundsätzlich gibt es drei unterschiedliche Bauarten von Vakuurröhren, die direkt durchflossenen Vakuurröhren, die Heatpipe-Vakuurröhren und die CPC-Vakuurröhren («Sydney»-Röhren). Bei einem CPC-Kollektor befindet sich hinter den Röhren ein Spiegel, der die Solarstrahlung zusätzlich auf die Rückseite der Röhren umlenkt. Im Vergleich zu Flachkollektoren besteht ein höheres Risiko für Schäden des Kollektors durch Hagel.

#### *Unverglaste Kollektoren*

Auf Grund der fehlenden Abdeckung sind die Wärmeverluste bei unverglasten Kollektoren deutlich höher als bei den anderen Kollektorarten. Dies beschränkt die Anwendungsmöglichkeiten auf niedrige Temperaturniveaus. Für Schwimmbadheizungen werden unverglaste Kollektoren aus Kunststoffen (z.B. EPDM) eingesetzt. Unverglaste Kollektoren aus selektiv beschichteten Edelstahlabsorbern können aber auch für Trinkwasservorwärmanlagen eingesetzt werden. In aktuellen Entwicklungen werden sie als Energiequelle für Wärmepumpen und zur Erdreichregeneration eingesetzt.

#### *Luftkollektoren*

Hier wird anstelle einer Flüssigkeit Luft als Wärmeträgermedium innerhalb des Kollektors eingesetzt, was diverse Vorteile, aber auch Nachteile mit sich bringt. Bekannt sind solche Systeme derzeit vor allem im Zusammenhang mit Heutrocknung. Sie stellen jedoch auch für die Wärmeerzeugung in Gebäuden und für die Prozesswärme eine mögliche Alternative dar.

#### *Parabolrinnenkollektoren und andere Prozesswärmekollektoren*

Parabolrinnenkollektoren bestehen aus einem parabolrinnenförmigen Reflektor, der einachsiger Sonne nachgeführt wird und dabei das einfallende Sonnenlicht auf einen Receiver konzentriert. Der Receiver besteht aus dem von der Wärmeträgerflüssigkeit durchflossenen Absorberrohr, das zur Reduktion der Wärmeverluste von einem Glasrohr umgeben ist. Die Betriebstemperaturen liegen im Bereich von 120 bis 250°C

oder höher, weshalb Parabolrinnen- und Fresnel- sowie andere konzentrierende Kollektoren für industrielle Prozesse über 100°C Betriebstemperatur genutzt werden können. Für diesen Temperaturbereich werden aktuell in der Schweiz auch weitere neuartige Kollektorkonzepte entwickelt und erprobt, wie beispielsweise Hochvakuumflachkollektoren.

### Speicher

Die Wärmespeicherung ist eine Schlüsseltechnologie für eine stärkere Marktdurchdringung der Solarwärme. Bisher sind vor allem Warmwasserspeicher im Gebrauch. Ziel aktueller Forschung ist die Entwicklung von Speichern mit grösseren Volumina (von 1'000 bis 10'000 Liter), die so flexibel aufgebaut werden können, dass sie auch nachträglich in bestehende Gebäude eingebracht werden können. Ausserdem kann über neue Speichermedien die Wärmekapazität bei gleichbleibendem Volumen deutlich erhöht werden. Derzeit gibt es verschiedene Ansätze mit Phasenwechsel- (PCM) oder auch Sorptionsmaterialien. Einer dieser Ansätze ist der Eisspeicher. Aufgrund der Nutzung der Phasenwechselwärme und dem Betrieb der Eisspeicher auf einem niedrigen Temperaturniveau kann mit vergleichsweise kleinen Volumina und geringem konstruktiven Aufwand eine grosse Wärmemenge gespeichert werden.

Bei der Langzeit-Speicherung der Wärme (bis hin zur saisonalen Speicherung) liegt der Fokus auf Erdspeichern, die beispielsweise über ein SONDENSYSTEM erschlossen werden, und langfristig auf thermochemischen Speichertechniken.

Eine weitere Möglichkeit der Langzeit-Speicherung ist die Bauteilaktivierung, wobei die hohe Wärmekapazität massiver Bauteile (meist aus Beton), wie Böden, Decken und Wände, ausgenutzt wird um überschüssige Wärme einzulagern. Solare Jahresdeckungsgrade von 70-100 Prozent sind dabei möglich.

### PVT-Hybridkollektoren

Hybrid- oder PVT-Kollektoren sind thermische Kollektoren, bei denen der Absorber aus Photovoltaik-Zellen besteht. Unverglaste PVT-Kollektoren befinden sich im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium und werden bereits in ersten Demonstrationsprojekten eingesetzt.

Ein Anlagenkonzept mit unverglasten PVT-Kollektoren im Betrieb mit Wärmepumpe und Erdsonde wird z. B. gegenwärtig in einem Pilotprojekt in Zürich erprobt (siehe Abbildung 15).

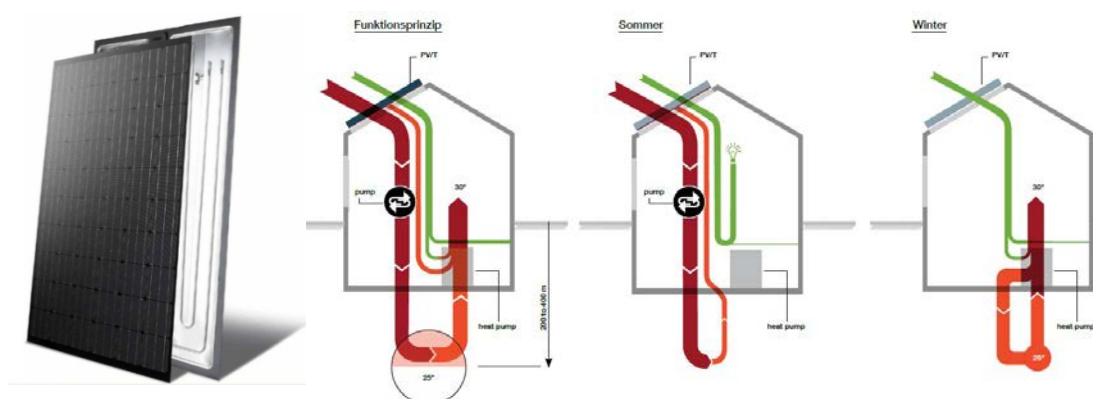


Abbildung 15 Mit dem Hybridkollektor wird Strom und Wärme produziert. Die sommerliche Überschusswärme wird dem Erdreich zugeführt, wodurch im Winter eine höhere Quellentemperatur für die Wärmepumpe verfügbar ist. (Bildquelle: 3S)



## Materialien

Derzeit werden vor allem Metalle wie Kupfer und Aluminium für die Kollektorherstellung verwendet. Neben Einschränkungen bei den konstruktiven Möglichkeiten nehmen diese Materialien auch aufgrund von immer weiter steigenden Metallpreisen einen wachsenden Anteil an den Kollektorkosten ein. Ziel ist es, Kosten zu reduzieren, wobei der Materialwechsel hin zu Kunststoffen neben einer Materialkostensparnis auch die konstruktive Flexibilität erhöhen und das Gewicht reduzieren kann. Dazu sind jedoch noch weitere Anstrengungen notwendig, da die infrage kommenden Kunststoffe (UV- und temperaturbeständig) derzeit noch sehr teuer sind.

Generell ist es das Ziel, Kosten, Bauvolumen und Gewicht zu verringern. Dazu liegt das Augenmerk vor allem auf der Entwicklung von funktionalen, leichten, unempfindlichen und bruchfesten Materialien zur transparenten Abdeckung, als Gehäusematerial, Wärmedämmung oder Absorber.

## Forschung und Entwicklung

Angewandte Forschung und Entwicklung bei der Solarwärme kann in drei Bereiche unterteilt werden:

- Materialentwicklung
- Kollektor- und Komponentenentwicklung
- Anlagen und Systemintegration

Federführend im Bereich der Solarwärme-Forschung in der Schweiz ist das SPF an der Hochschule Rapperswil, wo in allen drei Bereichen geforscht wird. Weitere Forschungseinrichtungen sind das Lesbat in Yverdon, das LESO-PB der EPFL, die Empa in Dübendorf sowie das ISAAC der SUPSI in Canobbio.

Seit 2007 wurden die Forschungsgelder des Bundes für die erneuerbaren Energien in der Schweiz von etwa 40 Mio. Franken auf ca. 70 Mio. Franken erhöht. Der Anteil der Solarwärme an den Forschungsgeldern beträgt nur ungefähr 10%. Damit stehen den Schweizer Forschenden im Vergleich zu anderen europäischen Staaten wie Dänemark, Deutschland, Österreich oder auch Spanien weniger staatliche Gelder zur Verfügung. Rein auf die Solarwärme bezogen sind die direkten Nachbarn Deutschland und Österreich in der Forschung und Entwicklung und damit auch in der Umsetzung weiterhin führend.

Bei Kollektoren für den Schweizer Markt liegt der aktuelle Bedarf in der Forschung und Entwicklung in kostenreduzierenden Massnahmen, bei hermetisch dichten und bei unabgedeckten Kollektoren für den Betrieb in Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen, sowie bei PVT Kollektoren. Ausserdem bei der Entwicklung und der Anwendung von Prozesswärmekollektoren (Parabolrinnen-, Fresnel-, CPC-Kollektoren, Hochvakuunkollektoren) und deren Komponenten. Für diesen Marktbereich sind Entwicklungen von Reflektoren, Receivern und selektiven Hochtemperatur-Absorberrohren für Vakuum- und belüftete Receiver essentiell, wobei Material- und Lebensdaueruntersuchungen von besonderer Bedeutung sind (Aluminium, Kupfer, Eisen, Glas, Kunststoffe).

Bei den Komponentenentwicklungen sind effiziente Pumpen für den Solar-, den Betriebswasser- und den Trinkwasserkreislauf von Interesse sowie standardisierte, vorkonfektionierte kostengünstige und schnell montierbare Be- und Entladeeinrichtungen.

Bei Systemen stehen Pilot- und Demonstrationsanlagen für die Warmwasserversorgung im Mehrfamilienhaus im Vordergrund. Darüber hinaus entsteht momentan ein Forschungs- und Geschäftsfeld in der Arealvernetzung, bei dem mittelfristig die Forschungsarbeiten in der Schweiz auch international Bedeutung erlangen kann («Anergienetze», «Low-Exergie oder Niedertemperaturnetze»). Für die Integration von thermischer Solartechnik in die Gebäudehülle ist die Entwicklung von Montagesystemen wichtig, die schnelle, be-

triebs- und funktionssichere und vor allem kostengünstige Installationen von Solaranlagen ermöglichen. Dies betrifft auch architektonisch ansprechende Installationen von Photovoltaik- und Solarwärmeanlagen nebeneinander.

Bei der Forschung an Wärmespeichern liegt der Fokus momentan vor allem in der Erprobung neuer Materialien mit einer deutlich höheren Energiedichte als Wasser (Ziel ist eine Steigerung um den Faktor 8). In diesem Bereich forscht das SPF momentan beispielsweise an einem Eisspeicher, bei dem sich zum Erreichen einer höheren Speicherdichte der Phasenübergang von fest zu flüssig genutzt wird.

Um die Wärmeverluste bei Wasserspeichern weiter zu minimieren, wird derzeit viel an doppelwandigen Speichern mit einer Vakuumdämmung gearbeitet. Erste Ergebnisse sind sehr vielversprechend, jedoch sind diese Speicher noch relativ teuer und weit von einer Serienproduktion entfernt. Weitere Forschungsarbeiten an klassischen Wasserspeichern befassen sich mit einer verbesserten Temperaturschichtung im Speicher und einer Optimierung der Be- und Entladung.

## **Fachleute**

In der Solarwärmebranche sind Fachleute in der Beratung, Planung, Installation, Inbetriebnahme und Wartung tätig. Im Vergleich zu anderen Wärmesystemen ist die Installation besonders anspruchsvoll und bedarf gut ausgebildeter Fachkräfte. Die Installation einer Solaranlage umfasst die Montage der Kollektoren auf dem Dach, die Verrohrung, die Installation des Kollektorkreislaufes, der Steuerung und der Regelung sowie die hydraulische Einbindung in das Gesamtsystem. Der Einbau einer Anlage bedarf also mindestens vier verschiedener Berufskennnisse (Sanitärinstallateur, Heizungsinstallateur, Dachdecker und Spengler). Eine Weiterbildung zur Installation von Solaranlagen setzt gute Kenntnisse in der Gebäudetechnik sowie fundierte praktische Erfahrung voraus.

In der Schweiz herrscht momentan ein Mangel an qualifizierten Fachkräften, insbesondere für die Installation und Planung von Solarwärme-Anlagen. Durch die derzeit herrschende Hochkonjunktur in der Bauwirtschaft sind Fachkräfte allgemein stark ausgelastet. So besteht für Gebäudetechniker wenig Anreiz, sich zusätzliche Kompetenzen in der Solarwärme anzueignen und Kunden für den Einbau von Sonnenkollektoren zu motivieren. Zudem stellen die Interviewpartner fest, dass es grundsätzlich eine Herausforderung ist, Jugendliche für handwerkliche Berufe zu gewinnen. Die Branche rechnet derzeit damit, dass der Einsatz von kontrollierten Wohnungslüftungen zunehmen wird und aufgrund der politischen Eingriffe die Sanierungsquote erhöht wird. Folglich wird sich der Mangel an Fachkräften verschärfen, falls keine Gegenmassnahmen ergriffen werden. *suissetec* als der grösste Gebäudetechnikverband unternimmt bereits grosse Anstrengungen zur Nachwuchsförderung.

Das bestehende Bildungssystem bietet bereits auf allen Bildungsstufen Angebote an (siehe Tabelle 3). Insbesondere auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe B bestehen zahlreiche Aus- und Weiterbildungen im formalen, nicht-formalen und informellen Bereich. Produzenten ihrerseits bieten auch Tageskurse für die Planung ihrer Anlagen an. Es bestehen also keine gravierenden Lücken im Angebot (BFE 2010). Das Angebot wird jedoch nicht genügend genutzt.

	<b>formale Bildung</b>	<b>nicht-formale und informelle Bildung</b>
<b>Tert. A</b>	<b>Fachhochschule</b> - Master Environmental Engineering - MAS Energieingenieur - Bachelor Gebäudetechnik - Bachelor Erneuerbare Energien und Umwelttechnik - Bachelor Umweltingenieurwesen, Vertiefungsrichtung Erneuerbare Energien - CAS Erneuerbare Energien - CAS Energieberatung - CAS Solarwärme	
	<b>Höhere Fachprüfung</b> - Sanitärmeister/in - Heizungsmeister/in - Sanitärplaner/in - Spenglermeister/in <b>Höhere Fachschule</b> - NDS HF Bau, Energie, Umwelt - Techniker/in HF Energie & Umwelt <b>Berufsprüfung</b> - Chefmonteur/in Sanitär - Chefmonteur/in Heizung - Fachmann/-frau für Wärmesysteme - Polybau Polier/in - Spenglerpolier/in - Energieberater/in Gebäude - Projektleiter/in Solaranlage (in Planung)	<b>Zertifikatskurse</b> - Swissolar Solarwärme Planung - Solarteur - Solartechniker/in  <b>Firmen Tageskurse</b> - Planung
<b>Sek. II</b>	<b>Berufslehre</b> - Polybauer/in - Sanitärinstallateur/in - Heizungsinstallateur/in - Gebäudetechnikplaner/in Heizung - Gebäudetechnikplaner/in Sanitär - Spengler/in	<b>Diverse Anbieter</b> - Swissolar Solarberater/in - Swissolar Solarwärme Basis - Polybau Solarkurs - WWF Solarberater/in (wird überarbeitet)  <b>Firmen Tageskurse</b> - Montage - Installation - Beratung/Verkauf

Tabelle 3: Übersicht Bildungsangebote, die auch Wissen zur Solarwärme vermitteln (BFE 2012b)

## 2.5 Rahmenbedingungen

### Energiepreise

Die Gestehungskosten für Wärme der konkurrierenden Wärmesysteme sind eine wichtige Rahmenbedingung für die Solarwärme. Die Wirtschaftlichkeit der Solarwärme erhöht sich, wenn die Preise für Heizöl, Gas, Holz und Strom steigen, da bei der Solarwärme keine Kosten für Brennstoff anfallen.

Die nachfolgenden Brennstoffpreise beinhalten auch die CO<sub>2</sub>-Abgabe. Diese beträgt bei Heizöl knapp 1 Rappen pro kWh. Die Mineralölsteuer fällt kaum ins Gewicht.

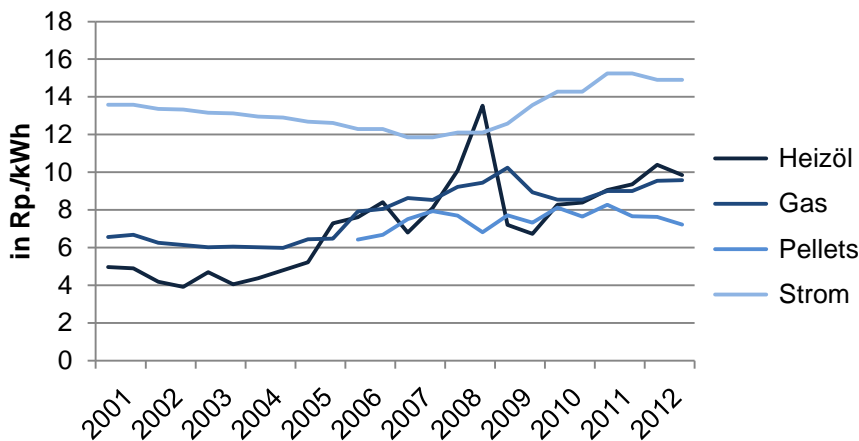


Abbildung 16 Entwicklung der Preise für Heizöl, Gas, Holzpellets und Strom (Durchschnittspreise, Landesindex der Konsumentenpreise, BFS 2012b)

Abbildung 16 zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Preise von Heizöl, Gas, Holzpellets und Strom seit dem Jahr 2001. Die Preise der fossilen Brennstoffe Heizöl und Gas sind seit 2001 gestiegen. 2008 erreichten die Heizölpreise kurzzeitig Höchststände von fast 14 Rp./kWh.

Die zukünftige Entwicklung ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig (politische Entwicklungen, Ölförderquoten, Entwicklung der Nachfrage und Wechselkurse etc.). Die internationale Energieagentur rechnet mit einem Anstieg der Importpreise für Erdöl um rund 35% bis 2035 bei einer Weiterführung der bisherigen Energiepolitik.

In der Schweiz ist ein Anstieg der Preise durch die Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe ab 2014 wahrscheinlich. Falls die CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele nicht erreicht werden, wird die Abgabe erhöht. Auch langfristig schlägt der Bundesrat ein ökologisiertes Steuersystem als Lenkungsmechanismus vor.

## Vorschriften

Die Vorschriften im Gebäudebereich liegen in der Schweiz in der Hoheit der Kantone. Aufgrund von gemeinsam entwickelten Mustervorschriften haben sich die energetischen Vorschriften in den Kantonen in den letzten Jahren stark angeglichen.

Für die Solarwärme relevant ist vor allem der Artikel 1.20 der aktuellen Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE). 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 Energie eingehalten werden. Eine der Standardlösungen zur Erfüllung dieser Anforderung ist 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 (BFE 2012a).

Einige Kantone haben in ihren Energiegesetzen andere oder zusätzliche Anforderungen definiert<sup>4</sup>:

- 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. Diese 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. Ausnahmen gibt es für Bauten, die mit Holz oder einer effizienten 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 ab 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. Mindestens 30% des Bedarfs muss mit Solarwärme oder Energie aus Holz oder Abfall gedeckt werden. In Gebäuden, die mit einer Wärmepumpe beheizt werden, darf der Anteil auch mit Photovoltaik 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.

Derzeit werden die Mustervorschriften der Kantone für 2014 neu überarbeitet. Neubauten sollen sich künftig möglichst selbst mit Wärme versorgen. Bei bestehenden Bauten soll die Umstellung auf erneuerbare Energien verstärkt werden. Angedacht ist unter anderem eine Sanierungspflicht für Elektroboiler innert 10 Jahren. Weitere konkrete Vorschriften für bestehende Bauten sind noch nicht klar.

Neben den Vorschriften zu den erneuerbaren Energien beeinflussen auch Vorschriften für andere Heizsysteme die Marktchancen der Solarwärme, wie beispielsweise Emissionsgrenzwerte für Holzheizungen, Anforderungen an Heizöltanks in Gärten sowie das Verbot von Elektroboilern und Elektrowiderstandsheizungen in vielen Kantonen.

Mindestens auf technischer Ebene werden sich die vielfältigen Vorschriften aus der Gesetzgebung der Europäischen Union auch in der Schweiz auswirken. Beispiele dazu sind Label (z.B. Eco-Labeling, Solar Keymark für Systeme, CE Zeichen) sowie Richtlinien für Gebäude oder Druckgeräte.

---

<sup>4</sup> Die Aufzählung ist nicht vollständig und geht nicht auf die Details der jeweiligen kantonalen Vorschriften ein.

## Bewilligungsverfahren

Bewilligungsverfahren sind heute noch bedeutende Hürden bei der Realisierung von Solarwärme Anlagen, da sie zu administrativem Aufwand und zeitlichen Verzögerungen des Bauprojekts führen können und auch die Unsicherheit bergen, ob die Anlage überhaupt gebaut werden kann.

In einigen Kantonen liegt die Kompetenz zur Erteilung von Baubewilligungen bei den Kantonen, in anderen bei den Gemeinden. Die Bewilligungsverfahren unterscheiden sich heute stark voneinander. In einigen Gemeinden ist keine Bewilligung nötig, solange gewisse Richtlinien eingehalten werden. In anderen wird keine öffentliche Auflage verlangt, wenn die schriftliche Zustimmung der Nachbarn vorgelegt wird. In anderen Gemeinden wird kein vereinfachtes Verfahren angewendet (WWF / infras 2008).

Auf nationaler Ebene besteht seit 2008 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» lässt einen grossen Interpretationsspielraum und wird von verschiedenen Akteuren unterschiedlich interpretiert. Im Laufe des Jahres 2014 tritt das revidierte Gesetz in Kraft, gemäss welchem «genügend angepasste» Solaranlagen ohne Baubewilligung gebaut werden können. 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. Damit wird das Bewilligungsverfahren in der Schweiz vereinfacht und vereinheitlicht.

## Information und Beratung

Vielen Gebäudeeigentümern fehlt es am nötigen Wissen über Solarwärmeeinrichtungen (Einsatz, Verlässlichkeit, Wirtschaftlichkeit, etc.). Es gibt keine aktuellen Studien, aber ältere Befragungen zeigen, dass viele Gebäudeeigentümer die Kosten, den Deckungsgrad und die Installationsdauer nicht kennen (BFE 2002). In der Stadt Zürich gaben viele Bauherren im Rahmen einer Befragung 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 Anlagen bis 35 m<sup>2</sup> von der Bewilligungspflicht ausgenommen sind (econcept 2007).

Ausreichende Information und Beratung sind eine wichtige Grundlage für den Kaufentscheid. Die Information kann über zahlreiche Kanäle erfolgen, beispielsweise in Form von Medienbeiträgen, Veranstaltungen, Mailings, Drucksachen und Onlinebeiträgen. Die Nutzung direkter Förderbeiträge ist auch auf eine Bekanntmachung und Begleitung angewiesen – Information und Beratung ergänzen die direkte Förderung und erhöhen ihre Wirksamkeit.

Zahlreiche Akteure bieten Information und Beratung an, wie beispielsweise Swissolar, das Programm energieschweiz, Kantone, Gemeinden, Energieversorger und auch Branchenvertreter.

## Direkte Förderbeiträge

Finanzielle Förderbeiträge an den Einbau von Sonnenkollektoren verbessern für den Eigentümer die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Die Tatsache, dass der Staat Fördermittel spricht, stärkt zudem das Vertrauen von Investoren und Finanzinstitutionen (WWF / infras 2008). Darüber hinaus wird die Förderung an Qualitätssiegel (Solar Keymark) geknüpft und beeinflusst damit auch die Qualität der Anlagen im Markt.

Die Kompetenz zur Förderung erneuerbarer Wärme im Gebäudebereich liegt bei den Kantonen. Der Bund unterstützt jedoch bestehende kantonale Programme mit Globalbeiträgen. Die Kantone fördern Solarkollekt-

oren bereits seit vielen Jahren (siehe Abbildung 17). Im Jahr 2009 stiegen die Fördermittel stark an, da der Bund die Globalbeiträge im Rahmen eines Konjunkturprogramms stark aufstockte und die meisten Kantone als Folge ihrerseits ihre Förderbudgets erhöhten. Seit 2010 werden die Globalbeiträge aus der Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe gespeist (CO<sub>2</sub>-Gesetz, Art. 10) und liegen dadurch höher als noch vor 2009, als sie durch das generelle Bundesbudget gedeckt wurden. 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 fördern bei grösseren Anlagen einen kleineren Anteil der Investitionskosten. Es gibt jedoch auch Kantone, in denen es umgekehrt ist und der Förderanteil mit der Grösse der Anlage ansteigt (eigene Berechnungen, Grundlage Swissolar 2012).

Neben der direkten Förderung führt auch die Minergie-Förderung der Kantone zu einer indirekten Förderung von Sonnenkollektoren, da die Minergiestandards Mindestanteile an erneuerbaren Energien verlangen.

### **Steuerabzüge**

Energetische Massnahmen wie Solaranlagen gelten als wertvermehrend und wären somit auf nationaler Ebene bei privaten Bauten grundsätzlich nicht vom Einkommen abziehbar. Bei der direkten Bundessteuer gilt jedoch, dass energetische Massnahmen zu 100% vom Einkommen abgezogen werden dürfen, wenn sie wertvermehrend sind. Die allermeisten Kantone haben diese Regeln direkt übernommen. Sie macht die Anlagen wirtschaftlicher und begünstigt damit die Nutzung der Solarwärme. Die Steuereinsparung erfolgt jedoch erst mehr als ein Jahr nach dem Kauf der Anlage. Beim Kaufentscheid wird sie daher oft gedanklich nicht von den Investitionskosten abgezogen.

### **Mietzinsüberwälzung**

Ein Vermieter hat grundsätzlich wenig Anreiz, Sonnenkollektoren einbauen zu lassen, da er die Investitionen trägt, die Mieter jedoch von den tiefen Betriebskosten profitieren. Das Mietrecht sieht seit 2008 jedoch vor, dass der Einsatz erneuerbarer Energien als Mehrleistung geltend gemacht werden kann (VMWG Art. 14). In der Praxis heisst das: Wenn ausschliesslich eine Solaranlage erstellt wird, können die Mehrkosten vollumfänglich auf die Mieter abgewälzt werden, da diese von tieferen Nebenkosten profitieren. Wenn die Solaranlage Teil einer Gesamtsanierung ist, kann jedoch nur der wertvermehrende Anteil der Gesamtkosten überwälzt werden. Viele Investoren wissen dies noch nicht.

### **Zusammenhänge**

Die Entwicklung der jährlich installierten Kollektorfläche ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Der Vergleich der verkauften Kollektoren mit der Höhe der Fördermittel und der Heizölkosten lässt vermuten, dass beide Rahmenbedingungen zum Wachstum bis 2008 beigetragen haben (Abbildung 17). Seither ist die Kollektorfläche trotz wieder sinkenden Heizölpreisen aber mit zunehmenden Fördermitteln gestiegen und danach stagniert. Dies weist darauf hin, dass die Förderung derzeit noch eine grosse Bedeutung für die weitere Entwicklung der Solarwärme hat.

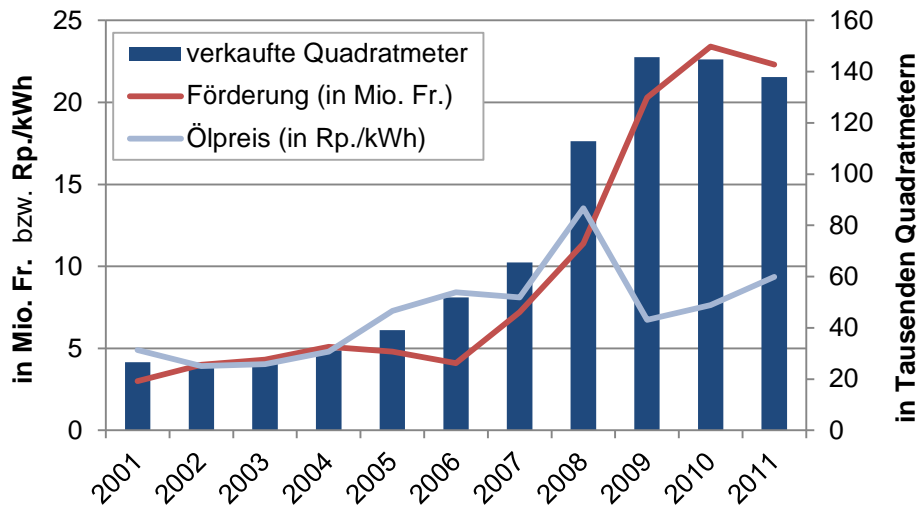


Abbildung 17 Jährlichen verkaufte Flach- und Röhrenkollektoren (BFE / Swissolar 2002-2012) im Vergleich zu den kantonalen Fördermitteln (BFE / infras 2005-2012) und den Durchschnittskosten für Heizöl (BFS 2012b)



### 3 SWOT Analyse

Die SWOT Analyse identifiziert Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Solarwärme-Branche (das Akronym SWOT steht für strengths, weaknesses, opportunities and threats). Damit werden wichtige Erkenntnisse der Marktanalyse in einer Positionsbestimmung synthetisiert, die wichtigsten internen und externen Faktoren werden identifiziert, welche die Branchenentwicklung beeinflusst.

Die internen Faktoren sind die Stärken und Schwächen, sie beziehen sich auf die Branche selbst. Die externen Faktoren sind die Chancen und Risiken. Diese kommen von aussen und sind grösstenteils vorgegeben.

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umweltfreundlichkeit</li> <li>- positives Image</li> <li>- Speicherkapazität über einige Tage</li> <li>- Versorgungssicherheit</li> <li>- Kosteneinsparpotenzial</li> <li>- stabile Preise im Betrieb</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe technische Anforderungen</li> <li>- Mangel an Fachkräften mit Wissen und Erfahrung bei den möglichen Anbietern</li> <li>- Wirtschaftlichkeit</li> <li>- ungenügende Speicherung der Energie für Heizungsunterstützung</li> <li>- ungenügende Marktkoordination</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marktsegment der nicht kostensensiblen Eigenheim-Besitzer</li> <li>- steigende Energiepreise</li> <li>- politische Energiewende</li> <li>- grosses Potenzial</li> <li>- Speichertechnologien</li> </ul>	<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mangelnde Anreize bei den möglichen Anbietern</li> <li>- Preissensibilität wichtiger Kundensegmente</li> <li>- Konkurrenz von Photovoltaik</li> <li>- hoher Aufwand für Bewilligung und Förderbeiträge</li> <li>- mangelnder Informationsstand der Investoren und Berater</li> <li>- Fokus der Energiewende auf Strom</li> </ul>

*Tabelle 4: Übersicht der Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Solarwärme*

#### 3.1 Stärken

##### **Umweltfreundlichkeit**

Die Solarwärme zeichnet sich durch eine hohe Umweltfreundlichkeit aus. Diese ist für Eigenheimbesitzer oftmals ein wichtiges Kriterium für den Entscheid zugunsten von Sonnenkollektoren. Sonnenkollektoren stossen im Betrieb keine Treibhausgase aus und sind somit sehr klimafreundlich. Darüber hinaus tragen sie zu einer guten Luftqualität bei, da sie weder Stickoxide noch Feinstaub emittieren.

##### **Positives Image**

Die Sonnenenergie geniesst in der allgemeinen Öffentlichkeit ein sehr positives Image. Sie wird auf der Gefühlsebene mit positiven Assoziationen der Sonne und der Unabhängigkeit verbunden. Dieses Image kann das Kauf- und Wahlverhalten steuern. Ein Vorteil der Sonnenkollektoren ist, dass sie sichtbar sind und Gebäudeeigentümer ihr Engagement zeigen können.

##### **Speicherkapazität über einige Tage**

Solare Wärme kann in Solarwärmesystemen über eine gewisse Zeit gespeichert werden. Auch Heizungen auf der Basis von Heizöl, Gas oder Holz kennen diese zeitliche Flexibilität. Der Vorteil der Speicherkapazität

besteht vor allem beim Vergleich mit der Photovoltaik, bei welcher der produzierte Strom umgehend genutzt werden muss. Diese Stärke ist als Argument auf politischer Ebene von Bedeutung, auf der über die Förderung der Solarwärme bestimmt wird.

### **Versorgungssicherheit**

Eine weitere Stärke der Solarwärme ist die Versorgungssicherheit, da die Sonnenenergie nicht knapp ist und direkt genutzt werden kann. Gebäudeeigentümer reduzieren ihre Abhängigkeit von importierten Gütern und sichern sich gegen mögliche Preissteigerungen ab. Anders sieht es insbesondere bei Öl und Gas aus, deren ökonomisch nutzbare Vorkommen knapp sind und bei denen politische Entwicklungen zu Importschwierigkeiten und somit Preissteigerungen führen können. Bei den Wärmepumpen besteht grundsätzlich eine Abhängigkeit vom Strom, zusätzlich belasten sie die Stromnetze und –speicher.

### **Kosteneinsparpotenzial**

Der Preisvergleich mit dem nahen Ausland zeigt, dass die Solarwärme in der Schweiz noch über ein beträchtliches Potenzial zur Kosteneinsparung verfügt. Die Schwäche der in vielen Anwendungen fehlenden Wirtschaftlichkeit kann damit angegangen werden.

### **Stabile Preise im Betrieb**

Bei der Solarwärme machen die Investitionskosten den grössten Anteil an den Gestehungskosten aus. Die Betriebskosten über die Lebensdauer von rund 25 Jahren betreffen nur den Unterhalt und die Stromkosten für die Hilfsantriebe und sind entsprechend tief und stabil. Bei Öl-, Gas- und Holzheizungen sind die Betriebskosten sehr stark von den Preisentwicklungen der Brennstoffe über die nächsten Jahrzehnte abhängig.

## **3.2 Schwächen**

### **Hohe technische Anforderungen**

Solarwärmeanlagen können heute nur einen Teil des Wärmebedarfs in Häusern abdecken. Meist ist es die Wassererwärmung und teilweise eine Heizungsunterstützung. Für den restlichen Wärmebedarf bedarf es einer zusätzlichen Wärmequelle. Die Kombinationen mit anderen Systemen sind heute teilweise noch nicht ausgereift. Die Kombination erhöht die Komplexität und folglich den Aufwand für Planung, Installation und Steuerung und reduziert schliesslich die Wirtschaftlichkeit der Solarwärme.

### **Mangel an Fachkräften mit Wissen und Erfahrung bei den möglichen Anbietern**

Zwar gibt es heute eine Vielzahl von Anbietern, die Solarwärmeanlagen zuverlässig planen und installieren. Eine Mehrheit von professionellen Investoren, Architekten, Planern und Installateuren verfügen jedoch noch nicht über Fachkräfte mit genügend Wissen und Erfahrung mit solchen Anlagen.

## **Wirtschaftlichkeit**

In vielen Anwendungen ist heute die Wirtschaftlichkeit von Solarwärmeanlagen noch geringer als die von anderen Wärmeversorgungsvarianten. Zu den Hauptfaktoren der tieferen Wirtschaftlichkeit von Solarwärmeanlagen gehören:

- Notwendigkeit einer zweiten Wärmequelle
- relative teure Komponenten und höhere Installationskosten (im Vergleich zum Ausland)
- teilweise nicht verwertbare Wärme
- hohe Anforderungen an Ästhetik
- teilweise aufwändige Bewilligungsverfahren
- tiefe Energiepreise von anderen Wärmeversorgungssystemen

Die Wirtschaftlichkeit von Anlagen spielt bei institutionellen Investoren meist eine grössere Rolle als bei Eigenheimbesitzern.

## **Ungenügende Speicherung der Energie für Heizungsunterstützung**

Die meisten der heutigen Solarwärmeanlagen können die gewonnene Energie aufgrund der beschränkten Wärmespeicherkapazität nur für relativ kurze Zeit speichern. Eine Langzeitspeicherung mit Wasser als Speichermedium erfordert heute sehr grosse Volumina, ist daher fast nur in Neubauten anwendbar und oft nicht wirtschaftlich.

## **Ungenügende Marktkoordination**

Sonnenkollektoren stellen hohe Anforderungen an die Gebäudetechniker, verschiedene Qualifikationen sind für die Installation erforderlich. Eine Installation kann dann effizient erfolgen, wenn für jede Anwendung ein Spezialist eingesetzt werden kann. So fehlt den Dachdeckern das Know-How im Keller, den Heizungstechnikern das Geschick auf dem Dach. Die Unternehmen kooperieren oft noch nicht erfolgreich zusammen. Es existieren zudem noch zu wenige Unternehmen, die alles aus einer Hand professionell anbieten können.

## **3.3 Chancen**

### **Marktsegment der nicht kostensensiblen Eigenheim-Besitzer**

Viele Eigenheimbesitzer gewichten bei Bauentscheiden ökonomische Kriterien weniger als übrige Investoren. Dies zeigt sich auch bei Solarwärmeanlagen. Sie entscheiden sich meist aus Gründen der Umweltfreundlichkeit sowie der Unabhängigkeit und nicht aufgrund der Wirtschaftlichkeit für eine Solarwärmeanlage.

### **Steigende Energiepreise**

Aufgrund der weltweit starken Zunahme der Nachfrage nach Energie und den knappen wirtschaftlich nutzbaren Ressourcen werden die Preise für Öl, Gas, Kohle und Strom voraussichtlich ansteigen. Dieser Preisanstieg der konkurrierenden Energieträger würde die Solarwärme im Vergleich wirtschaftlicher machen.

Allerdings ist diese Einschätzung mit vielen Unsicherheiten behaftet. Durch den bisherigen Preisanstieg sind neue Fördermethoden wirtschaftlich geworden. In den USA hat die Förderung von Öl und vor allem Gas stark zugenommen, was zur Veränderung der globalen Märkte führt.

### **Politische Energiewende**

Die vom Bundesrat geplante neue Schweizer Energiepolitik, welche die Abkehr von der Kernenergie sowie die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen beabsichtigt, begünstigt die Solarwärme. Vorgesehen sind explizit eine stärkere Belastung der fossilen Brennstoffe sowie eine verstärkte Förderung der erneuerbaren Energien. Die Solarwärme ist eine typische Effizienzmassnahme, indem fossile Energieträger durch Substitution reduziert werden können.

### **Grosses Potenzial**

Das zusätzliche technisch machbare Potenzial der Solarwärme ist derzeit noch immens. Andere umweltfreundliche Energieträger verfügen über deutlich geringere noch ungenutzte Potenziale (Nutzung von bestehender Abwärme, Rohstoff Holz).

### **Speichertechnologien**

Energetisch effizientere Speicher, die eine Langzeitspeicherung ermöglichen, könnten den Anwendungsbereich der Solarwärme deutlich vergrössern. Sie könnten einen deutlich grösseren Beitrag an die solare Deckung des Raumwärmebedarfs leisten. In Diskussion ist diesbezüglich vor allem die Speicherung der Wärme in Erdsondenfeldern (siehe auch Kapitel 2.4).

## **3.4 Risiken**

### **Mangelnde Anreize bei den möglichen Anbietern**

Seit einigen Jahren läuft die Bauwirtschaft sehr gut, der Auslastungsgrad der Anbieter ist hoch, insbesondere bei Installateuren und Fachplanern. Diese hohe Auslastung führt dazu, dass Anbieter unter Zeitdruck vor allem vertraute, bewährte Lösungen einsetzen, um die Kosten und das Haftungsrisiko tief zu halten. Zurzeit bestehen für Architekten, Planer und Installateure kaum ökonomische Anreize, Solarwärme-Anlagen zu realisieren. Denn die Margen sind nicht attraktiver, als die von konventionellen Energieversorgungsformen, jedoch sind die Komplexität des Heizsystems sowie der Aufwand für die meisten unerfahrenen Akteure grösser. Zum grösseren Aufwand gehört insbesondere auch der Initialaufwand für Weiterbildung und den Eintritt in den Solarwärmemarkt.

### **Preissensibilität wichtiger Kundensegmente**

Die Solarwärme ist heute aufgrund vieler kostentreibender Faktoren nur in einem beschränkten Anwendungsbereich wirtschaftlich konkurrenzfähig. Die Kundensegmente der Pioniere und der umweltbewussten Eigenheimbesitzer, die hauptsächlich aufgrund der Umweltfreundlichkeit der Solarwärme bereit sind, einen gewissen Aufpreis zu bezahlen, sind limitiert. Die übrigen Kundensegmente sind preissensibler.

### Konkurrenz von Photovoltaik

Die Photovoltaik steht heute in einer Investitionskonkurrenz zur Solarwärme. Erhält ein Investor heute die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV), so ist die Investition in eine Photovoltaikanlage wirtschaftlicher als die Investitionen in eine Solarwärme-Anlage. Marktteilnehmer nehmen die Photovoltaik als innovativer und moderner wahr, teilweise aufgrund der verstärkten Berichterstattung in den Medien. Mit den derzeit stark sinkenden Modulpreisen konkurriert die Photovoltaik in Kombination mit Wärmepumpen auch um die Wärmeerzeugung.

### Hoher Aufwand für Bewilligung und Förderbeiträge

Die Bewilligungspraxis für Solarwärmeanlagen ist lokal sehr unterschiedlich. Teils sind die Bedingungen streng und / oder die Verfahren aufwändig, so dass potentielle Investoren von der Solarwärme absehen. Eine weitere Hürde ist die Unübersichtlichkeit der vielfältigen Förderung und der Aufwand für das Erlangen der Förderbeiträge im Vergleich zur Höhe der Fördermittel. Mit der Revision des Raumplanungsgesetzes, das im Laufe des Jahres 2014 in Kraft treten wird, verringert sich dieses Risiko. Die Verfahren werden schweizweit vereinheitlicht und vereinfacht.

### Mangelnder Informationsstand der Investoren und deren Berater

Viele potentielle Investoren und insbesondere auch deren Berater (Architekten, Planer) sind bezüglich der Anwendung, der Wirtschaftlichkeit und weiterer wichtiger Aspekte der Solarwärme (z.B. Überwälzung auf Mietzinse) noch nicht genügend informiert bzw. verfügen über keine Erfahrung.

### Fokus der Energiewende auf Strom

In der breiten Öffentlichkeit wird die Energiewende vielfach als Stromwende wahrgenommen. So stehen Themen wie Photovoltaik, Pumpspeicherkraftwerke und Stromnetze im Zentrum von Politik und Medienberichterstattung. Die Wärmeversorgung und mit ihr die Solarwärme sind im Hintergrund und dadurch gefährdet, dass sie nicht angemessen gefördert werden.

## 3.5 Fazit

Der Markt der Solarwärme entstand sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite durch Pioniere und Idealisten. Im letzten Jahrzehnt wurde das Angebot professionalisiert. So konnten auf der Nachfrageseite neue Segmente, insbesondere umweltbewusste Eigenheimbesitzer für Solaranlagen gewonnen werden. Neben den *steigenden Energiepreisen* haben auch politische Rahmenbedingungen einen wichtigen Beitrag dazu geleistet. Dazu gehören die Technologieförderung, Vorschriften für Neubauten, Fördergelder und die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffen. Typische Kunden sind bisher Eigenheimbesitzer, die weniger kostensensibel sind und die *Umweltfreundlichkeit* und die *eigene Wärmeproduktion (Versorgungssicherheit)* als wichtige Faktoren bewerten. Im klassischen Diffusionsmodell der Innovation liegt die Solarwärme damit bei den «Früheinsteigern» (Abbildung 18). Als nächstes Segment sollte die «frühe Mehrheit» folgen, also der Eintritt in den Massenmarkt. Moore (1991) postuliert zwischen den Früheinsteigern und der frühen Mehrheit die grösste Kluft, die es für eine Technologie oder Innovation zu überwinden gilt. In dieser Position ist nun in den letzten Jahren der Absatz von Kollektoren stagniert oder gesunken.

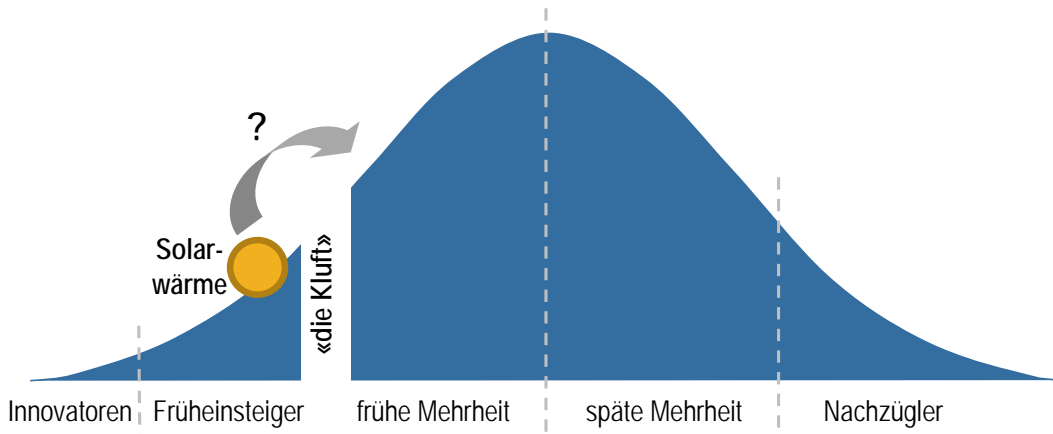


Abbildung 18 Modell der Diffusion von Technologien (Rogers 1962 und Moore 1991)

Bedeutende Chancen sind vorhanden. Das technische *Potenzial* der Solarwärme ist sehr gross, es mangelt nicht an passenden Dach- und Fassadenflächen. Zudem unterstützen derzeit im Rahmen der *Energiewende* Politik und Gesellschaft den Umbau des schweizerischen Energiesystems hin zu erneuerbaren Energien. Dazu muss jedoch die «frühe Mehrheit» erfolgreich angesprochen werden. Sie hat andere Bedürfnisse als die Früheinsteiger. Während die «Früheinsteiger» sich an der innovativen Technologie oder der Umweltfreundlichkeit freuen, verlangt die «frühe Mehrheit» ein einfaches, preisgünstiges und funktionierendes Heizsystem. So sind die *Komplexität* des bivalenten Wärmeversorgungssystems und die fehlende *Wirtschaftlichkeit* die momentan grössten Hindernisse zum Schritt in die frühe Mehrheit, in den Massenmarkt. Während die Preise der *Photovoltaik* in den letzten Jahren drastisch gefallen sind, sind die Endpreise von Sonnenkollektorsystemen trotz Produktionssteigerungen im In- und Ausland nicht gesunken. Eine wichtige Stärke der Solarwärme, das *Kosteneinsparpotenzial*, ist noch nicht ausgespielt worden.

## 4 Strategische Ausrichtung

Der Masterplan empfiehlt der Solarwärmebranche eine strategische Ausrichtung, welche die nachfolgenden Ziele verfolgt, sich in der Marktbearbeitung auf die prioritären Segmente konzentriert und zwei Bearbeitungsstrategien verfolgt.

### 4.1 Ziele der Solarbranche

Swissolar hatte 2012 das Ziel von 2 Quadratmetern installierter Kollektorfläche pro Einwohner bis 2035 festgelegt und an der Solarwärmetagung kommuniziert. Damit sollten 20% des Haushaltswärmebedarfs gedeckt werden. Dieses Ziel wurde im Rahmen der Arbeiten am Masterplan revidiert. Einerseits ist die Beschränkung auf den Wärmebedarf der Haushalte nicht sinnvoll, da die Solarwärme bis 2035 relevante Beiträge sowohl an den Wärmebedarf von anderen Gebäuden (Heime, Restaurants, Spitäler, etc.) wie auch an den Prozesswärmebedarf (Industrie und Gewerbe) leisten kann und soll. Andererseits ist ein solarer Anteil von 20% am Haushaltswärmebedarf oder am gesamten Wärmebedarf bis 2035 nur möglich, wenn rasch technologische Durchbrüche stattfinden und die Kosten massiv gesenkt werden können.

Neu formuliert Swissolar folgendes «realistisches» Ziel: Bis 2035 sollen 10% des gesamten Wärmebedarfs der Schweiz mit Solarwärme gedeckt werden. Dies entspricht einer installierten Kollektorfläche von rund 15 Millionen Quadratmetern, respektive 1.7 Quadratmeter pro Einwohner. Bis 2020 bedeutet dies eine installierte Fläche von rund 3 Mio. Quadratmetern. Das entspricht knapp einer Verdreifachung des jährlichen Zubaus im Vergleich zu 2011. Die Branche ist in der Vergangenheit bereits schon schneller gewachsen. So hat sich der Zubau an Kollektorfläche zwischen 2006 und 2009 in nur drei Jahren verdreifacht.

Wärmebedarf 2035 gemäss neuer Energiepolitik (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme)	77 TWh
Jährlicher Ertrag der Sonnenkollektoren (Durchschnitt bis 2035, inkl. Langzeitspeicherung)	500 kWh /m <sup>2</sup>
Bevölkerung 2035	8.8 Mio. Personen
Installierte Kollektorfläche 2035	15 Mio. Quadratmeter entspricht 1.7 Quadratmeter pro Person Gesamtproduktion von 7.5 TWh

*Tabelle 5: Grundlagen für das von Swissolar gesetzte Ziel (Bedarf und Bevölkerung aus BFE / prognos 2012)*

### 4.2 Marktsegmente

Um die Ziele zu erreichen, soll sich die Marktbearbeitung künftig auf geeignete Marktsegmente konzentrieren. Nachfolgend werden die möglichen Marktsegmente identifiziert und priorisiert. Die Segmentierung erfolgt einerseits anhand der Kundensegmente (siehe S. 14) und andererseits anhand verschiedener Anwendungsbereiche (siehe S.15). Beides sind wichtige Differenzierungsmerkmale: So stellt ein Eigenheimbesitzer andere Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit als ein Industrieunternehmen. Auch ist der Anwendungsbereich Prozesswärme anders zu bearbeiten als die kombinierten Anlagen.

Bei der Marktbearbeitung ist auch von Bedeutung, ob eine Anlage während eines Neubaus oder einer Sanierung installiert wird. Bei einem Neubau bestehen Mindestvorschriften für erneuerbare Energien und eine

Anlage macht an den Gesamtkosten nur einen sehr kleinen Anteil aus. Im Gegensatz dazu ist der Aufwand und Kostenanteil bei einer Sanierung deutlich grösser (Kernbohrungen, etc.). Auf diese Unterscheidung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit in den ausgewählten Marktsegmenten jedoch verzichtet. Das gesetzte Ziel ist so hoch, dass ohnehin die bestehenden Bauten den Hauptbeitrag dazu leisten müssen.

Anwendungsbereich	Kundensegmente		
	Einfamilienhausbesitzer	Mehrfamilienhausbesitzer	Dienstleistungs- und Industrieunternehmen
Wassererwärmung	X	X	X
kombinierte Anlagen (Warmwasser und Heizungsunterstützung)	X	X	X
Prozesswärme			X
Wärmenetze	X	X	X
solares Kühlen			X

Tabelle 6: Identifizierung von Marktsegmenten (Kreise) aus der Kombination von Anwendungsbereichen und Kundensegmenten

Das Erfolgspotenzial der einzelnen Marktsegmente wird anhand folgender Kriterien beurteilt:

- **Wärmebedarf 2035:** In dieser Spalte wird bewertet, wie gross die theoretische Nachfrage langfristig ist. So ist beispielsweise der Bedarf nach Raumwärme auch 2035 noch deutlich höher als der Warmwasserbedarf (siehe auch die Entwicklung des Wärmebedarfs im Kapitel 2.1). Dieses Kriterium ist noch unabhängig von der Eignung der Solarwärme.
- **Produktreife und Erfahrung:** In dieser Spalte wird bewertet, inwieweit die Produkte heute marktreif und zuverlässig sind und auch Installateure über die notwendige Erfahrung verfügen.
- **Nähe zur Wirtschaftlichkeit:** Schliesslich ist die heutige Nähe zur Wirtschaftlichkeit ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Erfolgchancen der verschiedenen Segmente.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Marktsegmente anhand dieser Kriterien bewertet. Je mehr Sterne desto grösser ist der Wärmebedarf, desto reifer ist das Produkt und desto näher ist es an der Wirtschaftlichkeit.



Segment	Wärmebedarf des Segments 2035	Produktreife & Erfahrung der Installateure	Nähe zur Wirtschaftlichkeit
EFH, Warmwasser	*	***	***
EFH, kombinierte Anlagen	***	**	*
MFH+, Warmwasser	**	**	***
MFH+, kombinierte Anlagen	****	*	*
Prozesswärme	***	*	*
Wärmenetze	**	*	*
solares Kühlen	*		

*Tabelle 7: Charakterisierung der Marktsegmente (EFH = Einfamilienhaus, MFH+ = Mehrfamilienhäuser sowie andere Grosswohnbauten wie Spitäler, Altersheime und Hotels; von gering (kein Stern) zu gross (4 Sterne)*

In den ersten drei Segmenten sind die Produkte am stärksten ausgereift. Es gibt in der Schweiz flächendeckend erfahrene Installateure, die solche Anlagen einbauen können. Zudem sind die beiden Warmwassersegmente am nächsten an der Wirtschaftlichkeit. Gleichzeitig ist das Potenzial der Wassererwärmung jedoch begrenzt und deutlich kleiner als das Potenzial kombinierter Anlagen. Der Bedarf an Raumwärme liegt auch im 2035 noch rund viermal höher als der Bedarf für Warmwasser (Szenario neue Energiepolitik, BFE / prognos 2012). Kombinierte Anlagen sind im Markt auch schon präsent: Im Durchschnitt der letzten Jahre waren rund ein Viertel der Anlagen bei Einfamilienhäusern kombinierte Anlagen für Warmwasser und Heizungsunterstützung. Bei Mehrfamilienhäusern dominieren noch klar die Warmwasseranlagen. Erst jede sechste Anlage liefert auch zusätzliche Wärme an die Raumheizung, was oft auf beschränkten Platz für die Speicherung zurückzuführen ist. In Deutschland und Österreich liegt der Anteil der kombinierten Anlagen schon höher (IEA 2012).

Der hohe Bedarf an Prozesswärme lässt in diesem Bereich auch ein ansehnliches Potenzial für die Solarwärme vermuten. Darüber hinaus macht die ganzjährige Nachfrage das Segment für die Solarwärme besonders attraktiv. In diesem Bereich sind die Produkte jedoch noch nicht ausgereift, es bestehen erst wenige Anlagen. Am wenigsten weit sind in der Schweiz Anlagen in Wärmenetzen und im Bereich solares Kühlen entwickelt. Zudem ist der Gesamtbedarf nach Wärme in diesen Anwendungen in der Schweiz in den nächsten Jahren tief.

Aufgrund der Beurteilung werden die Anwendungen in Wohnbauten und die Prozesswärme priorisiert. Die Wärmenetze und das solare Kühlen werden nicht vertieft behandelt.

### 4.3 Bearbeitungsstrategien

Da sich die einzelnen Segmente in unterschiedlichen Entwicklungsphasen befinden, sollen zwei unterschiedliche Bearbeitungsstrategien verfolgt werden. Für die etablierten Segmente ist das kurzfristige Ziel der Eintritt in den Massenmarkt. Für die übrigen Segmente gilt es kurzfristig, das Terrain für die langfristige Erschliessung des grossen Potenzials vorzubereiten (siehe Abbildung 19).

#### Eintritt in den Massenmarkt

Das Ziel des Masterplans bis 2020 ist die Verdreifachung der installierten Fläche von 0.1 m<sup>2</sup> auf 0.3 m<sup>2</sup> pro Person. In dieser kurzfristigen Sicht liegt die Bearbeitungsstrategie in der höheren Marktdurchdringung derjenigen Segmente, die den Eintritt in den Markt bereits geschafft haben. Es sind also diejenigen Segmente, deren Produkte bereits ausgereift sind und näher an der Wirtschaftlichkeit liegen: Warmwasseranlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie an dritter Stelle kombinierte Anlagen in Einfamilienhäusern.

Als prioritäre Handlungsfelder gilt es hier seitens der Branche, Kosten zu senken, die Produkte zu vereinfachen und zu verbessern sowie die Qualität durchwegs zu gewährleisten. Da diese Segmente bereits weit entwickelt sind, muss das Ziel sein, die direkte Förderung mittelfristig abzubauen und in Vorschriften zu überführen.

#### Terrain vorbereiten

Um auch das langfristige Ziel des Masterplans bis 2035 zu erreichen, bedarf es zusätzlich einer zweiten Bearbeitungsstrategie. Für diejenigen Segmente, die ein grosses Potenzial ausweisen, aber deren Produkte noch nicht ausgereift sind, muss das Terrain in den nächsten Jahren für den erfolgreichen Markteintritt vorbereitet werden. Dies betrifft vor allem kombinierte Anlagen in Mehrfamilienhäusern und Prozesswärme-Anlagen. Die wichtigsten Handlungsfelder sind hier die Forschung und Entwicklung sowie die gezielte Förderung und Begleitung der Erstellung von Anlagen.

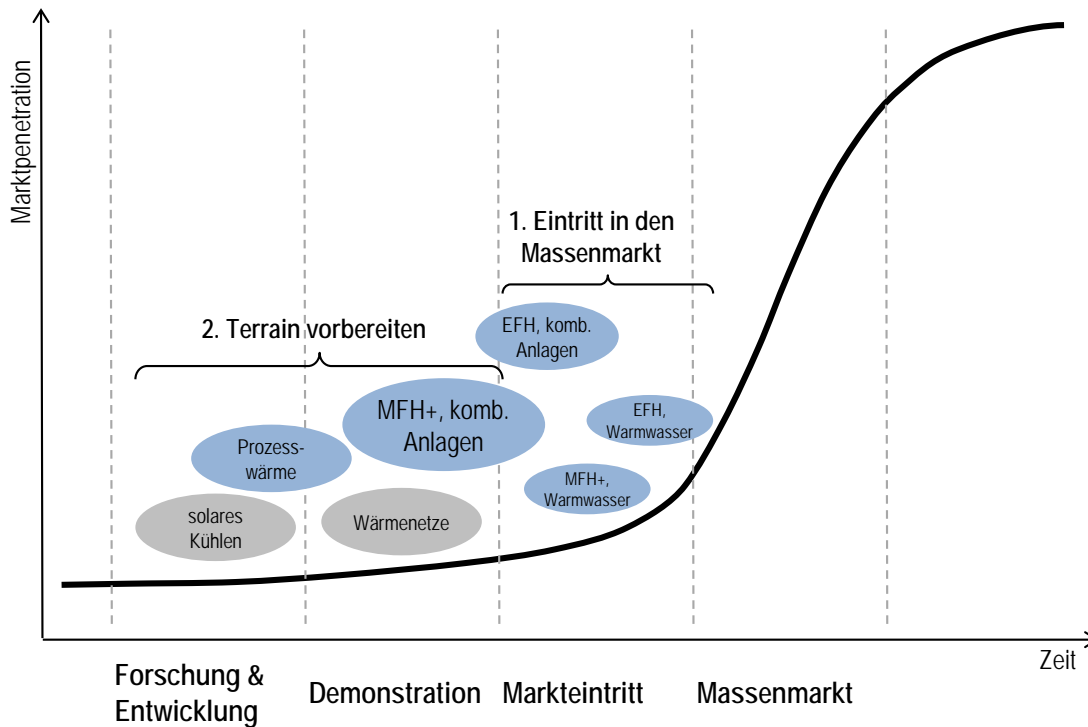


Abbildung 19 Position der Marktsegmente in der Schweiz und strategische Stossrichtungen. Die Grösse der Kreise gibt einen Eindruck des geschätzten Wärmebedarfs des Segments im Jahr 2035, die grau markierten Segmente werden nicht prioritär weiterverfolgt (in Anlehnung an Weiss 2008; EFH = Einfamilienhaus, MFH+ = Mehrfamilienhäuser sowie andere Grosswohnbauten wie Spitäler, Altersheime und Hotels).

#### 4.4 Beitrag der Marktsegmente zur Zielerreichung

Ein mögliches Zusammenspiel der Segmente für das Erreichen der Swissolar-Ziele für 2020, 2029 und 2035 ist in der Abbildung 20 dargestellt. Dabei wird in den ersten Jahren bei den Wohnbauten von einem starken Wachstum des Zubaus ausgegangen, das über die Jahre abnimmt. Der Anteil der kombinierten Anlagen nimmt laufend zu und die durchschnittliche Grösse der kombinierten Anlagen steigt ab 2020 aufgrund verbesserter Langzeitspeicher langsam an. Bis 2035 wird somit ein Grossteil des Ziels mit kombinierten Anlagen abgedeckt. Der Zubau in der Prozessenergie wächst in den nächsten Jahren langsam und auf tiefem Niveau. Mit der Vorbereitung des Terrains stehen ab 2020 bessere Produkte zur Verfügung, so dass der Zubau ab dann deutlich schneller wächst.

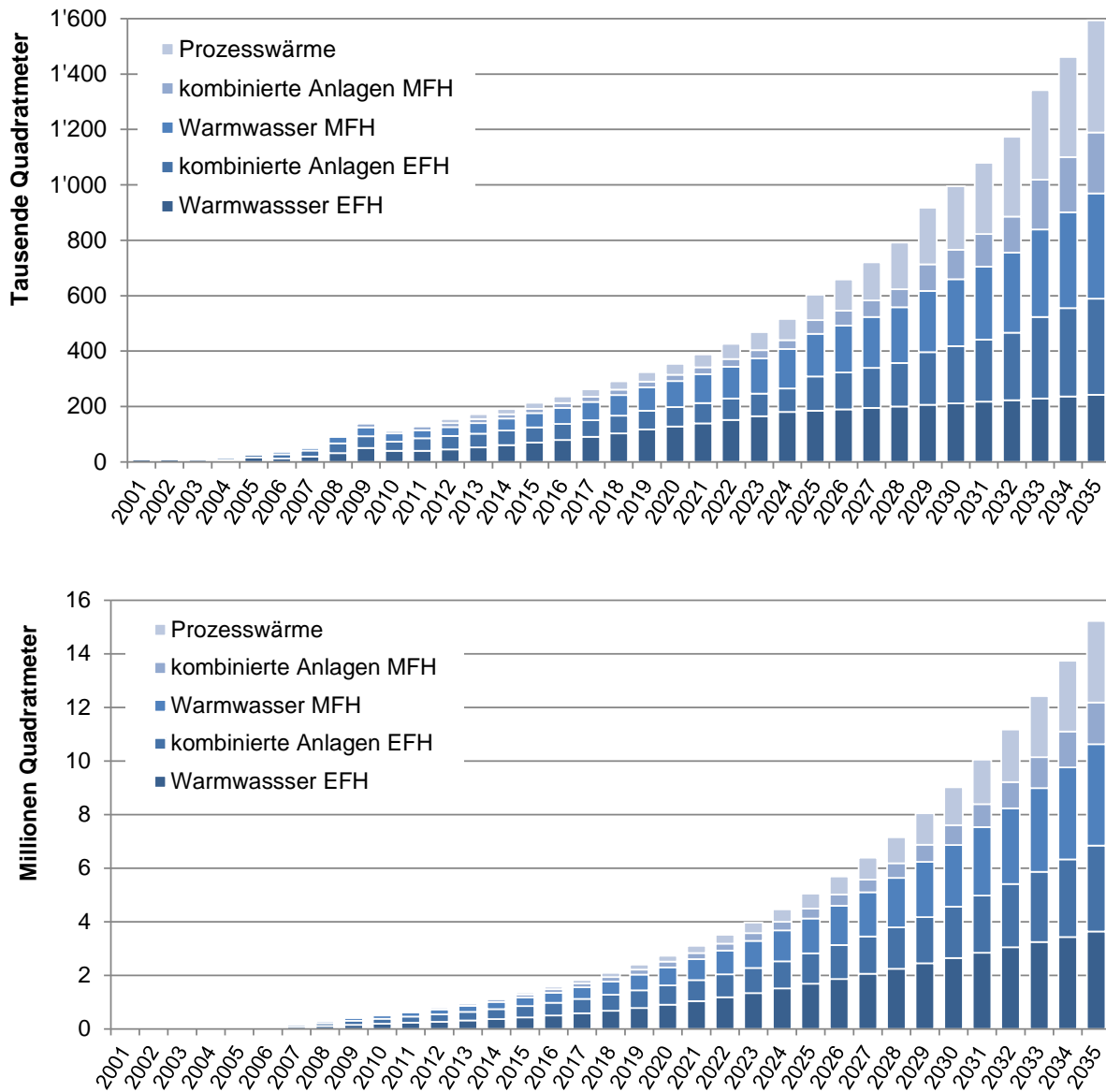


Abbildung 20 Mögliche Entwicklung der Segmente zur Erreichung des Ziels: oben jährliche installierte Fläche, unten gesamthaft in der Schweiz installierte Fläche (Ersatzanlagen wurden abgezogen)

## 5 Strategie Eintritt in den Massenmarkt

Für die drei priorisierten Marktsegmente werden in den folgenden Unterkapiteln die wichtigsten spezifischen Handlungsfelder genannt. Segmentübergreifend muss das Ziel sein, die direkte Förderung mittelfristig abzubauen und durch Vorschriften bzw. durch die Marktkräfte (Konkurrenzfähigkeit mit anderen Systemen) zu ersetzen. Zusätzlich muss der Mangel an guten Fachkräften (der auch Kostensenkungen verhindert), verringert und die Kommunikation verstärkt werden. Die notwendigen Massnahmen werden am Schluss des Kapitels segmentübergreifend dargestellt.

### 5.1 Segment Wassererwärmung in Einfamilienhäusern

Solare Warmwasseranlagen für Einfamilienhäuser bestehen seit zahlreichen Jahren erfolgreich im Markt. Die Qualität der Produkte ist bereits gut, viele Installateure verfügen über genügend Erfahrung. Wichtige Kunden sind bisher ökologisch sensibilisierte, wenig kostensensible Eigenheimbesitzer sowie Bauherren von Neubauten, welche den vorgeschriebenen Mindestanteil an erneuerbarer Energie mit Solarwärme decken. Die Absatzstagnation in den letzten Jahren lässt vermuten, dass sich diese Teilsegmente der Sättigungsgrenze nähern. Die übrigen Einfamilienhausbesitzer legen weniger Wert auf die Umweltfreundlichkeit der Anlagen und gewichten die Einfachheit des Systems und die Wirtschaftlichkeit stärker. Um auch diese Eigentümer als Kunden zu gewinnen, müssen die Preise gesenkt werden. Wichtig ist ebenfalls die verstärkte Kooperation mit Dachdeckern, Spenglern und Sanitärinstallateuren, um die Kundenbasis rasch zu verbreitern. Für dieses Segment ist also vor allem die Branche gefragt. Da die Anwendung bereits etabliert ist, kann und soll sie vom Gesetzgeber gefordert werden.

### 5.2 Segment Wassererwärmung in Mehrfamilienhäusern

Solare Warmwasseranlagen in Mehrfamilienhäusern haben den Markteintritt ebenfalls erfolgreich gemeistert. Für Besitzer von Mehrfamilienhäusern ist die Wirtschaftlichkeit oft von grösserer Bedeutung als für Eigenheimbesitzer. Die vorgegebenen Amortisationsdauern sind folglich bedeutend kürzer. Daher gilt es auch bei diesen Anlagen, die Kosten so rasch wie möglich zu senken und über verstärkte Kooperationen der Installationsbetriebe neue Kunden zu gewinnen. Im Gegensatz zu den kleineren Standardanlagen ist die Qualität bei diesen komplexeren Anlagen noch nicht durchgehend gewährleistet und muss erhöht werden. In diesem Entwicklungsstand spielen auch die Rahmenbedingungen eine besonders wichtige Rolle.

### 5.3 Segment kombinierte Anlagen in Einfamilienhäusern

Von den drei priorisierten Marktsegmenten sind die kombinierten Anlagen am wenigsten reif. Zwar liegt ihr Anteil an den verkauften Anlagen bereits bei einem Viertel. Ihre Position im Markt ist jedoch noch nicht gesichert. Der Bedarf an Raumwärme ist sehr gross, deshalb ist das Potenzial in diesem Segment besonders bedeutend. Die Kombination mit einer anderen Heizungsanlage erhöht die Komplexität und folglich den Aufwand für Planung, Installation und Steuerung. Im Vordergrund stehen daher neben den bereits genannten Handlungsfeldern die Verbesserung der Produkte und Dienstleistungen. Eine gezielte und konstante Förderung erhöht die Wirtschaftlichkeit, die Erfahrung der Installateure und auch das Vertrauen in die Technologie.

## 5.4 Handlungsfelder und Massnahmen

Handlungsfeld	Massnahme	Akteur
1. Kosten senken	a) <b>Analyse der Preisunterschiede zum Ausland:</b> Anlagen in der Schweiz kosten in der Schweiz rund doppelt so viel wie in Österreich oder Deutschland. Dies lässt sich rein mit den höheren Lohnkosten nicht erklären. Eine Analyse soll mögliche Ursachen der Unterschiede eruieren, wie beispielsweise Produktionskosten, Montage, Normen, Zulassungsverfahren, Qualitätsanforderungen, Fachkräftemarkt, etc. Auf dieser Grundlage können Massnahmen identifiziert werden, um die Preise in der Schweiz senken zu können.	Bund & Kantone
	b) <b>Konsequente Vereinfachung bestehenden Systeme:</b> Die Vereinfachung der Systeme soll mithilfe Kosten zu senken. Möglichkeiten sind die Standardisierung der Anlagen sowie die Ausrichtung der Produkte auf eine möglichst einfache, kurze und fehlerfreie Installation und eine bessere Abstimmung der einzelnen Komponenten.	Produzenten, Forschungsinstitutionen, Swissolar
	c) <b>Stärkere Kooperation der Installationsbetriebe, effiziente Installation von Kleinanlagen:</b> Die verstärkte Kooperation der Installationsbetriebe verfolgt zwei Ziele. Ein Ziel ist, die Qualität und Effizienz der Installation zu erhöhen, indem Dachdecker/Spengler und Sanitärinstallateure die Montage gemeinsam übernehmen. Denkbar sind die Sensibilisierung bereits existierender Mischbetriebe, Firmenkooperationen bis hin zu Zusammenschlüssen. Eine weitere Möglichkeit sind spezialisierte Firmen oder Produzenten, welche die Montage der Kollektoren auf dem Dach anbieten. Dadurch können auch Sanitärinstallateure mit wenig Aufwand Solaranlagen in ihr Angebot aufnehmen. Bei Kleinanlagen können Kosten relevant gesenkt werden, weil durch die kurze Montagezeit auf fixe Installationen zur Absturzsicherung verzichtet werden kann. Ein zweites Ziel ist es, die Marktdurchdringung von Solaranlagen zu erhöhen: Jede Dachsanierung ist eine günstige Chance, eine Solarwärmanlage einzubauen. Kooperationen sollen einem Dachdecker/Spengler den Anreiz geben, bei jeder Dachsanierung auch eine Solaranlage zu offerieren. Dasselbe gilt für den Heizungsersatz. Um den Zubau von Solarwärme zu steigern, sollte bei jedem Heizungsersatz auch eine Variante mit Sonnenkollektoren offeriert werden. Neue Kooperationsmodelle sollen dies unterstützen.	Installateure, ev. Produzenten und Importeure, Swissolar
	d) <b>Veröffentlichung der Preisentwicklung:</b> Bereits zum dritten Mal werden dieses Jahr die Preise für Photovoltaikanlagen in der Schweiz erhoben. Über die Preisentwicklung von Sonnenkollektoren gibt es keine gesicherten Daten. Es wird von gleich bleibenden oder gar steigenden Preisen berichtet. Eine Erhebung und Veröffentlichung der Preisentwicklung soll den Druck auf die Kostensenkung stärken.	Bundesamt für Energie
2. Qualität gewährleisten	a) <b>Strengere Anforderungen an Solarprofis:</b> Die Stichprobenkontrollen der beiden Basel haben gezeigt, dass auch Solarprofis mangelhafte oder nur ausreichend gut installierte Anlagen eingebaut haben. Der Begriff „Solarprofi“ muss jedoch für eine gute Installation einer Solaranlage bürgen. Die Anforderungen müssen daher erhöht werden. Solarprofis sollen zur regelmässigen Weiterbildung verpflichtet werden und periodisch Referenzanlagen nachliefern müssen.	Swissolar
	b) <b>Vermehrte Integration von Solarwärme-Wissen in die Grundausbildung:</b> Solarwärme-Wissen und vor allem Solarwärme-Praxis soll vermehrt in die Grundausbildungen integriert werden. Die Zusammenarbeit	Swissolar, Berufsbildungszentren, Verbände

	mit den Verbänden der Berufsschullehrer soll gestärkt werden. Zudem wird eine Lehrmittelplattform geschaffen.	
	c) <b>Stichprobenkontrollen:</b> Wegen der bivalenten Systeme werden Fehler in der Installation oft nicht bemerkt. Sie beeinträchtigen jedoch die Wirtschaftlichkeit der Systeme. Die Kantone und/oder Gemeinden sollen im Rahmen der Förderung und Bauabnahmen Kontrollen der Solaranlagen durchführen. Bei mehrfachen groben Mängeln sollen Sanktionen gegen den Installationsbetrieb ausgesprochen werden können. Die typischen Fehler sollen systematisch gesammelt werden und in die Aus- und Weiterbildung der Solarfachleute einfließen.	Swissolar, Kantone, Gemeinden
	d) <b>Überwachungslösungen:</b> Da Fehler vom Nutzer oft nicht bemerkt werden und somit Ertragseinbussen entstehen, sollen Überwachungslösungen weiterentwickelt und als Standard mit in die Produktpalette übernommen werden.	Produzenten, Importeure
	a) <b>Innovationsfonds Solarwärme:</b> Das bestehende System zur Förderung der Innovation ist auf Grossprojekte ausgelegt. Zur Verbesserung der Produkte wären jedoch oft Kleinprojekte zwischen Produzenten und Forschungsinstitutionen sehr wertvoll. Daher soll ein Innovationsfonds Solarwärme mit 500'000 Fr. für drei Jahre geäufnet werden. Die Mittel sollen eingesetzt werden, um Kleinprojekte zwischen Forschungsinstitutionen und Produzenten unkompliziert umsetzen zu können und damit Gesamtsysteme und Systemintegration verbessern zu können.	KTI, Bund
3. Produkte und Dienstleistungen verbessern	b) <b>Bildung einer Task Force Gesamtsysteme und Systemintegration:</b> Ziel ist es, die Qualität und Zuverlässigkeit von Gesamtsystemen zu erhöhen und den Einbau von Anlagen zu vereinfachen. Damit werden die Produkte stärker auf den Massenmarkt ausgerichtet, der primär an einer zuverlässigen und funktionierenden Gesamtwärmeversorgung interessiert ist. Es befürworten zwar alle Akteure die Verbesserung von Gesamtsystemen. Es fehlt jedoch derzeit eine klare Strategie, wie dieses Ziel möglichst rasch erreicht werden kann. Eine Task Force aller beteiligten Akteure soll sich in Workshops treffen, um eine gemeinsame Strategie und geeignete Massnahmen zu definieren.	Swissolar, Forschungsinstitutionen, Produzenten, Installateure
	c) <b>Minergie-taugliche Standardkombination mit Gas (und Öl) entwickeln:</b> Unter den Minergie-Standardlösungen für Neubauten und Sanierungen gibt es nur eine mit Sonnenkollektoren (in Kombination mit Holz). Neue Standardlösungen mit solarer Heizungsunterstützung und einer zusätzlichen Gas- oder Ölheizung sollen entwickelt und konsequent vermarktet werden.	Swissolar, VSG, Produzenten, Importeure, Installateure
4. Rahmenbedingungen verbessern	a) <b>Pflichtanteil erneuerbarer Energien für Warmwasser bei Neubauten und Heizungsersatz:</b> Die kantonalen Mustervorschriften der Kantone sollen in der nächsten Überarbeitung für 2014 verschärft werden. Mehrere Kantone haben die Machbarkeit solcher Modelle bewiesen (siehe Kapitel 2.5). Analog der geltenden Vorschriften in Basel-Stadt soll ein erneuerbarer Pflichtanteil von 50% für das Warmwasser vorgeschrieben werden, wenn die Heizung oder das Warmwassersystem ersetzt wird. Damit wird der Umbau des Energiesystems im Bestand vorwärtsgetrieben und der Einbau von Sonnenkollektoren beschleunigt.	Kantone
	b) <b>National einheitliche Grundförderung über das Gebäudeprogramm:</b> Um möglichst effektiv zu sein, sollte die Förderung von Sonnenkollektoren über mehrere Jahre konstant und zuverlässig und somit unabhängig von kantonalen Jahresbudgets zur Verfügung stehen. Zudem sollte der Aufwand für Gesuchsteller möglichst gering sein. Aus diesem Grund sollte eine schweizweit einheitliche Grundförderung über das bestehende Gebäudeprogramm erfolgen. Dadurch ist die Grundförderung nicht von den kantonalen Budgets abhängig und ein Gesuchsteller mit mehreren Massnahmen muss nur ein Gesuch ausfüllen («guichet unique»). Ein	Bund & Kantone

weiterer Vorteil ist, dass Gesuchsteller, die ihr Dach sanieren auf die Möglichkeit von Sonnenkollektoren aufmerksam gemacht werden können und mit einem Bonus für die Kombination belohnt werden können.

	<p>c) <b>KEV Förderung für kleine Photovoltaikanlagen um Bonus für kombinierte Anlagen ergänzen:</b> Der Bundesrat möchte kleine Photovoltaikanlagen ab 2015 (evtl. 2014) von der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) ausnehmen und stattdessen mit einem einmaligen Investitionsbeitrag fördern. Bei dieser Förderung sollten kombinierte Anlagen (Photovoltaik und Solarwärme) mit einem Bonus zusätzlich gefördert werden.</p>	Bund & Kantone
	<p>a) <b>Verstärkung der zielgruppenorientierten Kommunikation:</b> Zwei Multiplikatoren sollen verstärkt unterstützt werden. Den Installateuren als wichtigster Vertriebskanal sollen aktiv «Kommunikationspakete» mit Ideen, Planung, Tipps und Materialien zur Verfügung gestellt werden (Einweihungen, Jubiläen, lokale Medien, Vorteile statt Vorurteile). Zufriedenen Kunden sollen unterhaltsame Gratispostkarten abgegeben werden, damit diese damit im Freundeskreis und bei Nachbarn eine Solaranlage empfehlen, sowie weitere Massnahmen gemäss Kommunikationskonzept. Darüber hinaus sollen Energiestädte als zentrale Multiplikatoren gezielt angegangen werden. Themen sind Beispiele von erfolgreicher Förderung und Aktionen, Bewilligungen, der Erlass von Gebühren, etc.</p>	Swissolar, Installateure, Kantone, Gemeinden
5. Kommunikation	<p>b) <b>Konzertierte Startkampagne zur Umsetzung des Masterplans:</b> Die Solarwärme ist in den letzten Jahren in der öffentlichen Wahrnehmung in den Schatten der Photovoltaik geraten. Der Masterplan soll als Anlass genutzt werden, mit einer Kampagne mehr Aufmerksamkeit für die Solarwärme zu gewinnen. Dazu gehören Elemente wie eine medienwirksame Start-Aktion, gleichzeitige Aktionen von Energiestädten und Stadtwerken, die Ausrichtung der Tage der Sonne auf die Solarwärme, etc.</p>	Swissolar, Agentur für erneuerbare Energien, Installateure, Kantone, Gemeinden, Berufsbildungszentren, HEV, Mieterverband
	<p>c) <b>Mieter-Kampagne:</b> Bisherige Projekte zur Motivation von Liegenschaftsbesitzern zeigten nur wenig nachhaltige Wirkung. Vermieter schrecken oft vor Umtrieben mit den Mietern zurück. In einer Kampagne sollen daher Mieter motiviert werden, sich zusammenzutun und den Vermieter zum Handeln aufzufordern. Es werden Berechnungsgrundlagen, Tipps und Standardbriefe zur Verfügung gestellt.</p>	Swissolar mit geeigneten Partnern

Tabelle 8: *Prioritäre Handlungsfelder und Massnahmen*

## 5.5 Strategie Terrain vorbereiten

Heizungsunterstützende Anlagen für Mehrfamilienhäuser sind über das Stadium der Demonstration hinaus gewachsen, aber noch nicht im Markt etabliert. In diesem Stadium ist das Ziel, den Markt zu erschliessen. Prioritär ist in diesem Segment derzeit, die Produkte und Dienstleistungen zu vereinfachen und verbessern.

Die Prozesswärme steht in ihrer Entwicklung noch einen Schritt weiter zurück. Ziel ist hier, funktionierende und zuverlässige Anwendungen zu entwickeln. Eine besondere Rolle könnte in diesem Segment zudem der Vertrieb über Contracting-Angebote einnehmen. Die Förderung und Begleitung von einzelnen Anlagen spielen dabei eine wichtige Rolle.



Zusätzliches Handlungsfeld	Massnahme	Akteur
6. Terrain vorbereiten	<p>a) <b>Markteinführungsprogramm für Grossanlagen:</b> Mit einem breit angelegten und schweizweiten Förderprogramm soll die Markterschliessung bei Grossanlagen unterstützt werden. Es sollen 50 Grossanlagen (Prozesswärme, Wärmenetze, kombinierte Anlagen für Mehrfamilienhäuser und Nichtwohnbauten) finanziell gefördert und gleichzeitig in allen Phasen der Umsetzung von Experten begleitet und unterstützt werden (Machbarkeit, Detailplanung, Umsetzung, Optimierung, Controlling). Dies erhöht die Qualität der Anlagen sowie die Zufriedenheit der Eigentümer, die die besten Multiplikatoren sind. Die involvierten Akteure gewinnen an Erfahrung, der Know-how Transfer wird über Workshops und Tagungen gewährleistet. Eventuell können Stiftungen wie Klik oder myclimate über CO<sub>2</sub>-Kompensationsgelder zur Finanzierung beitragen.</p>	Bund und Kantone, Swissolar, Energieversorger
	<p>b) <b>Vertiefende Studien zur Unterstützung der Markterschliessung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Potenziale von Prozesswärmeanlagen:</b> In einer Studie sollen die Schweizer Industriebranchen auf ihre Eignung für die Solarwärme überprüft werden. Zudem sollen Unternehmen geeigneter Branchen zu ihrer Motivation und ihren Anforderungen befragt werden. Die Studie soll Produzenten und Energieversorgern (für das Contracting) als Grundlage zur besseren Markterschliessung dienen.</li> <li>– <b>Eignung von Hybridkollektoren:</b> Hybridkollektoren liefern im Sommer meist mehr Wärme als nachgefragt wird. Daher wird vorgeschlagen, die überschüssige Wärme ins Erdreich zu leiten und damit Erdsondenfelder zu regenerieren. Diese Option soll einer Kombination von Photovoltaik mit Solarwärme gegenübergestellt werden. So sollen die Anwendungsbereiche und die Eignung der beiden Systeme analysiert werden.</li> <li>– <b>Eignung für Wärmeverbünde:</b> Wärmenetze sollen als Marktsegment genauer untersucht und evaluiert werden. Von Interesse sind der Stand integrierter Anlagen in der Schweiz, das zukünftige Potenzial sowie eine Evaluation verschiedener Konzepte zur Integration der Solarwärme in die Wärmeverbünde.</li> </ul>	Swissolar, Bund und Kantone
	<p>c) <b>Speicher verbessern</b> Ziele der Verbesserung sollen einerseits die Kostensenkung von Speichern in allen Anwendungsgebieten sein. Darüber hinaus sollen Speicher für grosse Volumen entwickelt werden, die auch in bestehende Bauten eingebaut werden können (Speicher im «Baukastensystem»).</p>	Forschungsinstitutionen, Speicherproduzenten

Tabelle 9: *Prioritäre Handlungsfelder und Massnahmen*

## 6 Übersicht der Massnahmen

### 6.1 Massnahmen nach Akteuren

In der folgenden Tabelle werden die Massnahmen aus den Kapiteln 5.4 und 5.5 nach Akteuren sortiert.

Akteur	Massnahmen	Nr.
Swissolar	- Analyse der Preisunterschiede zum Ausland	1.a
	- strengere Anforderungen an Solarprofis	2.a
	- vermehrte Integration von Solarwärme-Wissen in die Grundausbildung	2.b
	- Task Force Gesamtsysteme und Systemintegration	3.b
	- Verstärkung der Kommunikation	5.a
	- konzertierte Startkampagne zur Umsetzung des Masterplans	5.b
	- Markteinführungsprogramm für Grossanlagen	6.a
	- vertiefende Studie zur Unterstützung der Markterschliessung	6.b
Produzenten und Importeure	- konsequente Vereinfachung bestehender Systeme	1.b
	- stärkere Kooperation der Installationsbetriebe	1.c
	- Task Force Gesamtsysteme und Systemintegration	3.b
	- Verstärkung der Kommunikation	3.a
	- konzertierte Startkampagne zur Umsetzung des Masterplans	5.b
Bund und Kantone	- Veröffentlichung der Preisentwicklung	1.d
	- Stichprobenkontrollen	2.c
	- Innovationsfonds Solarwärme	3.a
	- Pflichtanteil erneuerbarer Energien für Warmwasser	4.a
	- national einheitliche Grundförderung über das Gebäudeprogramm	4.b
	- KEV Förderung für kleine Photovoltaikanlagen um Bonus für kombinierte Anlagen ergänzen	4.c
	- Markteinführungsprogramm für Grossanlagen	6.a
- vertiefende Studie zur Unterstützung der Markterschliessung	6.b	
Installateure	- stärkere Kooperation der Installationsbetriebe	1.c
	- Verstärkung der Kommunikation	5.a
	- konzertierte Startkampagne zur Umsetzung des Masterplans	5.b
Forschungsinstitutionen	- konsequente Vereinfachung bestehender Systeme	1.b
	- Task Force Gesamtsysteme und Systemintegration	3.b
	- bessere Speicher	6.c
Gemeinden, Energiestädte	- Verstärkung der Kommunikation	5.a
	- konzertierte Startkampagne zur Umsetzung des Masterplans	5.b
Berufsbildungszentren	- vermehrte Integration von Solarwärme-Wissen in die Grundausbildung	2.b
	- konzertierte Startkampagne zur Umsetzung des Masterplans	5.b

## 6.2 Massnahmen nach Segmenten

In der folgenden Tabelle werden die Massnahmen aus den Kapiteln 5.4 und 5.5 gemäss ihrer Bedeutung für die 5 ausgewählten Segmente bewertet.

Nr.	Massnahmen	Warmwasser EFH	komb. Anlagen EFH	Warmwasser MFH+	komb. Anlagen MFH+	Prozesswärme
1.a	Analyse der Preisunterschiede zum Ausland	XX	X			
1.b	konsequente Vereinfachung bestehender Systeme	XX	XX	XX	X	
1.c	stärkere Kooperation der Installationsbetriebe	X	XX	XX	XX	
1.d	Direktvertrieb einfacher Anlagen	XX		X		
1.e	Veröffentlichung der Preisentwicklung	XX	X	XX		
2.a	strengere Anforderungen an Solarprofis	X	XX	XX	XX	
2.b	vermehrte Integration von Solarwärme-Wissen in die Grundausbildung	XX	X	XX	X	X
2.c	Stichprobenkontrollen	X	XX	XX	XX	X
2.d	Überwachungslösungen			XX	XX	
3.a	Innovationsfonds Solarwärme	X	X	X	X	X
3.b	Task Force Gesamtsysteme und Systemintegration		XX		XX	
3.c	Minergie-taugliche Kombination mit Gas entwickeln		X			
4.a	Pflichtanteil erneuerbarer Energien für Warmwasser	XX		XX		
4.b	national einheitliche Grundförderung über das Gebäudeprogramm	X	X	X	X	
4.c	KEV Förderung für kleine Photovoltaikanlagen um Bonus für kombinierte Anlagen ergänzen	X	X	X	X	
5.a	Verstärkung der Kommunikation	X	X	X	X	X
5.b	konzertierte Startkampagne zur Umsetzung des Masterplans	XX	XX	XX	X	X
5.c	Mieter-Kampagne			X	X	
6.a	Markteinführungsprogramm für Grossanlagen			XX	XX	X
6.b	Vertiefende Studien zur Unterstützung der Markterschliessung			X	X	X
6.c	Speicher verbessern	X	XX	XX	XX	X

## 7 Quellen

- AEE 2010: Agentur für Erneuerbare Energien: Innovationsentwicklung der Erneuerbaren Energien. Renew's Spezial, Ausgabe 37/ Juli 2010.
- BFE 2002: Marktchancen und Markthindernisse der thermischen Solarenergie. Energieforschungsprogramm EWG.
- BFE 2010: Weiterbildung Solarthermie: Grundlagenbericht.
- BFE 2011a: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2010 nach Verwendungszwecken.
- BFE 2011b: energieschweiz: Extrablatt für Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer, März 2011, Berechnung mit Energysystems (www.energysystems.ch)
- BFE 2012a: Stand der Energiepolitik in den Kantonen 2012.
- BFE 2012b: Weiterbildung Solarwärme: Umsetzungskonzept 2012 bis 2015.
- BFE & EnFK / infras 2010: Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2009): Schlussbericht.
- BFE / infras 2005 – 2012: Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG: Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme.
- BFE / infras 2005: Kosten und Nutzen von Solarenergie in energieeffizienten Bauten.
- BFE / NET AG 2012: Potenzialabschätzung zum solarthermischen Beitrag zur Wärmeversorgung im schweizerischen Wohngebäudepark. Gesamtschweizerische Extrapolation der Ergebnisse aus den Regionalstudien für den Kanton Freiburg und die Stadt Zürich.
- BFE / prognos 2012: Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050: Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000 – 2050. Ergebnisse der Modellrechnungen für das Energiesystem.
- BFE / Swissolar 2001 - 2012: Markterhebungen Sonnenenergie 2000 – 2001
- BFE / Wüest & Partner 2004: Zukünftige Entwicklung der Energiebezugsflächen: Perspektiven bis 2035.
- BFS 2012a: Auszug der Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) für das Jahr 2010: Energieträger für Heizung, Energieträger für Warmwasser
- BFS 2012b: Landesindex der Konsumentenpreise, Durchschnittspreise Energie
- BSW (2012): Fahrplan Solarwärme: Strategie und Massnahmen der Solarwärme-Branche für ein beschleunigtes Marktwachstum bis 2030.
- econcept 2007: Einsatz von Sonnenkollektoren auf dem Gebiet der Stadt Zürich. Markthemmnisse und Massnahmen zu ihrer Überwindung.
- IEA 2011: Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2009.
- IEA 2012: Solar Heat Worldwide: Markets and Contribution to the Energy Supply 2010.
- IEA 2012: International Energy Agency: World Energy Outlook 2012.
- Moore 1991: Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers, Harper-Collins Publishers, New York, NY, 1991.
- Porter 1979: How Competitive Forces Shape Strategy, Harvard Business Review, März/April 1979.
- Rogers 1962: Diffusion of Innovations. Glencoe: Free Press.
- Swissolar 2012: Solarwärme 2012: Förderung durch den Bund, Kantone und Gemeinden; Baubewilligungen.
- Universität Kassel 2011: Das Potential solarer Prozesswärme in Deutschland. Teil 1 des Abschlussberichtes zum Forschungsvorhaben „SOPREN – Solare Prozesswärme und Energieeffizienz“.
- Weiss 2008: Werner Weiss: Fachartikel „Welchen Beitrag kann Solarwärme in einem nachhaltigen Energiesystem leisten?“; erschienen in der Fachzeitschrift „erneuerbare energie“, Ausgabe 1-2008, AEE INTEC, Gleisdorf, 2008.
- WWF / infras 2008: Kantonsvergleich Solarenergie: Förderung von Anlagen zur thermischen Nutzung von Solarenergie.

## 8 Interviewpartner

Name	Organisation / Firma
Walter Aeschlimann	Emmi Schweiz
Thomas Ammann	Hauseigentümerverband
Thomas Arnold	Emmi Schweiz
Cristiano Covelli	Ernst Schweizer AG
Kurt Egger	Nova Energie GmbH
Joël Fournier	Service de l'énergie et des forces hydrauliques, Valais
Marcel Guggenbühler	Soltop
Roger Hackstock	Austria Solar
Armin Hauser	Tertianum Seniorenresidenzen
Heiri Huber	Institut Energie am Bau, FHNW
Heinrich Kriesi	Walter Meier AG
Hansruedi Kunz	Abteilung Energie, AWEL, Kanton Zürich
Hansjürg Leibundgut	Institut für Technologie in der Architektur an der ETH
Paolo Lendi	Verit
Roman Lutz	Lutz /Bodenmüller AG
Jörg Mayer	Bundesverband Solarwirtschaft Deutschland
Stefan Minder	NEP Solar
Mirco Moser	Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili
Markus Nater	Corporate Real Estate and Services, Credit Suisse
Markus Portmann	e4plus AG
Pierre Renaud	Swissolar, Planair SA
Matthias Rommel	Institut für Solartechnik (SPF)
Christoph Schaer	Swissolar, suissetec
Marcel Staubli	Energieberater
Antonio Turiel	SEREC
Robert Uetz	Amstein und Walthert
Christian Völlmin	Swissolar, Sopra Solarpraxis AG
Urs Wolfer	Bundesamt für Energie
Felix Wuhrmann	Allreal

Tabelle 10: Interviewpartner

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht der Analysestruktur .....	10
Abbildung 2	Entwicklung des Wärmebedarfs in der Schweiz in Abhängigkeit des energiepolitischen Szenarios (BFE / prognos 2012).....	11
Abbildung 3	Energiebezugsflächen nach Gebäudenutzung (BFE / Wüest & Partner 2004).....	11
Abbildung 4	Bedarf an Prozesswärme ausgewählter Branchen in Deutschland (Uni Kassel 2011).....	12
Abbildung 5	Jährlich installierte Kollektorfläche in der Schweiz (BFE / Swissolar 2012) .....	13
Abbildung 6	Installierte Quadratmeter pro Einwohner im Vergleich zu den Nachbarländern (IEA 2011) .	13
Abbildung 7	Installierte Flächen in der Schweiz Ende 2011 (BFE / Swissolar 2012).....	14
Abbildung 8	2001-2011 installierte Flachkollektor-Anlagen in der Schweiz (EFH = Einfamilienhaus, MFH = Mehrfamilienhaus) (BFE / Swissolar 2002 – 2012, Total = 76'163 Anlagen).....	15
Abbildung 9	Geeignete Prozesse zur Integration der Solarwärme (Universität Kassel 2011) .....	17
Abbildung 10	Struktur des Endkunden-Systempreises einer heizungsunterstützenden Anlage mit 11 Quadratmetern Flachkollektoren im Jahr 2011 für Deutschland (Nettopreis ca. 8'500 Euro; BSW 2012).....	19
Abbildung 11	Vertriebskanäle der 2001–2011 installierten Quadratmetern für Flachkollektoren und Röhrenkollektoren, (BFE / Swissolar 2002–2012).....	20
Abbildung 12	Übersicht zur Solarwärme-Branche in der Schweiz (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) ....	20
Abbildung 13	Übersicht der Herkunft von Flachkollektoren in der Schweiz.....	21
Abbildung 14	Bauten mit Wohnnutzung strukturiert nach Energieträger für die Heizung (links) und Warmwasser (rechts), (BFS 2012a) .....	22
Abbildung 15	Mit dem Hybridkollektor wird Strom und Wärme produziert. Die sommerliche Überschusswärme wird dem Erdreich zugeführt, wodurch im Winter eine höhere Quellentemperatur für die Wärmepumpe verfügbar ist. (Bildquelle: 3S).....	26
Abbildung 16	Entwicklung der Preise für Heizöl, Gas, Holzpellets und Strom (Durchschnittspreise, Landesindex der Konsumentenpreise, BFS 2012b).....	30
Abbildung 17	Jährlichen verkaufte Flach- und Röhrenkollektoren (BFE / Swissolar 2002-2012) im Vergleich zu den kantonalen Fördermitteln (BFE / infras 2005-2012) und den Durchschnittskosten für Heizöl (BFS 2012b).....	34
Abbildung 18	Modell der Diffusion von Technologien (Rogers 1962 und Moore 1991) .....	40
Abbildung 19	Position der Marktsegmente in der Schweiz und strategische Stossrichtungen. Die Grösse der Kreise geben einen Eindruck des geschätzten Wärmebedarfs des Segments im Jahr 2035 (in Anlehnung an Weiss 2008; EFH = Einfamilienhaus, MFH+ = Mehrfamilienhäuser sowie andere Grosswohnbauten wie Spitäler, Altersheime und Hotels) .....	45
Abbildung 20	Mögliche Entwicklung der Segmente zur Erreichung des Ziels: oben jährliche installierte Fläche, unten gesamthaft in der Schweiz installierte Fläche (Ersatzanlagen wurden abgezogen).....	46