

Fahrplan Solarwärme

Strategie und Maßnahmen der Solarwärme-Branche
für ein beschleunigtes Marktwachstum bis 2030



Fahrplan Solarwärme

Strategie und Maßnahmen der Solarwärme-Branche
für ein beschleunigtes Marktwachstum bis 2030

Langfassung – Juli 2012



Technomar GmbH



Institut für Thermodynamik
und Wärmetechnik
Universität Stuttgart



co2online gGmbH



BSW - Bundesverband
Solarwirtschaft e.V.

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Auftraggeber

BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
Quartier 207, Friedrichstraße 78
10117 Berlin

Unter Mitwirkung von:
Prof. Timo Leukefeld und Matthias Reitzenstein

Autorenteam

Technomar GmbH
Widenmayerstraße 46a
80538 München
Volkmar Ebert, Roland Günther,
Zsolt Kremer, Raymond Pajor

Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik ITW
Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 6
70550 Stuttgart
Dr. Dan Bauer, Dr. Harald Drück, Karola Sommer

co2online gGmbH
Hochkirchstraße 9
10829 Berlin
Katy Jahnke

Redaktionsschluss: 31.12.2011

Titelfoto: Futuristisches Ferienhaus mit
Solarwärme-Fassade in Oberwiesenthal

Inhaltsverzeichnis

1	Entscheiderkurzfassung	8
2	Vorbemerkung	13
2.1	Ausgangssituation und Handlungsbedarf	13
2.2	Ziele und Perspektive der Studie	13
2.3	Rahmenbedingungen für die Durchführung der Studie	14
2.4	Struktur der Studie und Vorgehensweise	14
2.5	Methodik	16
2.6	Projektorganisation	17
3	Analyse und Bewertung der technischen, wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Optionen bis 2030	18
3.1	Analyse der Wärme- und Kältebedarfsentwicklung	18
3.1.1	Einleitung	18
3.1.2	Entwicklung des Wärme- und Kältebedarfs bis 2030	19
3.1.2.1	Datengrundlage	20
3.1.2.2	Absoluter Endenergiebedarf für Raumwärme	22
3.1.2.3	Spezifischer Raumwärmebedarf	23
3.1.2.4	Endenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung	25
3.1.2.5	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme im Sektor GHD	26
3.1.2.5.1	Endenergiebedarf für Raumwärme	26
3.1.2.5.2	Endenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung	27
3.1.2.5.3	Endenergiebedarf für Prozesswärme	27
3.1.2.6	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme in der Industrie	29
3.1.2.7	Entwicklung des Endenergiebedarfs zur Kälteerzeugung	30
3.1.2.7.1	Endenergiebedarf für Gebäudekühlung in privaten Haushalten	31
3.1.2.7.2	Endenergiebedarf für Gebäudekühlung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	31
3.2	Technik	34
3.2.1	Wettbewerbsanalyse: Chancen und Risiken durch konkurrierende dezentrale Wärmeerzeuger sowie Wärmenetze im Wohnbereich, Gewerbe und Industrie	34
3.2.2	Technisches Kostensenkungspotential	40
3.2.2.1	Kostensituation	40

3.2.2.2	Technisches Kostensenkungspotential von Einzelkomponenten	44
3.2.2.2.1	Solarkollektoren	44
3.2.2.2.2	Wärmespeicher	49
3.2.2.2.3	Technisches Kostensenkungspotential von Gesamtanlagen	51
3.2.3	Technische Hemmnisse nach Akteuren	52
3.2.4	Normung und Zertifizierung, Normungs- und Zertifizierungsstrategie	53
3.2.4.1	Aktueller Status und zukünftige Entwicklungen Normung	53
3.2.4.2	Aktueller Status und zukünftige Entwicklungen Zertifizierung	55
3.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von solarthermischen Anlagen	56
3.3.1	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in ausgewählten Wohngebäudetypen	57
3.3.2	Ausgewählte Wärmeerzeuger	58
3.3.3	Methoden der Wärmekostenermittlung	59
3.3.4	Randbedingungen	60
3.3.5	Spezifische Wärmegestehungskosten	61
3.3.6	Wirtschaftlichkeit von verbesserter Wärmedämmung	65
3.3.7	Variation der Investitionskosten und der Energiepreissteigerungsrate	69
3.3.8	Wirtschaftlichkeit bei Betrachtung des reinen Solarkreises	72
3.3.9	Solare Kombianlage mit hohem solarem Deckungsanteil	73
3.3.10	Solar unterstützte Nahwärme ohne Langzeitwärmespeicher	73
3.3.11	Solar unterstützte Nahwärme mit Langzeitwärmespeicher	74
3.3.12	Photovoltaik mit Stromspeicherung	75
3.3.13	Wirtschaftlichkeit in Gewerbe und Industrie	77
3.3.14	Vermiedene CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Minderungskosten	79
3.3.15	Substitution fossiler Energieträger	83
3.4	Politik	85
3.4.1.1	Wirkungsanalyse von bestehenden Anreizen (z.B. Marktanzreizprogramm) bzw. ordnungsrechtlichen Vorgaben	85
3.4.1.2	Wirkungsanalyse Marktanzreizprogramm	85
3.4.1.3	Wirkungsanalyse ordnungsrechtlicher Vorgaben	88
3.4.1.4	Vergleich von Fördermaßnahmen	89
3.5	Wirtschaft	93
3.5.1.1	Einfluss und Entwicklung der relevanten markt beteiligten Gruppen SHK-Handwerk und SHK-Großhandel	93
3.5.1.2	Position der Hersteller	93
3.5.1.3	Position des SHK-Großhandels	94
3.5.1.4	Position des Handwerks	95
3.5.1.5	Analyse der Potentiale für Solarwärme-Anlagen am Gesamtmarkt (Heizungen, Warmwasser, Prozesswärme (bis 100°C))	101
3.5.1.6	Technische Potentiale und marktseitig realisierbare Potentiale der Solarwärme	102
3.5.1.7	Realisierbare Solarwärme-Potentiale im Wohnbereich	103

3.5.1.8	Realisierbare Solarwärme-Potentiale im Nichtwohnbereich	106
3.5.1.9	Realisierbare Solarwärme-Potentiale im der Prozesswärme	107
3.5.1.10	Potentialanalyse des Exports für deutsche Solarwärme-Unternehmen	110
3.6	Gesellschaft	111
3.6.1.1	Mögliche künftige Änderungen im Nutzerverhalten	111
3.6.1.2	Einfluss von sozialen Netzwerken	115
3.6.1.3	Wertewandel	116
3.6.1.4	Demographische Entwicklung	119
3.7	Weitere Aspekte der Untersuchung	122
3.7.1.1	Mögliche regionale Erträge aus der Sonne	122
3.7.1.2	Solarwärme und Denkmalschutz	123
3.7.1.3	Solar-Contracting, insbesondere für Gewerbe und Industrie	124
3.8	Ausgangsbasis für Solarwärme-Vision, -Mission und -Grundstrategie	126
3.8.1.1	Thesen zur Technik in 2030	126
3.8.1.2	Thesen zur Wirtschaft in 2030	127
3.8.1.3	Thesen zur Gesellschaft in 2030	127
3.8.1.4	Thesen zur Politik in 2030	127
3.9	Analyse und Bewertung der ökonomischen und energiewirtschaftlichen Voraussetzungen und Herausforderungen für eine erreichbare Zielvision: Ausbauszenarien	128
4	Der Fahrplan Solarwärme bis 2030	133
4.1	Vision, Mission, Positionierung der Solarwärme-Branche	133
4.1.1.1	Solarwärme-Vision für Deutschland	133
4.1.1.2	Mission Solarwärme für Deutschland	134
4.1.1.3	Positionierung der Solarwärme	135
4.1.1.4	Positionierung der Solarwärme gegenüber der Photovoltaik	135
4.1.1.5	Positionierung der Solarwärme in der Kommunikation	136
4.2	Festlegung der Grundstrategie: Die sechs strategischen Fokusthemen	138
4.2.1.1	Strategisches Fokusthema I: Volle Kraft auf den Ausbau der etablierten Segmente im Bereich EZFH	138
4.2.1.2	Strategisches Fokusthema II: Entwicklung weiterer Marktsegmente durch Erwerb von Zusatzkompetenzen	139
4.2.1.3	Strategisches Fokusthema III: Entschlossener Eintritt in den Solarwärme-Zukunftsmarkt Industrielle Prozesswärme bis 100°C	139
4.2.1.4	Strategisches Fokusthema IV: Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch kostengünstige Systemlösungen und aktive Entwicklung des Strukturwandels ..	140

4.2.1.5	Strategisches Fokusthema V: Priorisierung der Forschung auf Forcierung kostengünstiger Lösungen in den etablierten Segmenten und der Industriellen Prozesswärme.	140
4.2.1.6	Strategisches Fokusthema VI: Aktive kommunikative Gestaltung der notwendigen Rahmenbedingungen für das Wachstum der Solarwärme.	141
4.2.1.7	Exkurs: Aktive Entwicklung des Strukturwandels	141
4.3	Konsolidierte Betrachtung der Segmente und Portfolio	144
4.4	Wirtschaftlichkeits- und Kostensenkungsziele	152
4.5	Segmente des deutschen Marktes für Solarwärme-Anlagen	159
4.5.1.1	Segment Heizungsmodernisierung EZFH	163
4.5.1.2	Segment Solarwärme-Ergänzung EZFH	165
4.5.1.3	Segment Neubau EZFH	167
4.5.1.4	Segment Erneuerung bestehender Anlagen EZFH	168
4.5.1.5	Segment Sonnenhaus EZFH	170
4.5.1.6	Segment Heizungsmodernisierung und Solarwärme-Ergänzung MFH	172
4.5.1.7	Segment Neubau MFH	174
4.5.1.8	Segment Nicht-Wohngebäude	176
4.5.1.9	Segment Nah- und Fernwärme	178
4.5.1.10	Segment Industrielle Prozesswärme bis 100°C	180
4.5.1.11	Segment Industrielle Kälte und Klimatisierung	182
4.6	Ziele des Fahrplans	182
4.6.1.1	Zu erwartender volkswirtschaftlicher Nutzen der Solarwärme im Szenario Forcierte Expansion	183
4.6.1.2	Ökologischer und energiewirtschaftlicher Nutzen der Solarwärme im Szenario Forcierte Expansion	185
5	Maßnahmen im Rahmen des Fahrplans	188
5.1	Maßnahmen zur kurzfristigen Marktstimulation der Segmente Modernisierung und Solarwärme-Nachrüstung	188
5.2	Maßnahmen zur Kostensenkung	190
5.3	Maßnahmen zur Einführung Prozesswärme	191
5.4	Maßnahmen zum Thema Kommunikation	192
5.5	Maßnahmen im politischen Rahmen	192
5.5.1.1	Kurzbeschreibung der wichtigsten Modelle	193
5.5.1.2	Weitere Maßnahmen im politischen Rahmen zu Fördermodellen.	195

5.5.1.3	Weitere Maßnahmen für den politischen Rahmen zu Ordnungsrecht	196
6	Übersicht über den Solarwärme-Fahrplan.....	198
7	Schlussbemerkung	200
8	Anhang	202
8.1	Die Maßnahmen des Fahrplans in tabellarischer Übersicht	202
8.2	Abbildungsverzeichnis	213
8.3	Tabellenverzeichnis.....	217
8.4	Abkürzungsverzeichnis.....	218
8.5	Quellenverzeichnis	220

1 | Entscheiderkurzfassung

Der Wärmebedarf in der Bundesrepublik Deutschland beträgt derzeit ca. 54% des gesamten Endenergiebedarfs. Alle Ziele und Anstrengungen, künftig den Endenergiebedarf zu senken, kommen daher an einer detaillierten Betrachtung des Wärmebedarfs nicht vorbei. Diverse Studien gehen davon aus, dass dieser Bedarf bis 2030, bedingt durch Effizienzsteigerungen, Rationalisierung und bessere Dämmung, um ca. 30% sinken wird. Damit beläuft sich der Gesamt-Wärmebedarf 2030 aber immer noch auf knapp 10.000 Petajoule pro Jahr (PJ/a) bzw. 2.778 TWh. Es ist daher eine wichtige gesamtgesellschaftliche Aufgabe, diese immense Energiemenge möglichst nachhaltig und klimaneutral zu erzeugen. Die Solarwärme ist durch die Nutzung der Sonne die natürlichste und dauerhafteste Form der Wärmeerzeugung. Daher kommt ihr im Rahmen dieser Aufgabe ein besonders hoher Stellenwert zu.

Das sogenannte technische Potential, das für die Solarwärme in der Bundesrepublik errechnet wurde, ist erheblich. Laut ESTIF summieren sich die für Solarwärme geeigneten Flächen (Dächer, Fassaden und Freiflächen) auf insgesamt über 2.000 Quadratkilometer. Wie viel davon ist tatsächlich bis 2030 beim Kunden und im Wettbewerb mit anderen Alternativen zur Wärmeerzeugung auf welchen Wegen zu realisieren? Und welche Maßnahmen sind zu ergreifen, um möglichst viel Solarwärme in den deutschen Gebäudebestand zu bekommen? Das sind die Kernfragen dieses Fahrplans.

Marktforschungsanalysen im Rahmen des Fahrplans haben ergeben, dass nahezu alle Zielgruppen, insbesondere die Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern, die Solarwärme grundsätzlich sehr positiv bewerten. Der Hauptgrund, sich nicht für eine Solaranlage zu entscheiden, sind – mit weitem Abstand vor allen anderen Gründen – für 47% der Befragten die hohen Kosten. Die künftige absolute Höhe der Investitionskosten für den Endkunden als auch die Wirtschaftlichkeit einer Solaranlage werden also kurz-, mittel- und langfristig ein wesentlicher Schlüssel für den Erfolg der Solarwärme in Deutschland sein.

Es ist davon auszugehen, dass die Wettbewerbsstärke der meisten Wärmeerzeuger, ob konven-

tionell mit fossiler Energie oder mit regenerativen Energien betrieben, sich künftig auf sehr hohem Niveau bewegen wird. Die zentrale Frage in diesem Zusammenhang ist, wie wirtschaftlich sich ein Wärmeerzeugungssystem mit Solarwärmeunterstützung gegenüber einem Wärmeerzeugungssystem ohne Solarwärmeunterstützung verhält. Die Untersuchungen im Rahmen des Fahrplans haben ergeben, dass die Branche künftig weitere deutliche Anstrengungen unternehmen muss, um die Wärmegestehungskosten von Anlagen mit Solarwärme substanziell weiter zu verbessern. Dabei haben solare Systeme zur Unterstützung der Warmwasserbereitung auch künftig leichte Wirtschaftlichkeitsvorteile gegenüber Kombisystemen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung.

Gegenüber dem bisherigen Marktstandard, dem Brennwertkessel auf Öl- oder Gasbasis, ist die Wettbewerbsposition der Solarwärme als sowohl kurz- als auch längerfristig positiv zu beurteilen, weil sie aus Wirtschaftlichkeitserwägungen eine gute Ergänzung zu dieser Technologie darstellt, sowohl in der Modernisierung als auch im Neubau. Noch besser lässt sich Solar mit Wärmeerzeugern auf Basis von Biomasse-Technologien kombinieren.

Wie sehen die weiteren technischen Innovationspotentiale zur Kostensenkung und Effizienzsteigerung aus? Die Komponenten einer Solarwärmeanlage befinden sich bereits heute auf sehr hohem technischen Niveau. Kollektoren und Speicher in den aktuellen Bauarten mit den derzeit verwendeten Materialien lassen sich kaum mehr verbessern. In der Beschleunigung von Montage und Installation bestehen noch gewisse Potentiale, die durch Verbesserungsmaßnahmen im Rahmen dieses Fahrplans ausgeschöpft werden. Die größten Wirkungen werden von Experten jedoch bei kompletten Technologiesprüngen in den Bereichen Kollektor und Speicher prognostiziert. Das betrifft zum einen den Einsatz neuer Materialien und Produktionsverfahren beim Flachkollektor, zum anderen die Entwicklung thermochemischer Speicher. Ein weiterer wesentlicher Erfolgsfaktor ist die kostenseitige Optimierung integrierter Systeme zur Wärmeerzeugung inklusive Solarwärme. Dies betrifft die Systeme selbst im Sinne einer optimalen Abstimmung aller Komponenten sowie die Verein-

fachung der Montage und Installation durch vorkonfigurierte, ggf. standardisierte Baugruppen.

Wichtigster Faktor in der Wertschöpfungskette vom Hersteller bis zum Endkunden ist das Handwerk. Auch mittel- und langfristig bleibt das Handwerk insbesondere in den Marktsegmenten des Ein- und Zweifamilienhausbestandes der wichtigste Vertriebskanal ohne eine für die Solarwärmewirtschaft realistische Alternative. Die Geschäftsfelder des solarwärmerelevanten Handwerks, Heizung, Bad, Klima, Haustechnik, Elektroinstallation etc., werden in ihrer Bandbreite künftig weiter wachsen. Die Anzahl der Handwerker wird jedoch auch mittelfristig weitgehend konstant bleiben mit eher abnehmender Tendenz. Es ist daher von zentraler Bedeutung, die Attraktivität der Solarwärme für das Handwerk aufrecht zu erhalten und weiter zu verbessern. Eine wichtige Rolle spielen dabei die "Gelegenheitsinstallateure" von Solarwärme. Es gilt, sie vom passiven Vertrieb auf Kundennachfrage auf ein aktives Marketing umzustellen. Dabei spielen die Intensivierung der Betreuung dieser Gruppe durch die Solarwärmehersteller aber auch die Höhe und Kontinuität der öffentlichen Förderung eine wesentliche Rolle.

Zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Solarwärme können auch künftig Standardisierung und Zertifizierung beitragen. Dies betrifft sowohl die Solarwärmekomponenten und -systeme selbst als auch die Ausbildung und Schulung von Personen. Des Weiteren wird auch ein Nachweis der Leistung kompletter Solarwärmeeinrichtungen - entweder generisch oder im Einzelfall - in der Branche diskutiert.

Im Fördervergleich zu Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung weist der Fahrplan nach, dass die Wärmeleistung von Solarwärmeeinrichtungen bisher bei der öffentlichen Förderung deutlich benachteiligt wurde. Bei einer Gleichstellung der Solarwärme mit diesen Technologien könnte die Nutzung der Solarwärme deutlich gesteigert werden und sich ggf. verdreifachen etwa auf das Niveau des Solar-Toplandes Österreich.

Die im Rahmen des Fahrplans formulierte Vision und Mission für die Solarwärme in Deutschland des Bundesverbands Solarwirtschaft orientiert sich an der Erkenntnis, dass die Solarwärme

die mit Abstand natürlichste und nachhaltigste Form der Wärmeerzeugung darstellt. Ziel ist es daher, sie bei der überwiegenden Zahl der dafür geeigneten Wohngebäude zur Grundausstattung in der Wärmeversorgung zu machen und im Bereich der industriellen Prozesswärme einen substanziellen Beitrag zu leisten, um für die Unternehmen Energiekosten zu senken. Damit spielt die Solarwärme eine tragende Rolle bei der künftig annähernd klimaneutralen Ausgestaltung des Gebäudebestandes in Deutschland, dessen Energiebedarf weitgehend durch erneuerbare Energien gedeckt wird. Durch weitere technologische Erfolge und Kostensenkungen wird die Branche während der Laufzeit des Fahrplans eine führende Position im Weltmarkt erreichen und dadurch wachsende Exportanteile, Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland erzielen.

Gemeinsam mit ihrer Schwestertechnologie Photovoltaik wird das Erreichen einer möglichst hohen Gesamteffizienz angestrebt. Dazu ist es sinnvoll, die für die jeweiligen Bereiche Wärme und Strom optimalen Konzepte und Technologien einzusetzen. Daraus folgt die Konsequenz: Solarwärme für Wärmeanwendungen, Solarstrom für Stromwendungen.

In der Kommunikation sollte sich die Solarwärmebbranche künftig sowohl auf immaterielle als auch auf materielle Nutzenargumente konzentrieren. Die Topargumente sind hierbei Umwelt- und Klimaschutz, Ressourcenschonung sowie die Kostenersparnis von substituierten anderen Brennstoffen. Effizienznachweis und Renditeargumente dienen mehr der begleitenden Information als der aktiven Überzeugungsarbeit. Sobald sich die Amortisationsdauer der Solaranlagen deutlich verbessert, wie es im Fahrplan vorgesehen ist, kann auch die Wirtschaftlichkeit in den Argumentationsschwerpunkt rücken.

Ausgehend von Detailanalysen in den Themengebieten Technik, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik werden für den Fahrplan drei Ausbauszenarien für die Solarwärme bis 2030 entwickelt. Alle drei Szenarien enthalten zum einen Grundannahmen, zum anderen wird eine differenzierte qualitative wie quantitative Beurteilung der möglichen Absatzentwicklung in allen Marktsegmenten vorgenommen. Hier kann in Kürze nur auf die wesentlichen Unterschiede der Szenari-

en eingegangen werden, die Segmentbetrachtungen sind den entsprechenden Kapiteln dieses Dokuments zu entnehmen (vgl. Kapitel 4.5). Das Szenario „Business as Usual“ geht hinsichtlich Vertrieb, Kostensenkung und Innovation von keinen wesentlichen Fortschritten aus. Die fossilen Energiepreise steigen moderat um ca. 3-5% p.a. Es gibt auch künftig eine öffentliche Förderung der Solarwärme in der heutigen Größenordnung. Im Szenario „Forcierte Expansion“ werden alle im Rahmen des Fahrplans gesteckten Ziele und Maßnahmen realisiert. Dazu zählen mittelfristig eine deutliche Kostensenkung im System, der Einsatz neuer Technologien, die systematische Entwicklung weiterer Marktsegmente für die Solarwärme und der Einstieg in die Industrielle Prozesswärme bis 100°C. Der Vertrieb wird deutlich gestärkt und die Hersteller rücken enger zusammen, um dem Strukturwandel im Markt pro-aktiv zu begegnen. Das Szenario basiert auf weiter steigenden Energiepreisen, wie im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts (ca. 8% p.a.) und einer verstärkten Förderung bis zum Erreichen der Wirtschaftlichkeitsschwelle ohne Förderung Anfang der zwanziger Jahre. Dieses Szenario wird als Basis für die quantitative und qualitative Entwicklung des Fahrplans ausgewählt. Ferner wird noch ein drittes Szenario „Globaler Wandel“ erstellt, das auf der gleichen Zielerreichung der Solarwärmebranche basiert wie im Szenario „Forcierte Expansion“ mit den Unterschieden, dass der Blick künftig deutlich mehr auf die Ökologie gerichtet wird, die Energiepreise noch stärker steigen als bisher (ca. 11% p.a.) und die volle förderseitige Gleichstellung der Solarwärme mit den anderen regenerativen Technologien erfolgt.

Mit dem Szenario „Forcierte Expansion“ als Ausgangsbasis werden für den Fahrplan insgesamt sechs strategische Schwerpunktthemen formuliert, die zwar nicht für die Einzelsituation jedes Unternehmens der Solarwärmebranche gelten mögen, aber eine generelle Richtung für den Branchenerfolg vorgeben. Es geht dabei um den beschleunigten Ausbau der Solarwärme in den etablierten Marktsegmenten im Bereich Ein- und Zweifamilienhaus, die Entwicklung weiterer Marktsegmente durch den Erwerb von Zusatzqualifikationen sowie den entschlossenen Eintritt in den Solarwärme-Zukunftsmarkt „Industrielle Prozesswärme bis 100°C“. Dazu ist es erforderlich, die Wettbewerbsfähigkeit der Solarwärme durch kos-

tengünstige Systemlösungen und aktive Entwicklung des Strukturwandels weiter zu steigern. Um die etablierten Segmente abzusichern und auch in den neuen Segmenten möglichst rasch erfolgreich zu werden, muss die Forschung künftig stärker priorisiert werden auf die Forcierung kostengünstiger Lösungen in den etablierten Segmenten und der Industriellen Prozesswärme. Dabei ist eine Verbundforschung anzustreben und die Kräfte stärker als bisher zu bündeln. Ferner ist auch künftig eine aktive kommunikative Gestaltung der notwendigen Rahmenbedingungen für das Wachstum der Solarwärme – insbesondere im politischen Raum – erforderlich.

Der Fahrplan sieht vor, durch mehrere Maßnahmenbündel die Kosten einer Solarwärmeanlage für den Endkunden bis 2030 um insgesamt 43% zu senken. Schritte dorthin liegen in den Bereichen Montagevereinfachung, Optimierung von Komplettsystemen inklusive Wärmeerzeugern und den bereits erwähnten Technologiesprüngen beim Kollektor und Speicher. Da neue Technologien häufig zu Beginn die Kosten eher steigern, wird bis 2020 eine Kostensenkung für den Endkunden von 15% angestrebt, der volle Umfang der Kostensenkung wird erst im Laufe der zwanziger Jahre erreicht. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass die Kostensenkung nicht nur auf den Hersteller bezogen wurde sondern auf die gesamte Wertschöpfungskette bis zum Endkunden.

Der Fahrplan sieht auf Basis des Szenarios „Forcierte Expansion“ vor, bis 2020 den Absatz von derzeit 1,15 Mio. m² Kollektorfläche p.a. auf ca. 3,6 Mio. m² Kollektorfläche p.a. zu steigern. Bis 2030 ist eine weitere Ausdehnung auf 8,1 Mio. m² vorgesehen. Hauptabsatzbringer sind hierbei nach wie vor die etablierten Segmente im Bereich EZFH, ergänzt um den wachsenden Markt für Nachrüstung bestehender Anlagen, und – insbesondere in den zwanziger Jahren – die „Industrielle Prozesswärme“ bis 100°C.

Die deutsche Solarwirtschaft hat sich im Rahmen des Fahrplans insgesamt zwölf quantitative Zielgrößen gegeben, an deren Erreichung sie sich messen lassen möchte:

Die meisten der zwölf Ziele ergeben sich unmittelbar aus den bisherigen Ausführungen.

1 | Abbildung 1 | Kernziele des Fahrplans Solarwärme für 2020 und 2030

Szenario	2010	Forcierte Expansion	
		2020	2030
Zubau Kollektorfläche in Deutschland p.a. (Mio. m ²)	1,15	3,6	8,1
Installierte Kollektorfläche in Deutschland (kumuliert, Mio. m ²)	14	39	99
Installierte solarthermische Leistung (GW)	9,8	27	69
Solarthermische Energieerzeugung p.a. (TWh)	5	14	36
CO ₂ -Einsparung p.a. (Mio. to)	>1	3,2	8,0
Anteil Solarwärme am Wärmebedarf der dt. Haushalte (%)	<1	2,7	7,7
Anteil Solarwärme am Wärmebedarf (bis 100°C) der dt. Industrie (%)	0	0,4	10,2
Installierte Anlagen für industrielle Prozesswärme ¹ (kumuliert)	0	1.500	28.300
Senkung des Systempreises im Wohnbau pro kW (%)		14	43
Inlandsumsatz der Branche (Mrd. Euro)	1,0	2,4	3,0
Deutsche Wertschöpfungsquote (%)	75	75	75
Export (Mrd. Euro)	0,5	1,1	1,4

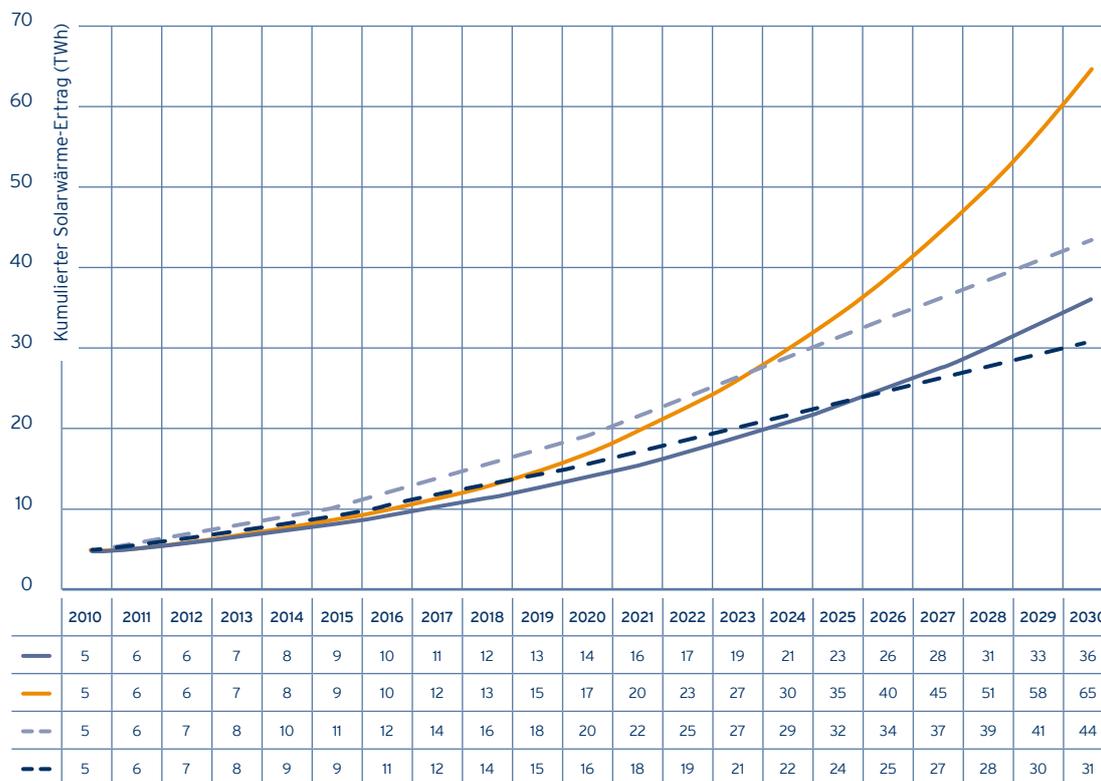
¹: Angenommene durchschnittliche Anlagengröße: 700m²

Besonders hervorzuheben ist, dass durch die anspruchsvollen Ausbauziele der Anteil der Solarwärme am Wärmebedarf der deutschen Haushalte von knapp 1% (2010) auf ca. 7,8% (2030) steigen soll. Der Anteil der Solarwärme am Wärmebedarf der deutschen Industrie bis 100°C soll sogar von heute nahe Null auf über 10% (2030) zunehmen.

In solarthermischer Energie ausgedrückt bedeutet dies, dass die Solarwärme im Jahr 2030 einen substantiellen Beitrag zu einer regenerativen

Energieversorgung der Bundesrepublik leisten kann. Dieser Beitrag würde gemäß des Fahrplans dann bei beachtlichen 36 TWh/ liegen (vgl. Abb. 1|2). Berücksichtigt man, dass die Ausbauziele für die Nah- und Fernwärme in Deutschland möglicherweise etwas später als im Basisszenario 2010A des BMU angenommen erreicht werden, folgt daraus, dass die deutsche Solarwärmeindustrie den ehrgeizigen energiepolitischen Zielen der Bundesregierung in vollem Umfang und bereits etwas früher als geplant (ca. 2025) Rechnung tragen kann.

1 | Abbildung 2 | Entwicklung der Solarwärme-Erträge bis 2030



Kumulierter Solarwärme-Ertrag der installierten Kollektorfläche in den Jahren bis 2030 gemäß Szenarien des Fahrplans Solarwärme und des Bundesumweltministeriums, Leitstudie 2020 mit und ohne Nah- und Fernwärme (o.N.: ohne Nah- und Fernwärme; BMU Basisszenario 2010 A)

— Forcierte Expansion — Globaler Wandel - - BMU 2010 - - BMU 2010 o. Nah- und Fernwärme

Der BEE schätzt den Wärmebedarf in 2020 auf 1.150 TWh, die Wärme aus erneuerbaren Energien wird für 2020 zwischen 270 TWh und 290 TWh prognostiziert [BEE, 2009]. Damit hätte die Solarwärme nach dem Fahrplan mit 14 TWh in 2020 einen Anteil von ca. 5,1% an der gesamten Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020.

Die im Rahmen des Fahrplans vorgesehenen Maßnahmen gliedern sich in folgende Themenblöcke: Kurzfristige Marktstimulation der Segmente Modernisierung und Solarwärme-Nachrüstung, Kostensenkung, Einstieg in die Industrielle Prozess-

wärme, Kommunikation und politischer Rahmen. Insgesamt werden etwa 70 Einzelmaßnahmen im Rahmen des Projektes beschrieben, die sämtliche Themenblöcke abdecken. Die 20 wichtigsten und dringendsten Maßnahmen ergeben den originären Fahrplan. Bei den im Fahrplan beschriebenen Maßnahmen handelt es sich um Aktivitäten, die sinnvoller Weise auf der Verbands- oder Branchenebene bearbeitet werden. Für den erfolgreichen Ausbau der Solarwärme sind natürlich auch individuelle Maßnahmen auf Unternehmensebene notwendig, deren Ausgestaltung aber nicht Gegenstand der Untersuchung war.

2 | Vorbemerkung

2.1 Ausgangssituation und Handlungsbedarf

Solarwärme hatte im Jahr 2010 einen Anteil von etwa 0,5% am deutschen Wärmeverbrauch, mit 4% Anteil an der regenerativ erzeugten Wärme liegt sie noch hinter der Bioenergie und auf gleichem Niveau wie die oberflächennahe Geothermie bzw. den Wärmepumpentechnologien. Eine deutliche Erhöhung dieser Anteile bis zum Jahr 2020 bzw. bis zum Jahr 2030 scheint möglich, bedarf aber einer Optimierung der Strategien zur Marktentwicklung und des politischen Förderrahmens.

Es ist daher ein auf seine Erfolgsaussichten hin bewerteter Maßnahmenkatalog zu entwickeln, um in den nächsten Jahren die richtigen politischen, technologischen und ökonomischen Weichen für diese Zielerreichung zu stellen. Auch die ehrgeizigen Ausbauziele der Bundesregierung, wie sie im Jahr 2010 im „Nationalen Aktionsplan“ und im Energiekonzept beschrieben wurden, hängen von entsprechenden Strategien und konkreten Entscheidungen ab.

Voraussetzung hierfür ist die Formulierung eines energiepolitischen Master-Plans und eine sich

daraus ergebende Solarwärmemarkt-Entwicklungsstrategie für den Zeitraum 2012 bis 2030 für Deutschland unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher, gesellschaftlicher, politischer sowie technischer Rahmenbedingungen und Prognosen.

Dafür erforderlich ist ein Wachstumspfad für die Verbreitung der Solarwärme in bestehenden und neuen Marktsegmenten, insbesondere dem Wohnungsbau, kommerziell-gewerblichen Anwendungen sowie der Industrie zur Stärkung des Wachstums und der technologischen Weiterentwicklung der Solarwärme in Deutschland inklusive notwendiger Maßnahmen.

Ferner ist eine Ermittlung und Darstellung der energie- und volkswirtschaftlichen Wertschöpfung durch die Nutzung der Solarwärme bei unterschiedlichen Szenarien zu erstellen einschließlich der Ermittlung und Darstellung des erwarteten Branchenwachstums auf den Ebenen Investitionen, Umsätze und Arbeitsplätze.

2.2 Ziele und Perspektive der Studie

Die Studie soll Antworten auf folgende Kernfragen liefern:

- **Wie kann man mehr Solarwärme in den Gebäudebestand als Ergänzung zu vorhandener/verbesserte konventioneller Technik bekommen?**
- **Welche weiteren Marktsegmente sind derzeit und in Zukunft für Solarwärme besonders geeignet und was kann die Solarwärme-Branche tun, um die Solarwärme-Potentiale in diesen Marktsegmenten zu erschließen?**
- **Was müssen Hersteller, Handel, Handwerk und Politik tun, um hier das Bestmögliche bis 2030 zu erreichen?**

Die Studie hat die Entwicklung einer volkswirtschaftlich und politisch sinnvollen Marktentwicklungsstrategie für die Solarwärme (SW) in Deutschland bis 2020/2030 zum Ziel. Des Weiteren beschreibt der Fahrplan konkrete Maßnahmen für einen verstärkten Ausbau der Solarwärme und der Solarwärme-Branche in Deutschland in den Bereichen

- Wohnungsbau
- Nichtwohnungsbau
- Gewerbe (Bäckereien, Metzgereien, etc.)
- Industrie (Pharma-, Chemische-, Nahrungs- und Genussmittel etc. bis 100°C)

Neben den quantitativen Werten für die Ermittlung und Darstellung des Branchenwachstums in allen Wertschöpfungsstufen dienen die Ergebnisse der Vermittlung qualitativer Aspekte wie der Steigerung des Gemeinwohls in der Bundesrepublik

(Beispiele: lebenswertere Umwelt, mehr Gesundheit, jeder Bürger „erzeugt“ seine eigene Energie, unternehmerische Gesellschaftsverantwortung, Unabhängigkeit von Importen etc.). Den Zielgruppen Politik, Zivilgesellschaft, Meinungsbildner sowie private, gewerbliche und industrielle Endkunden soll der direkte Zusammenhang zwischen Solarwärme und Lebensqualität aufgezeigt werden.

Es stellt sich daher die Frage, welche Mittel geeignet sind, um die bisher weit verbreitete **Zurückhaltung** im (privaten, gewerblichen und indust-

riellen) **Käuferverhalten** und in der politischen Unterstützung zugunsten eines **natürlichen Nachfrage-Sogs** nach Solarwärme aufzulösen.

Der Fahrplan soll auch ein **emotional attraktives Motiv** vermitteln, sich persönlich für die solare Zukunft Deutschlands zu engagieren: „Mag ich, will ich, kauf ich, nutz ich - jetzt!“. Dies kann beispielsweise zur Gründung/Intensivierung zahlreicher Vereine, „Solarwärme-Gemeinden“ und weiterer Solarthermie-Initiativen (lokal, regional, überregional) führen.

2.3 Rahmenbedingungen für die Durchführung der Studie

Die Solarwärme befindet sich in einem wechselhaften Spannungsfeld zwischen politischen Zielen, technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit, Beachtung der zur Verfügung stehenden, realisierbaren Potentiale sowie dem Einfluss von aktuellen Geschehnissen wie bspw. der Ausstieg aus der Atomkraft. Entsprechend wichtig war es, verschiedene Szenarien zu entwickeln, damit die Solarwärme-Branche auf Veränderungen schnell reagieren kann.

Auf dieser Basis wurden drei Ausbauszenarien, „Business as Usual“, „Forcierte Expansion“ und „Globaler Wandel“ entwickelt, die jeweils von un-

terschiedlichen Rahmenbedingungen ausgehen. Mit großem Engagement hat eine Reihe von Solarwärme-Firmen das Projekt fachlich und inhaltlich unterstützt und wertvolle Hinweise sowie viele Detailinformationen beigetragen.

Um ein möglichst aktuelles Stimmungsbild der wichtigen Marktakteure Hauseigentümer und SHK-Handwerk nutzen zu können, wurde im Vorfeld in einem separaten Projekt eine Analyse der genannten Zielgruppen durchgeführt und die Ergebnisse für die Erstellung des Fahrplans genutzt.

2.4 Struktur der Studie und Vorgehensweise

Die Studie ist in drei Arbeitsschritte gegliedert. Im ersten Schritt steht die Analyse und Bewertung der Rahmenbedingungen für die Solarwärme im Fokus. Das Solarwärme-Handlungsmodell berücksichtigt alle wesentlichen Parameter und Einflussfaktoren auf mehreren Ebenen:

- Gesellschaft, Volkswirtschaft
- Öffentliche Meinung
- Öffentliche Interessen des Staates
- Gesetzgebung
- Folgemärkte, Kunden
- Solarwärme-Branche, Wertschöpfungsstufen

Dieser Arbeitsschritt dient zur Erarbeitung von Entwicklungsszenarien in den o.g. Bereichen bis 2030 und entsprechenden Handlungsmodellen für die Solarwärme-Branche. Entsprechend abgeleitete Erkenntnisse bilden die Basis für die Solarwärme-Grundstrategie bzw. strategische Fokusthemen.

Im Arbeitspaket „Fahrplan“ werden die definierten strategischen Fokusthemen weiter detailliert und konkretisiert sowie die damit verbundenen möglichen Auswirkungen beschrieben.

Im Rahmen des Arbeitspaketes „Maßnahmen“ geht es um die Beantwortung der Fragestellung, mit welchen Aktivitäten und in welchem zeitlichen Rahmen der Fahrplan umgesetzt werden kann.

Die beschriebene Vorgehensweise entspricht der in der folgenden Abbildung. 2|1 dargestellten Projektstruktur.

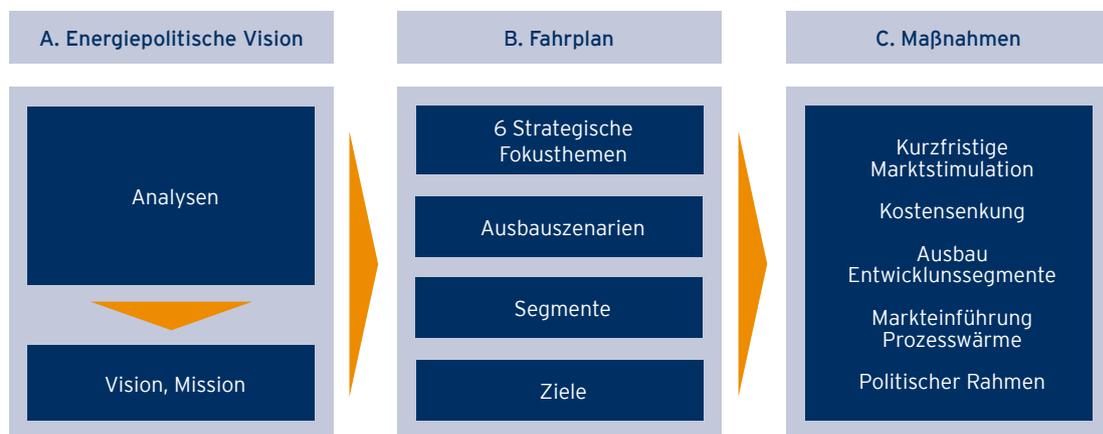
2 | Abbildung 1 | Projektstruktur des Fahrplans Solarwärme



Das Projekt entwickelt in den drei Arbeitsschritten und ihren Arbeitspaketen Ergebnisse gemäß folgender Struktur:

(Durchführungszeitraum war Juni 2011 bis Dezember 2011, mit Validitätsprüfungen bis April 2012.)

2 | Abbildung 2 | Ergebnisse in den Projektphasen des Fahrplans Solarwärme



Durchführungszeitraum war Juni 2011 bis Dezember 2011.

2.5 Methodik

Bei der Komplexität des Projektes und aus forschungsökonomischen Gründen war eine Kombination aus

- Desk Research
- Experteninterviews (persönlich und telefonisch)
- Workshops (Team-intern mit dem Verband und der Industrie sowie in größerem Rahmen)
- Szenario-Technik
- Input-Output-Analyse

notwendig.

Desk Research beinhaltet die Sichtung und Auswertung vorhandener Informationen. Beispiele hierzu sind Studien/Analysen von Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-SOLAR), Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. (BEE), Fraunhofergesellschaft für Solare Energiesysteme (ISE), Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart (ITW), Deutsche Solarwärme-Plattform (DSTTP), Statistisches Bundesamt, Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbauer e.V. (VDMA) etc. Daneben wurden auch andere Quellen, z.B. Studien von internationalen Organisationen (Europäische Union (EU), European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP), Weltbank, Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), World Trade Organization (WTO) etc.) und von global aufgestellten Firmen (E.ON, RWE, Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik-Hersteller (SHK) usw.) ausgewertet. Insgesamt wurden ca. 160 Quellen in der Studie berücksichtigt.

Experteninterviews sind frei geführte Interviews anhand eines Leitfadens und stellen die sicherste Form der Primärerhebung dar. Sie ermöglichen nicht nur die Erfassung und Diskussion relevanter Aspekte und Kriterien mit einem Experten, sondern lassen neben einer explorativen Erfassung der Sachverhalte auch die Verwendung von Skalierungen und ähnlichen Erhebungsverfahren zu, um die Erkenntnisse nach bestimmten Methoden strukturieren und gewichten zu können. Ebenfalls ermöglichen die persönlichen Interviews die Eruiierung sensibler Themen und komplexer Zusammenhänge. Aufgrund des assoziativen Ansatzes können auch Sachverhalte ermittelt werden, die

zu Beginn der Untersuchung noch nicht bekannt waren. Diese Interviews wurden vom Technomar-Projektteam persönlich durchgeführt. Die Experteninterviews wurden mit folgenden Zielgruppen (Auswahl u.a.) geführt:

- Gewerbe- und Industriebetriebe
- Bauträgergesellschaften
- Bundes- und Landesministerien, andere Behörden
- Energieberater, Energieagenturen
- Handwerk
- Architekten, Planer
- Strom-, Gas- und Wärmeversorger, Energie-Contractoren
- Hersteller von Anlagen für Wärmeerzeugung

Ebenso wurden Gespräche geführt mit Verbänden wie z.B. Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW), Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU), Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK), Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e. V. (B.KWK), Zentralverband Sanitär Heizung Klima/Gebäude- und Energietechnik Deutschland (ZVSHK), Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke (ZVEH), Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH), Bundesverband Solarwirtschaft e.V. etc. Im Rahmen der Projektdurchführung wurden über 80 Expertengespräche geführt.

Workshops dienten dazu, die gewonnenen Erkenntnisse Team-intern und in einem größeren Kreis zu diskutieren und kritisch zu hinterfragen sowie die Kenngrößen für die Szenarien zu definieren. Neben einem Workshop zum Projektstart (halbtägig) wurden zu den einzelnen Themengebieten jeweils separate Workshops gehalten, die sich mit folgenden Themenschwerpunkten beschäftigten:

- Technik
- Politik
- Wirtschaft
- Gesellschaft
- Szenarien
- Fahrplan
- Maßnahmen

Teilnehmer an diesen Workshops waren Vertreter der Industrie, des Handels, des Handwerks, der Behörden, der Wissenschaft und Verbände.

Eine Marktprognose (Voraussage eines bestimmten Ereignisses zu einem bestimmten Zeitpunkt) für den Solarthermie-Ausbau war angesichts so komplexer Sachverhalte mit vielen sehr ungewissen Parametern (Energiepreise, wirtschaftliche Entwicklung etc.) mit hoher Volatilität nicht zielführend. Für die Abschätzung der Marktentwicklung wurde die **Szenario-Technik** genutzt. Mit drei Szenarien (Business as Usual, Forcierte Expansion,

Globaler Wandel) lassen sich Entwicklungskorridore dynamisch abbilden, die in ihrer Aussagekraft und Validität gegenüber einer einzelnen statischen Prognose deutlich im Vorteil sind.

Für die Ermittlung der möglichen volkswirtschaftlichen Auswirkungen diente die **Input-Output-Rechnung**, die auf einer „produktspezifischen Abbildung aller produktions- und gütermäßigen Verflechtungen innerhalb einer Volkswirtschaft“ basiert [Statistisches Bundesamt Input-Output-Rechnung im Überblick, 2010].

2.6 Projektorganisation

Neben den Teams von BSW-SOLAR und Technomar waren ITW und co2online an der Projektumsetzung beteiligt. Die Schwerpunkte des ITW lagen im Bereich der technischen Analysen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Solarwär-

me-Anlagen sowie Ausführungen zur Normung. co2online hat das Projekt durch eine Umfrage bei Solarwärme-Nutzern und Solarwärme-Interessenten unterstützt.

2 | Abbildung 3 | Projektorganisation des Fahrplans Solarwärme



3 | Analyse und Bewertung der technischen, wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Optionen bis 2030

Die zukünftige Entwicklung der Solarwärme wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die in die vier Kategorien „Technik, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft“ gegliedert werden können. Dabei bezieht sich der Oberbegriff Technik im Wesentlichen auf die Entwicklung der Wärmeerzeugertechnologien. Solarwärme ist eine Option der Wärmeerzeugung, zudem ist die Solarwärme gegenwärtig eine Ergänzungstechnologie, d.h. in der Regel nur zusammen mit einem anderen Wärmeerzeuger einsetzbar. Je nachdem, wie der zukünftige technische Fortschritt der anderen Wärmeerzeugertechnologien, insbesondere von Wärmepumpen und Pellets (auch der Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung), sich entwickelt, kann dies für die Solarwärme eine weitere Zunahme der Konkurrenz bedeuten. Zu der anlagentechnischen Entwicklung kommt die Entwicklung der Dämmung, welche für den zukünftigen Wärme- und Kältebedarf wichtig ist und einen maßgeblichen Einfluss auf den Solarwärme-Markt hat.

Mit dem Begriff „Wirtschaft“ sind die Akteure der Prozesskette gemeint, vom Hersteller von Wärmeerzeugern über den Fachgroßhandel bis zum Handwerksbetrieb. Ebenso ist auch die Entwicklung der Energiepreise zu berücksichtigen. Jeder der genannten Akteure nimmt Einfluss auf die Entwicklung der Solarwärme. Nur mit hoher Akzeptanz und verstärktem Engagement des Handels und des Handwerks wird Solarwärme weiter ausgebaut werden können. Entsprechend wichtig ist die Position der jeweiligen Gruppen.

Neben den technischen und wirtschaftlichen Aspekten spielen auch die politischen Rahmenbedingungen für die Solarwärme eine wesentliche Rolle. Umgekehrt ist der Ausbau der Solarwärme für die Realisierung der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung von hoher Relevanz.

Solarwärme steht auch im Spannungsfeld gesellschaftlicher Veränderungen: dazu zählen u.a. die demografische Entwicklung, die Volatilität der Energiepreise, Unsicherheiten über die eigene zukünftige wirtschaftliche Situation sowie Veränderung der Meinung zu umweltrelevanten Fragestellungen. Faktoren wie diese beeinflussen das Kaufverhalten und die Entscheidungen der potentiellen Solarwärme-Kunden.

Die Analyse der einzelnen Themenfelder bildet die Basis für ein „Zukunftsbild“ 2030 (Szenario). Dies zeigt, mit welchen Rahmenbedingungen die Solarwärme bis 2030 konfrontiert werden könnte. Der Szenarioerstellung zu Grunde liegen Gutachten, Konzepte, Studien und ggf. auch die wesentlichen Voranalysen zu Rahmenbedingungen. In der Studie berücksichtigt sind über 160 Quellen, die gesichtet, verglichen, aktualisiert, auf Konsistenz sowie Plausibilität überprüft und in Workshops diskutiert wurden. Im Einzelnen werden die vier Themenfelder der technischen, wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen evaluiert.

3.1 Analyse der Wärme- und Kältebedarfsentwicklung

3.1.1 Einleitung

In Deutschland werden 54% des gesamten Endenergiebedarfs zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Zum Erreichen nationaler und europäischer klimapolitischer Ziele werden zukünftig erneuerbare Energien einen großen Beitrag zur Deckung des Wärmebedarfs leisten müssen.

Wärme aus erneuerbarer Energie kann von Biomasse, Geothermie und Solarwärme bereitgestellt

werden. Da oberflächenferne Geothermie auf wenige Standorte begrenzt ist, oberflächennahe Geothermie als Effizienztechnologie betrachtet wird, Biomasse vorrangig im Verkehrssektor, zur Stromerzeugung und für Mittel- bis Hochtemperaturanwendungen eingesetzt werden sollte, wird die Bedeutung der Solarwärme als wichtige Energiequelle für den Niedertemperaturbereich ersichtlich.

Aktuell relevante Marktsegmente für solarthermische Anlagen sind solare Trinkwasseranlagen und Kombianlagen vor allem in kleinen Wohngebäuden. Hinzu kommen Anwendungen, die sich noch in einer Markteinführungs- oder Entwicklungsphase befinden, z.B. Solarwärme in größeren Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden, Wärmenetze sowie solare Prozesswärme. Neue Technologien wie Wärmespeicher mit hoher Energiedichte und die Gebäudeintegration von Solarkollektoren können die Anwendungsbereiche der Solarwärme weiter vergrößern.

Im Folgenden Kapitel soll untersucht werden, in welchem Umfang die Solarwärme künftig zur

Deckung des Wärmebedarfs beitragen kann. Als Grundlage hierfür dient die Analyse einschlägiger Studien zur Entwicklung des Wärme- und Kältebedarfs bis 2030. Anschließend wird ein Überblick über den aktuellen Markt und den Stand der Entwicklungen in den solarthermischen Anwendungsbereichen gegeben.

Anhand von drei Szenarien, in die als Parameter der künftige Wärmebedarf, politische Maßnahmen und die Verfügbarkeit adäquater Technologien eingehen, wird das mittel- und langfristige Potential der Solarwärme abgeschätzt.

3.1.2 Entwicklung des Wärme- und Kältebedarfs bis 2030

Zahlreiche wissenschaftliche Prognosen und Gutachten beschäftigen sich mit der Entwicklung der Energieversorgung. Als Grundlage für die Abschätzung des künftigen Potentials für Solarwärme werden hierfür einige Studien ausgewählt und ihre Aussagen über die Entwicklung des Wärme- und Kältebedarfs in Deutschland zusammengestellt. Die Studien unterscheiden sich voneinander in ihrer Methodik (Simulations- oder Optimierungsmodelle), den angenommenen Rahmenbedingungen (zu Bevölkerung, Wirtschaft, Technik und Umwelt) und in ihrer Zielsetzung. Je nach Zielsetzung können die Studien in Referenzszenarien, Zielszenarien und Politiksznarien unterteilt werden. Die Referenzszenarien gehen vom heutigen Stand an politischen Instrumenten und absehbaren technischen Entwicklungen aus; die laufenden Trends in Politik, Technologie und Verbraucherverhalten werden fortgeschrieben. Es bestehen keine spezifischen Zielvorgaben (z.B. im Klimaschutz).

In den Zielszenarien werden bestimmte klimapolitische Ziele angestrebt (z.B. Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen). Sie untersuchen, unter welchen Bedingungen und mit welchen Mitteln diese Ziele erreicht werden können.

In den Politiksznarien werden die energiewirtschaftlichen und ggf. gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen bestimmter politischer Rahmenbedingungen untersucht. Die Konsequenzen unterschiedlicher energie- und klimapolitischer Optionen für Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen werden betrachtet. Ziel ist es, Trade-Offs im Hinblick auf das energiepolitische Zieldreieck von Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit zu illustrieren [EWI-EEFA, 2008].

Die Ergebnisse der Studien sind aufgrund der unterschiedlichen Ansätze, Methoden und Rahmenbedingungen nur eingeschränkt miteinander vergleichbar, aber sie geben einen Eindruck der Bandbreite der möglichen Entwicklungspfade.

Als Basis für die Abschätzung des Solarwärme-Potentials wird der prognostizierte Wärme- und Kältebedarf eingeteilt nach Sektoren (private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, Industrie) sowie nach Art der Anwendung (Raumwärme, Trinkwassererwärmung, Prozesswärme mit Temperaturen bis 250°C, Gebäudekühlung).

3.1.2.1 Datengrundlage

Sowohl in den Referenzszenarien als auch in den Zielszenarien erwarten die betrachteten Studien hinsichtlich der demografischen, strukturellen und ökonomischen Eckdaten überwiegend die gleichen Trends, aber unterscheiden sich in der Höhe der jeweiligen Betrachtungsgrößen.

So wird allgemein davon ausgegangen, dass die Zahl der Einwohner stetig abnimmt und die Bevölkerung zunehmend altert. Die Anzahl der Personen pro Haushalt sinkt und der spezifische Wohnflächenbedarf (d.h. die Wohnfläche pro Person) nimmt zu. Die Wirtschaftsleistung wächst stetig, wobei der Dienstleistungssektor das größte Wachstum erfährt. Die Energieeffizienz (z.B. durch Gebäudesanierungen, effizientere Anlagen) und die Verbraucherpreise für Energie nehmen stetig zu. Die Energiepolitik unterstützt die rationale Energienutzung.

In den Zielszenarien verstärken politische Maßnahmen die Energieeffizienzsteigerung. Zusätzlich betrachten einige Zielszenarien den Einfluss eines veränderten Verbraucherverhaltens (höheres Umweltbewusstsein, zunehmendes Komfortbedürfnis).

Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme in privaten Haushalten

Verschiedene Faktoren beeinflussen die Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme und Trinkwassererwärmung in privaten Haushalten:

- **Technologische** Entwicklungen wie die Sanierungsrate¹ der Gebäude (energetische Sanierungen) und die Sanierungseffizienz², der Ersatz von alten Wohngebäuden durch Neubauten, Anlageneffizienz der eingesetzten Heizsysteme und die Durchdringungsrate effizienterer Heizsysteme
- **Sozioökonomische** Entwicklungen wie der spezifische Wohnflächenbedarf sowie die Anzahl und Struktur der Wohngebäude (Einfamilien-/Mehrfamilienhäuser), höheres Komfortbedürfnis einer alternden Bevölkerung, steigende Ausstattungsgrade

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studien, aufgeteilt nach Anwendungsbereich (Raumwärme und Trinkwassererwärmung), dargestellt. Da im Rahmen dieser Studie der Fokus auf den Entwicklungen bis 2030 liegt, werden die Daten in den Diagrammen zwar bis 2050 dargestellt, aber gehen nur bis 2030 in die Analyse ein.

Die einzelnen in den Abbildungen dargestellten Szenarien sind im Folgenden kurz beschrieben. Ausführliche Literaturhinweise auf die verwendeten Studien sind im Anhang beigefügt.

Das Referenzszenario **EWI-Ref 2008** stellt eine Entwicklung dar, die sich einstellen könnte, wenn die bislang angelegten Politikausrichtungen in die Zukunft fortgeschrieben werden. Dabei wird angenommen, dass auch künftig Anpassungen vorgenommen werden, welche die in der Vergangenheit beobachteten Trends fortschreiben.

In Zielszenario **EWI-Ziel 1** und Zielszenario **EWI-Ziel 2** werden Reduktionsziele für die THG-Emissionen vorgegeben: bis 2020 um 40% und bis 2050 um 85% bezogen auf das Niveau von 1990. Die Zielszenarien unterscheiden sich hinsichtlich der Laufzeit der Kernkraftwerke und des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch. In EWI-Ziel 2 wird mit höheren Energieeffizienzsteigerungen gerechnet.

Die im Szenario **BEE 2009** enthaltenen Annahmen zur Entwicklung des Wärmebedarfs basieren auf den Studien „Politiksznarien für den Klimaschutz IV - Szenarien bis 2030“ des Umweltbundesamts und „Energieszenarien für den Energiegipfel 2007“ von EWI/Prognos.

Im Szenario **DLR 2010** wird erläutert, wie die Ziele der Bundesregierung zum Ausbau erneuerbarer Energien (EE) und zur Steigerung der Energieeffizienz bis 2020 sowie die längerfristigen Vorgaben, die Treibhausgasemissionen bis 2050 auf rund 20% des Werts von 1990 zu senken und den Beitrag der EE an der gesamten Energiever-

¹ Sanierungsrate: Anteil der Gesamtwohnfläche, deren Raumwärmebedarf durch bauliche Maßnahmen jährlich reduziert wird. [EWI]

² Sanierungseffizienz: prozentuale Reduktion gegenüber dem ursprünglichen Wärmeleistungsbedarf eines Gebäudes vor der Sanierung. [EWI]

sorgung auf rund 50% zu steigern, umgesetzt werden können und mit welchen strukturellen und ökonomischen Wirkungen dabei zu rechnen ist.

Zielszenario "Energiekonzept bis 2050" **GP 2007** beschreibt die Abschätzung des künftigen Energiebedarfs. Es basiert im Wesentlichen auf einer vergleichenden Analyse des „Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario“ aus den „Politikszenerarien IV“ des Umweltbundesamts, dem „Leitszenario“ und den Szenarien „E2“ bzw. „E3“ der Leitstudie 2008 des DLR. Für die demografischen und ökonomischen Rahmendaten wird auf die entsprechenden Annahmen der „Leitstudie 2008“ zurückgegriffen.

Nach Szenario **FFE-Ref 2003** werden Energiesparmaßnahmen nur schleppend umgesetzt, da die ökonomischen Aspekte über den ökologischen stehen. Energie- und umweltbewusstes Handeln setzt sich in der Bevölkerung nur langsam durch. Aufgrund steigender Energiepreise gewinnt die Energiesparmentalität jedoch zunehmend an Bedeutung, da Energiesparmaßnahmen wirtschaftlich werden. Zunächst wird von einem Wachstum der Energienachfrage im Haushaltssektor ausgegangen, das insbesondere auf steigende Ausstattungsgrade und höhere Komfortansprüche (höheren spezifischen Wohnflächenbedarf, etc.) zurückzuführen ist. Schwindende Bevölkerungszahlen und die zunehmende Durchdringung des Bestandes mit energieeffizienten Geräten wirken dem Anstieg des Energieverbrauchs entgegen.

Eine erhöhte Technikeffizienz unterstellt Szenario **FFE-Techn.Eff.** Landesweit werden die vorhandenen Techniken sukzessiv gegen die beste verfügbare Technik ausgetauscht. Dadurch wiederum steigt der Innovationsdruck im Bereich energiesparender Geräte, so dass schon nach wenigen Jahren deutlich bessere Techniken verfügbar sind und eingesetzt werden als es im Referenzszenario der Fall wäre. Das Verhalten der Anwender wird gegenüber der Referenz gleich bleiben.

Umweltbewusstes Handeln ist im Szenario **FFE-Umwelt** abgebildet. Neben dem sukzessiven Austausch der Techniken ändert sich auch das Anwenderverhalten hin zu einem energetisch umsichtigen Verhalten. Neben einer geringen Senkung des Komfortanspruchs wird aktiv über Energieverbrauch nachgedacht und unnötiger Energieverbrauch weitestgehend vermieden.

Szenario **IER-Ref 2007** zeigt die wahrscheinlichste Entwicklung des Energieverbrauchs, wenn die unterstellten energie- und klimapolitischen Rahmensetzungen und Maßnahmen ihre Wirkung entfalten und die Annahmen hinsichtlich der Entwicklung unsicherer Einflussfaktoren wie des Ölpreises tatsächlich eintreffen. Die Vorgaben sind: energie- und klimapolitische Vorgaben der EU; Reduktion der CO₂-Emissionen um 21% bis 2020 (vor allem Stromerzeugung- und energieintensive Industrien); Deckung von 18% bis 2020 des Bruttoendenergieverbrauchs mit Hilfe EE; Energieeffizienzziele; Weiterentwicklung der EnEV.

Das Szenario **SolPotential 2005** hat als Vorgabe das Erreichen des „20-20-20-Ziels“ der EU, das eine Senkung des Primärenergieverbrauchs der EU und der Treibhausgasemissionen um jeweils 20% sowie eine Anhebung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen auf 20% umfasst (bezogen auf die Werte von 1990).

Im Modell-Basis-Szenario **UBA P III-Ref 2005** werden die Wirkungen der bisherigen Energie- und Klimapolitik einbezogen. Die bereits heute implementierten Instrumente bzw. Maßnahmen werden bis zum Jahr 2030 fortgeschrieben. Es ist zu interpretieren als kostenoptimale Entwicklung der Energieversorgung unter Berücksichtigung der gesetzten Randbedingungen. In dem Szenario **UBA P III-Ziel 1** wird eine Minderung der energiebedingten CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 30% und bis zum Jahr 2030 um 40% relativ zum Jahr 1990 angenommen. Das Szenario **UBA P III-Ziel 2** nimmt eine Minderung der energiebedingten CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 40% und bis zum Jahr 2030 um 50% relativ zum Jahr 1990 an.

Das **BMWi GHD 2006** Szenario ist eine umfangreiche Datenerhebung zum Energieverbrauch im **Gewerbe, Handel, Dienstleistungs**-Sektor (GHD), bestehend aus der Erhebung von Struktur- und Verbrauchsdaten zum Energieverbrauch im GHD-Sektor, differenziert nach Sub-Sektoren, Energieträgern, Verbrauchszwecken sowie den eingesetzten energietechnischen Anlagen und der detaillierten Auswertung, Analyse und Plausibilitätsprüfung der erhobenen Daten sowie Hochrechnung auf den gesamten Energieverbrauch des GHD-Sektors und seiner Sub-Sektoren sowie Abgleich mit den in der Energiebilanz für den Gesamtsektor ausgewiesenen Energieverbrauchswerten.

3.1.2.2 Absoluter Endenergiebedarf für Raumwärme

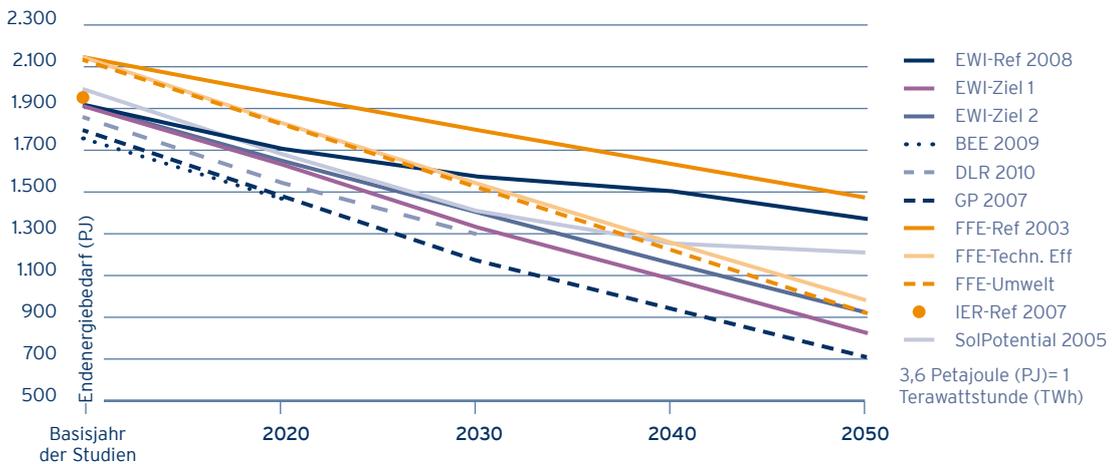
Die prognostizierte Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme in privaten Haushalten ist in der folgenden Abbildung 3|1 dargestellt.

Abweichungen im jeweiligen Basisjahr der Studien sind zum Teil darauf zurückzuführen, dass zwischen den Jahren 2003 (älteste Studie) und 2010 (neueste Studie) der Wärmebedarf bereits merklich zurückgegangen ist.

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme wird durch gegenläufige Effekte

bestimmt: einerseits führt die Erhöhung der spezifischen Wohnfläche und ein steigendes Komfortbedürfnis zu einer Zunahme des Raumwärmebedarfs. Andererseits führen die rückläufige Bevölkerungszahl, energetische Sanierungen und effizientere Heizanlagen zu einer Abnahme des Raumwärmebedarfs. In den Zielszenarien FFE-Umwelt und UBA W-Klima wird zusätzlich mit einem veränderten (d.h. umweltbewussteren) Verbraucherverhalten gerechnet.

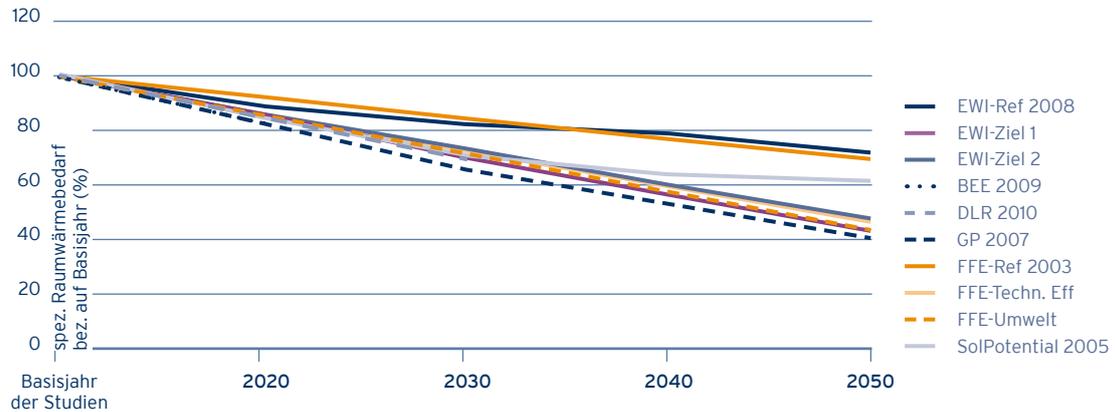
3 | Abbildung 1 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme (private Haushalte)



Für 2020 wird im Mittel ein Rückgang des Endenergiebedarfs für Raumwärme um 8% bezogen auf das Basisjahr angegeben. Bei den Zielszenarien liegt der Rückgang im Mittel bei 19%.

Erst ab 2030 erhöht sich die Streuung der Daten auf ca. 10% absolut. Hier gehen die Referenzszenarien von einem Rückgang des Raumwärmebedarfs von ca. 20% aus, die Zielszenarien hingegen von ca. 30%.

3 | Abbildung 2 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme bezogen auf das Basisjahr (private Haushalte)



Fazit: Wenn zukünftig keine weiteren Anstrengungen zum Klimaschutz als der heute schon wirksamen vorgenommen werden, wird laut Aussage der Referenzszenarien der Studien der **Raumwärmebedarf im Sektor „private Haushalte“ bis 2020 um ca. 10% abnehmen und bis 2030 in der Grö-**

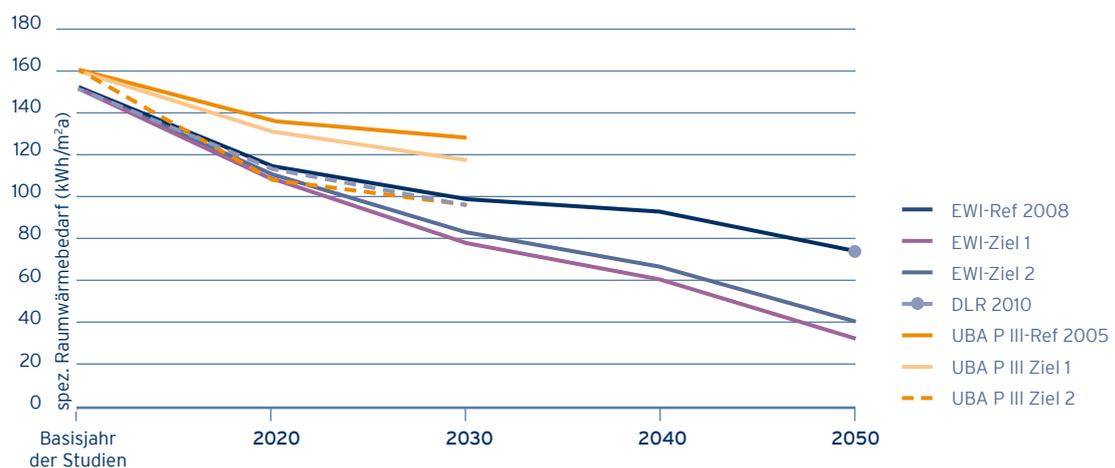
ßenordnung von 20% sinken. Mit zusätzlichen Maßnahmen zur Gebäudesanierung und dem Einsatz effizienterer Heizanlagen können bis 2020 15 bis 20%, bis 2030 ca. 30% des aktuellen Raumwärmebedarfs eingespart werden.

3.1.2.3 Spezifischer Raumwärmebedarf

Abbildung 3|3 zeigt die Prognosen zur Entwicklung des spezifischen Raumwärmebedarfs in privaten Haushalten. Bei den dargestellten Werten handelt

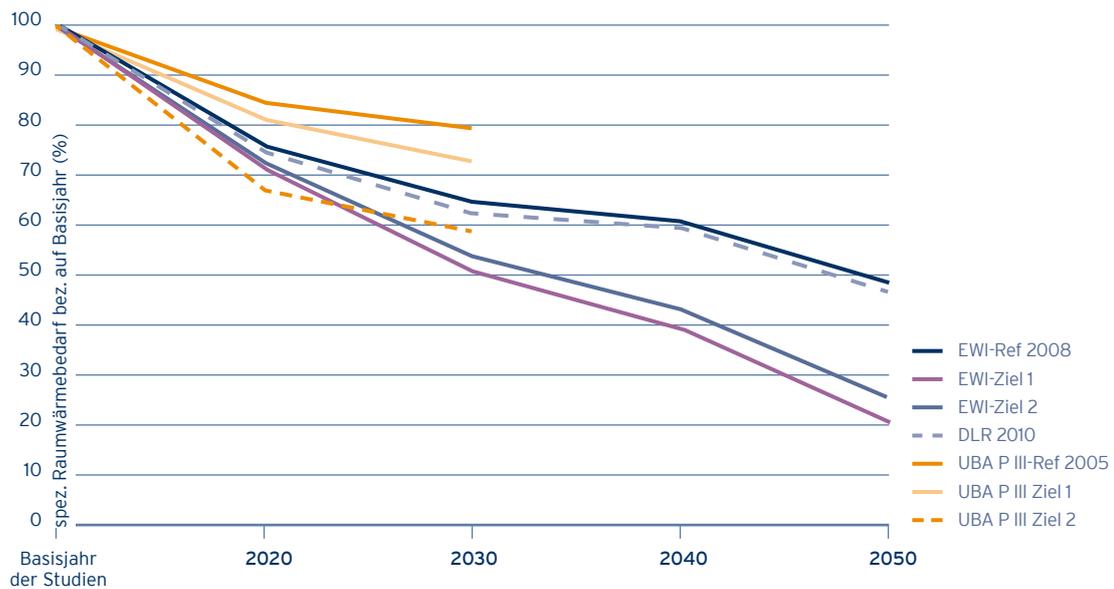
es sich um Durchschnittswerte für den gesamten Gebäudebereich (Alt- und Neubau, verschiedene Haustypen).

3 | Abbildung 3 | Entwicklung des spezifischen Raumwärmebedarfs (private Haushalte)



Die folgende Abbildung zeigt die Abnahme des spezifischen Raumwärmebedarfs bezogen auf das Basisjahr.

3 | Abbildung 4 | Entwicklung des spezifischen Raumwärmebedarfs bezogen auf das Basisjahr (private Haushalte)



Wegen der geringen Neubauraten (ca. 0,6%) wird der Endenergieverbrauch für die Raumwärmeerzeugung des Wohngebäudebestands vorwiegend durch energetische Sanierungen von bestehenden Gebäuden beeinflusst [EWI].

In EWI-Ref geht der spezifische Heizenergiebedarf im Zeitraum 2008 bis 2050 um ca. 50% zurück. In den Zielszenarien ist die Reduktion um 50% höher, was auf eine verstärkte Sanierungstätigkeit zurückzuführen ist. Sowohl die Sanierungsrate (Anstieg von aktuell 1,1% auf 2% ab 2020 und Verbleib auf diesem Niveau für EWI-Ziel 1. In EWI-Ziel 2 werden die 2% erst 2045 erreicht) als auch die Sanierungseffizienz (Verdoppelung von aktuell 35% auf 70% im Jahr 2050 für beide Zielszenarien) sind höher als in der Referenz (Rückgang der Sanierungsrate von aktuell 1,1% auf 0,5% im Jahr 2050, Sanierungseffizienz konstant bei 35%).

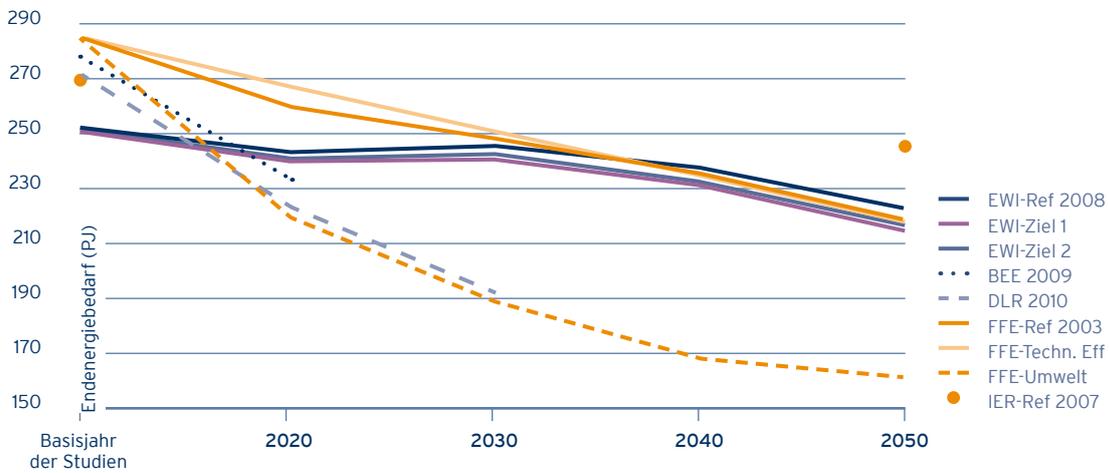
In UBA P III liegt das Reduktionsszenario UBA P III-Ziel 2 im Jahr 2030 ca. 30% unterhalb des Referenzszenarios UBA P III-Ref, was mit stringenten Wärmedämmmaßnahmen erklärt wird.

Laut DLR ist nicht vollständig sichergestellt, dass sich die bis 2020 angenommene Verringerung des Raumwärmebedarfs von 25% ohne zusätzliche Maßnahmen (d.h. zusätzlich zur Novelle der EnEV, dem Gebäudesanierungsprogramm, der Novellierung der Heizkostenverordnung) einstellen wird. Im Szenario DLR 2010 wird 2050 eine Halbierung des Wertes von 2008 erwartet, was einer vollständigen energetischen Sanierung aller Bestandsgebäude entsprechen würde.

3.1.2.4 Endenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung

Die folgende Abbildung zeigt die Prognosen zur Entwicklung des Wärmebedarfs zur Trinkwassererwärmung in privaten Haushalten.

3 | Abbildung 5 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Trinkwassererwärmung (private Haushalte)

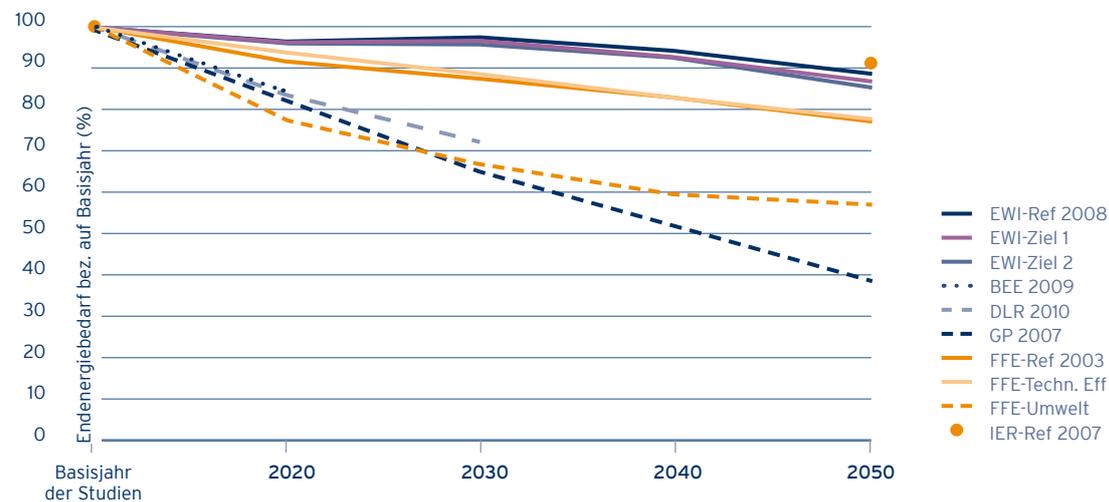


3,6 Petajoule (PJ)= 1 Terawattstunden (TWh)

Auffällig ist hier, dass die Berechnungen von EWI auf eine Stagnation des Trinkwasserwärmebedarfs bis 2030 hinweisen. Dies wird mit einem steigenden Komfortbedürfnis erklärt, der den

Effizienzverbesserungen hinsichtlich des Wärmeverbrauchs entgegenwirkt. Die anderen Studien prognostizieren einen Rückgang um 15% bis 2020 und ca. 30% bis 2030.

3 | Abbildung 6 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Trinkwassererwärmung bezogen auf das Basisjahr (private Haushalte)

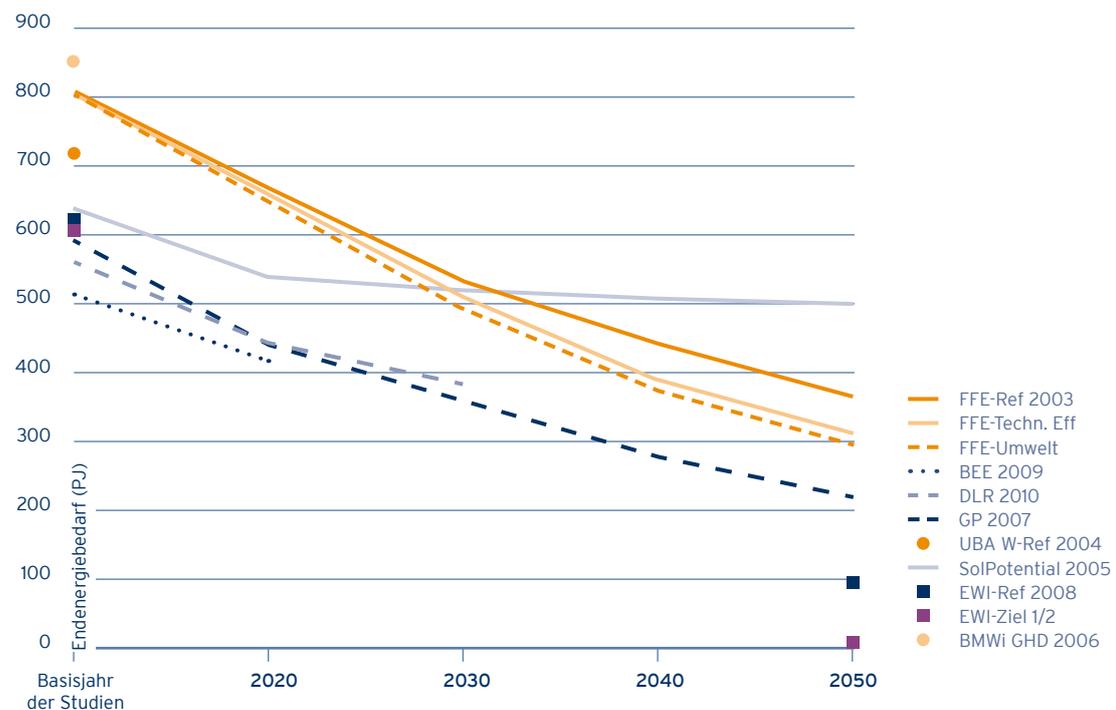


3.1.2.5 Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme im Sektor GHD

3.1.2.5.1 Endenergiebedarf für Raumwärme

Die Abbildung 3|7 zeigt die prognostizierte Entwicklung des Raumwärmebedarfs im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.

3 | Abbildung 7 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)

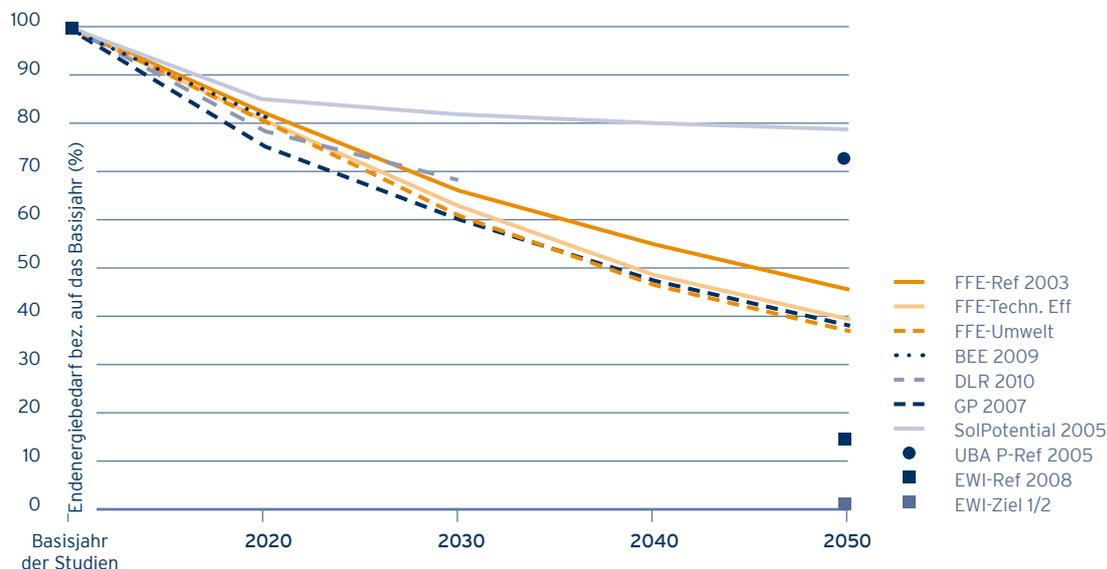


3,6 Petajoule (PJ) = 1 Terawattstunden (TWh)

In den EWI-Zielszenarien sinkt der Raumwärmebedarf auf nahezu Null ab. Dies wird mit der kürzeren Lebensdauer und höheren Umschlagsraten von Dienstleistungsgebäuden gegenüber Wohngebäuden erklärt, d.h. neue energetische Baustandards setzen sich schneller durch. Außerdem bestehen durch eine hohe Ausstattung mit

elektrischen Geräten erhebliche innere Wärmequellen, die den winterlichen Raumwärmebedarf reduzieren. Die Auswirkungen des Klimawandels führen überdies zu einem verringerten Heizenergiebedarf. Dadurch nimmt der Raumwärmebedarf bereits in der EWI-Referenz um ca. 85% ab.

3 | Abbildung 8 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme bezogen auf das Basisjahr (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)



In den anderen Studien wird der moderatere Rückgang mit Effizienzsteigerungen der Heizsysteme und Sanierungsmaßnahmen erklärt. Zusätzlich wird in FFE-Umwelt auf freiwilliger Grundlage oder durch Anordnung die Raumtemperatur um durchschnittlich 1°C verringert.

Fazit: Der Rückgang des Wärmebedarfs in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen wird bis

2020 auf 15 bis 25% abgeschätzt, bis 2030 auf ca. 20 bis 35%.

In der Studie des DLR werden zusätzlich Angaben bezüglich der Entwicklung des spezifischen mittleren Heizwärmebedarfs gemacht: Er sinkt bis 2020 auf 82 kWh/m²a und bis 2050 auf 42 kWh/m²a, was 40% des heutigen Wertes entspricht.

3.1.2.5.2 Endenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung

Der Wärmebedarf zur Trinkwassererwärmung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen nimmt laut DLR 2010 von aktuell 120 PJ/a auf 105 PJ/a im Jahr 2020 und 95 PJ/a im Jahre 2030 ab. Dies

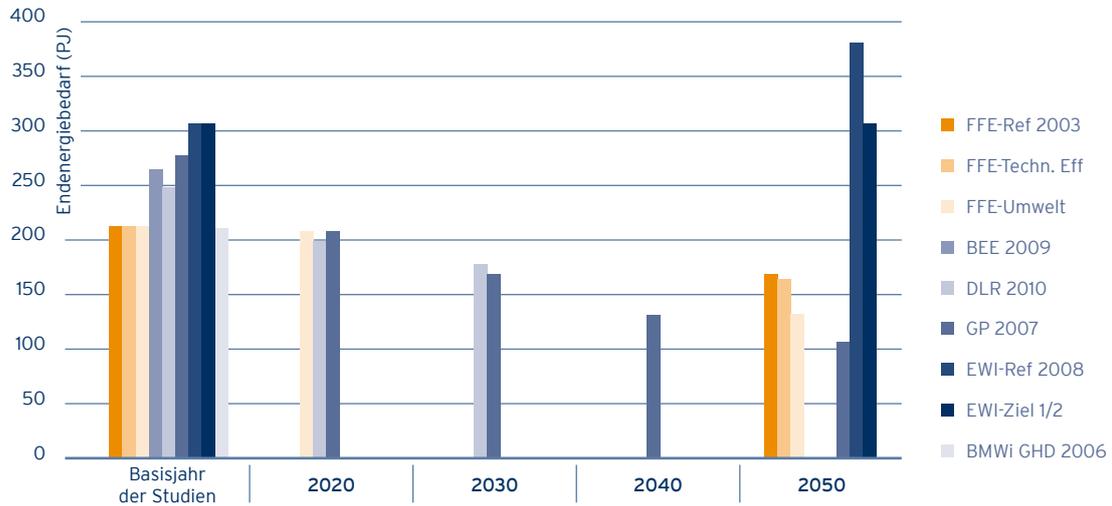
entspricht einem **Rückgang von 12% bis zum Jahr 2020 und 21% bis zum Jahr 2030**. Die Studien BEE 2009 und GP 2007 kommen zu fast identischen Zahlenwerten.

3.1.2.5.3 Endenergiebedarf für Prozesswärme

Die folgenden Werte für den Prozesswärmebedarf im Sektor GHD sind nicht auf den Temperaturbereich bis 250°C limitiert. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass ein großer Teil der Anwendungen in diesen Temperaturbereich fällt,

da laut Greenpeace jeweils ca. 30% des Prozesswärmebedarfs zur Warmwassererzeugung (z.B. in Wäschereien) oder als Raumwärme (z.B. in Gärtnereien) eingesetzt werden.

3 | Abbildung 9 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Prozesswärme (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)



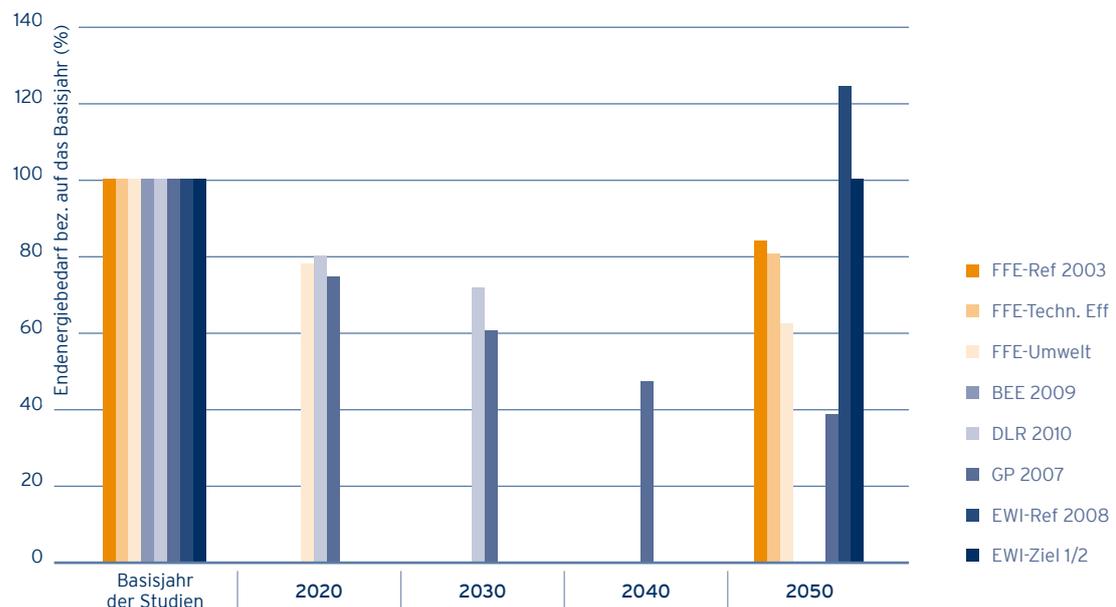
3,6 Petajoule (PJ)= 1 Terawattstunden (TWh)

Im Basisjahr ist die Streuung der Daten erheblich, was die schlechte Datenverfügbarkeit des Sektors GHD widerspiegelt.

2020 und 25 bis 30% bis 2030 (bei FFE nur etwa 10 bzw. 15%), zum anderen eine Stagnation oder ein Anstieg um 25% bis 2050 für die EWI-Szenarien.

Es kristallisieren sich zwei gegenläufige Tendenzen heraus: Zum einen eine Abnahme um ca. 20% bis

3 | Abbildung 10 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für Prozesswärme bezogen auf das Basisjahr (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)



Die Studie von EWI begründet den Anstieg mit dem prognostizierten Wachstum vor allem der Branchen Gesundheit/Pflege, Kleinbetriebe und industrienaher Dienstleistungen. In den Zielszenarien wird von einem konstanten Endenergiebedarf ausgegangen. Hier wird die Zunahme des Energieverbrauchs für die Erzeugung von Prozesswärme in den Zielszenarien aufgrund des Strukturwandels und technologischer Innovationen gebremst.

Laut der Studie von FFE stellt die Warmwassererzeugung den größten Teilbereich innerhalb der Prozesswärmebereitstellung im Sektor GHD dar, mit Verbrauchsschwerpunkten in den Branchen Bäder und Beherbergung, Gaststätten, Heime. Die

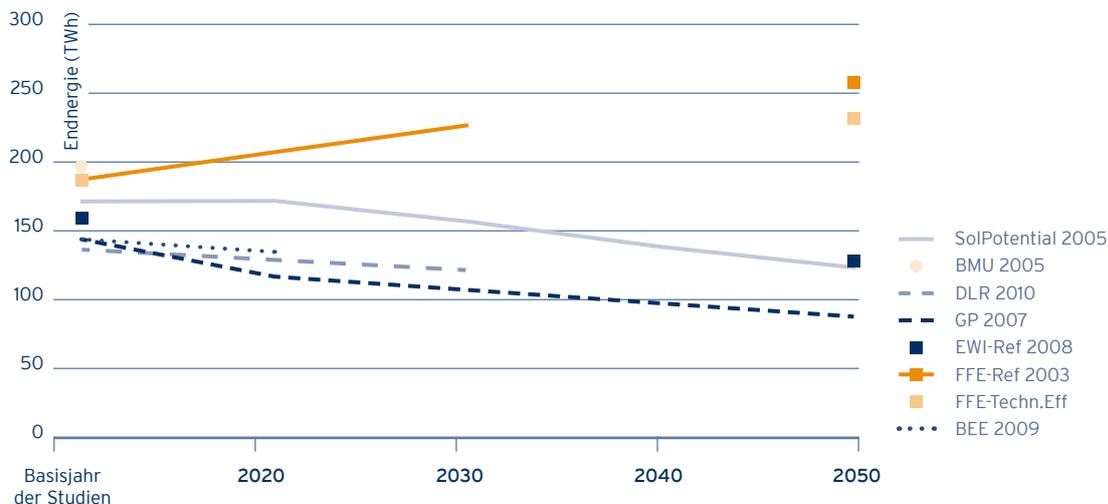
Entwicklung des Energiebedarfs wird von zwei gegenläufigen Tendenzen bestimmt: zum einen die für diese Branchen angenommene Erhöhung des Warmwasserverbrauchs, zum anderen die stetige Verbesserung der Qualität der Speichersysteme und Leitungsnetze im Bestand (durch Sanierung und Neubau). Im Referenzszenario von FFE kommt es daher zu einer Abnahme von 15% bis 2050. Im Szenario Technischeffizienz werden Verbesserungen in der Qualität der Speichersysteme und Leitungsnetze angenommen. Im Szenario Umwelt wird zusätzlich von einer Abnahme des Warmwasserverbrauchs durch verändertes Nutzerverhalten ausgegangen.

3.1.2.6 Entwicklung des Endenergiebedarfs für Wärme in der Industrie

Bei der Darstellung des Prozesswärmebedarfs wird in keiner der Studien (außer SolPotential) explizit die Prozesswärme im Temperaturbereich bis 250°C betrachtet. Um dennoch die Daten zur Prozesswärme der anderen Studien nutzen zu können, wird mit einem bis 2050 konstanten Anteil

von 33% (aktueller Wert, der sowohl in SolPotential als auch in einer Abschätzung des BMU [BMU-Forschung] für das Jahr 2005 gegeben wird) der Prozesswärme im Temperaturbereich bis 250°C an der gesamten Prozesswärme gerechnet.

3 | Abbildung 11 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für industrielle Prozesswärme, T < 250°C



Laut EWI nimmt der Prozesswärmebedarf (für alle Temperaturbereiche) bis 2050 um ca. 20% ab. Hierzu trägt vor allem der Rückgang der Metall-

zeugung bei, wobei laut FFE in der Metallindustrie kein Prozesswärmebedarf im unteren und mittleren Temperaturbereich besteht. Die Aussagekraft

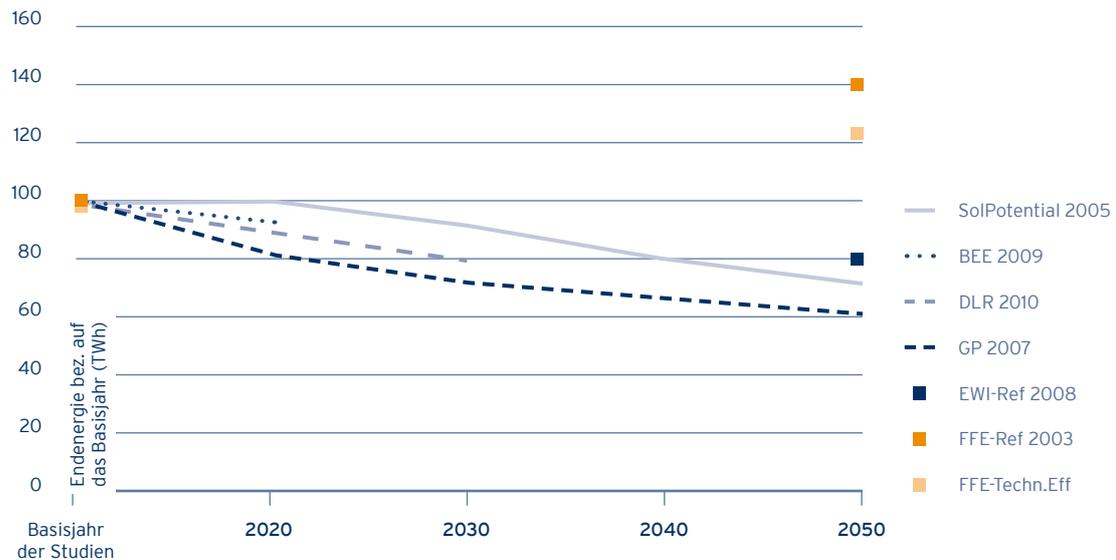
dieser Werte für den hier betrachteten Temperaturbereich ist also fraglich.

Von einer Abnahme des Prozesswärmebedarfs gehen auch die anderen Studien aus, bis auf FFE. DLR, Greenpeace und BEE rechnen mit einem Rückgang von 10 bis 20% bis 2020 und 20 bis 30% bis 2030. SolPotential geht von einer Stagnation bis 2020 aus, gefolgt von einer Abnahme um ca. 10% bis 2030.

Im Widerspruch dazu geht die Studie FFE davon aus, dass die aktuell beobachtete Effizienzsteigerung der Prozesse und Anlagen abgeschwächt

wird, da die Effizienzerhöhung mit steigender Anlagengüte immer geringer ausfällt (die ersten Verbesserungsmaßnahmen in der Industrie sind mit geringem finanziellen Aufwand zu realisieren, es wird aber immer schwerer, weitere Effizienzsteigernde Maßnahmen durchzuführen [FFE]). Im Referenzszenario steigt der Verbrauch an Energie auf Grund des konstant zunehmenden Produktionsindex ab 2015 wieder an. Im Zielszenario „Technikeffizienz“ wird stets die beste verfügbare Technologie eingesetzt. Dadurch fällt der Anstieg des Endenergiebedarfs um ca. 10% niedriger aus als im Referenzszenario.

3 | Abbildung 12 | Entwicklung des Endenergiebedarfs für industrielle Prozesswärme bezogen auf das Basisjahr, $T < 250^{\circ}\text{C}$



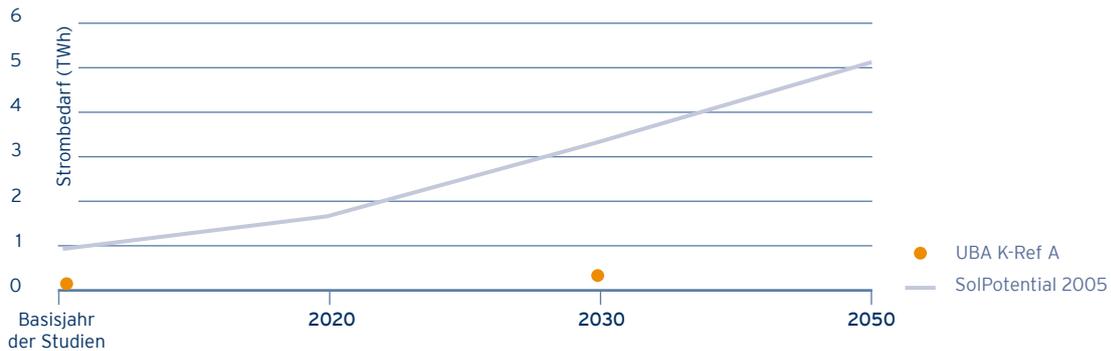
3.1.2.7 Entwicklung des Endenergiebedarfs zur Kälteerzeugung

Es wird nur der Endenergieverbrauch für Gebäudekühlung betrachtet, da für andere Anwendungen (Prozesskälte) keine ausreichenden Daten vorlagen. In allen Studien wird der Endenergiebedarf für die Gebäudekühlung als Strombedarf angegeben. Der Kühlenergiebedarf der Gebäude

kann daraus über den EER (energy efficiency ratio) der Kältemaschinen berechnet werden. Der EER liegt für aktuell handelsübliche Klimaanlage zwischen 2,5 (für Nur-Luft-Anlagen) und 3,5 (für Luft-/Wasser-Anlagen) [EECCAC].

3.1.2.7.1 Endenergiebedarf für Gebäudekühlung in privaten Haushalten

3 | Abbildung 13 | Entwicklung des Strombedarfs für Gebäudekühlung (private Haushalte)



Wie aus der Abbildung 3|13 ersichtlich, wird der aktuelle Strombedarf für Kühlung im Wohngebäudebereich in der Studie UBA K mit 200 GWh Strom pro Jahr angegeben (errechnet aus Abschätzungen für die Anzahl der installierten Klimaanlage, der durchschnittlichen Leistung und der Anzahl von Volllaststunden pro Jahr). In diesem Bereich liegen auch die meisten der von UBA K zum Ver-

gleich herangezogenen Studien. Es wird in den nächsten 20 Jahren mit einer Verdoppelung des Strombedarfs für Kühlzwecke gerechnet.

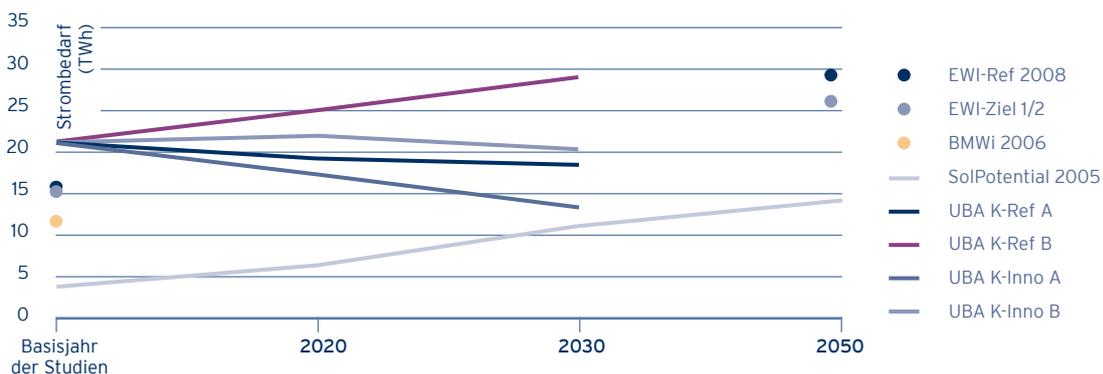
In der Studie SolPotential werden die Ausbreitung effizienter Technologien und ein höherer Kühlbedarf infolge der Klimaerwärmung berücksichtigt.

3.1.2.7.2 Endenergiebedarf für Gebäudekühlung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Den prognostizierten Strombedarf für Gebäudekühlung im Sektor GHD zeigt die Abbildung 3|14. Die hohen Diskrepanzen für die Werte im Basisjahr sind mit der schlechten Datenlage im Sektor GHD zu erklären. Mit der Studie BMWi 2006 wird

eine weitere Studie berücksichtigt. Allerdings lassen sich im vorliegenden Fall keine Aussagen über die Plausibilität der Daten der hier verwendeten Studien treffen.

3 | Abbildung 14 | Entwicklung des Strombedarfs für Gebäudekühlung (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)



Die deutliche Zunahme des Strombedarfs in der Prognose des EWI ist auf ein Wachstum des Dienstleistungssektors um 50% bis 2050 zurückzuführen und der damit verbundenen Zunahme genutzter Flächen, Arbeitsplätzen und der Ausstattung mit Lüftungs-/Kühlungsanlagen. Die Berechnungen gehen davon aus, dass alle Neubauten im Sektor GHD routinemäßig mit Lüftungsanlagen ausgestattet werden und auch im Bestand in erheblichem Maße Nachrüstungen erfolgen, da u.a. die Wahrscheinlichkeit von Extremwintern erheblich steigt.

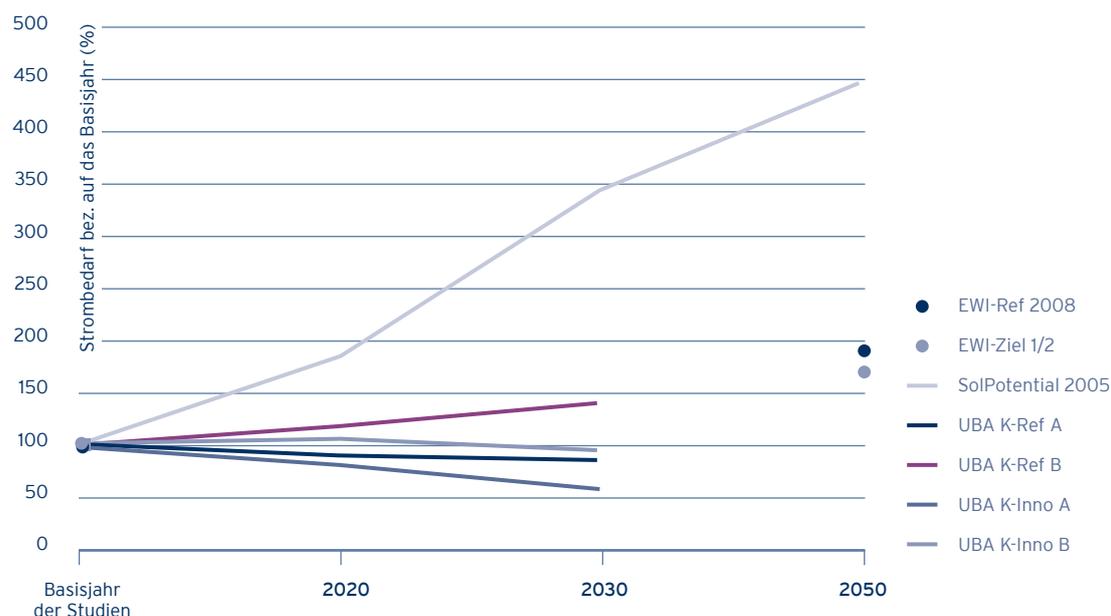
In allen Szenarien werden verschiedene Maßnahmen zur Reduktion des Kühlungsbedarfs und zur effizienten Produktion von Klimakälte eingesetzt (Effizienzsteigerung von Neuanlagen, bauliche Optimierung, Einsatz intelligenter Regelung, Reduktion innerer Wärmelasten, Einsatz von Sorptionswärmepumpen und Abwärmenutzung). In den Zielszenarien werden diese Maßnahmen vor allem gegen Ende des Betrachtungszeitraums noch konsequenter umgesetzt als in der Referenz, jedoch kann das Wachstum durch höhere Ausstattungsgrade bei weitem nicht kompensiert werden.

So steigt der Anteil der für Lüftung und Kühlung benötigten Energie am gesamten Energieverbrauch des Sektors GHD, der 2008 noch bei 4% lag, bis 2050 auf 21 bis 22% für die Zielszenarien (EWI-Ziel 1/2) und auf 19% für das Referenzszenario (EWI-Ref).

Der Energiebedarf für das Referenzszenario des Umweltbundesamts ohne Klimaeinfluss (UBA K-Ref A) nimmt trotz starker Zubauraten absolut etwas ab, da heute schon sehr viel effizientere Anlagen zur Kühlung auf dem Markt sind als in vielen Bestandsgebäuden (vor allem Nichtwohngebäude).

In UBA K-Ref B wird der steigende Klimaeinfluss berücksichtigt, hier ergeben sich dann auch Steigerungen im Energiebedarf. Im Innovationsszenario (UBA K-Inno) werden entsprechende Vermeidungsmaßnahmen (passive Kühlungsstrategien) getroffen sowie regenerative Techniken eingesetzt. Der Energiebedarf sinkt sowohl in der Variante ohne Klimaeinfluss (UBA K-Inno A) als auch mit Klimaeinfluss (UBA K-Inno B).

3 | Abbildung 15 | Entwicklung des Strombedarfs für Gebäudekühlung bezogen auf das Basisjahr (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)



Im Vergleich mit der Studie des EWI ist die Studie von UBA K optimistischer, was die Auswirkung von Maßnahmen zur Minderung von Kühllasten, der Effizienzsteigerung und dem Einsatz alternativer Techniken betrifft.

Allerdings kann aus den Daten für das Zielszenario des EWI und die Innovationsszenarien von UBA K nicht auf die Höhe des Kühlenergiebedarfs geschlossen werden, da regenerative Techniken zur Minderung des Stromverbrauchs beitragen.

Das größte Wachstum wird von SolPotential prognostiziert. Diese Studie berücksichtigt die Ausbreitung effizienter Technologien und einen höheren Kühlbedarf infolge der Klimaerwärmung. Es wird ein deutlicher Anstieg zwischen 2006 und 2030 erwartet. Bis 2050 wird der Anstieg durch weitere Verbesserungen in der Energieeffizienz der Gebäude dann abgeschwächt.

Fazit

Im Sektor **private Haushalte** kann auf eine gute Datengrundlage zurückgegriffen werden, was zu weitgehend übereinstimmenden Ergebnissen für die vorausgesagten Endenergieeinsparungen führt. Dies sind im Bereich Raumwärme für die Referenzszenarien, die mit einer Fortschreibung der aktuellen Klimapolitik rechnen, eine Abnahme um 10% bis zum Jahr 2020 und um 20% bis zum Jahr 2030. Die Zielszenarien geben den für die Erfüllung der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung oder der EU einzuhaltenden Wärmebedarfsrückgang an und fordern bis 2020 einen Rückgang von 15 bis 20% bzw. 30% bis 2030.

Im Bereich Trinkwassererwärmung liegen die Referenzszenarien bei einem Rückgang von 5% bis 2020 und 10% bis 2030, die Zielszenarien 15% bis 2020 und 30% bis 2030.

Die Datenlage im **Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)** ist noch unzureichend und die von den einzelnen Studien in Betracht gezogenen Einflussgrößen auf die Wärmebedarfsentwicklung sehr unterschiedlich, wodurch es zu relativ hohen Abweichungen sowohl bei den absoluten Zahlen als auch in der Höhe des Wärmebedarfsrückgangs kommt.

Im Bereich Raumwärme wird eine Abnahme des Wärmebedarfs um 15 bis 20% bis 2020 und 20 bis 35% bis 2030 angegeben. Die Entwicklung des Prozesswärmebedarfs wird in einem Fall von einem leichten Anstieg (5% bis 2020, 10% bis 2030) gekennzeichnet, die anderen Studien prognostizieren Abnahmen zwischen 5 und 20% bis 2020 bzw. 10 und 30% bis 2030.

Im Sektor **Industrie** wird für das Jahr 2020 ein Rückgang des Prozesswärmebedarfs von 0 bis 15%, bzw. von 10 bis 20% für 2030 mit relativ guter Übereinstimmung der Studien prognostiziert.

Für den Bereich der **Gebäudekühlung** konnte kein einheitlicher Trend identifiziert werden. Möglich sind hier Zunahmen von 250% oder Abnahmen um 40% bis 2030. Die Schwankungsbreiten legen nahe, weitere Studien zur Entwicklung des Kühlbedarfs anzustellen.

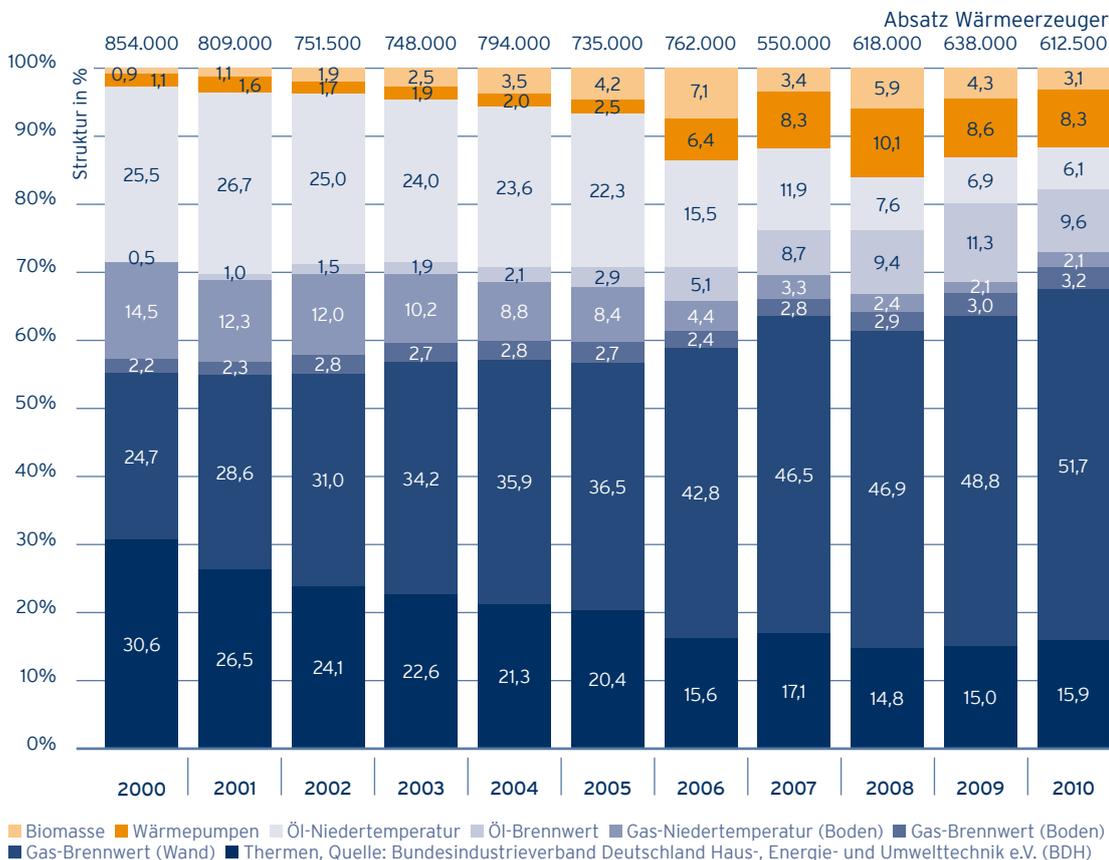
3.2 Technik

3.2.1 Wettbewerbsanalyse: Chancen und Risiken durch konkurrierende dezentrale Wärmeerzeuger sowie Wärmenetze im Wohnbereich, Gewerbe und Industrie

Für die Wärmeerzeugung und Warmwasserbereitung sowie Prozesswärme für Industrie und Gewerbe stehen verschiedene Technologien zur Verfügung. Die Solarwärme wird überwiegend in Wohngebäuden eingesetzt. Daneben gibt es bereits einige wenige industrielle Anwendungen sowie zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Die Solarwärme ist heute vorwiegend eine Ergänzungstechnologie und wird in Verbindung mit anderen konventionellen und regenerativen Wärmeerzeugern eingesetzt. Zumeist wird die Solarwärme mit Öl- und Gaskesseln kombiniert. Dadurch ist der zukünftige Kesselabsatz für

Solarwärme von entscheidender Bedeutung. Über viele Jahrzehnte haben Öl- und Gas-Heizkessel den Markt für Wärmeerzeuger in der Wohnungswirtschaft dominiert und sind in Deutschland immer noch die meistverkaufte Technologie, während sich in der Schweiz und Österreich andere Technologien, wie z.B. Wärmepumpen und Festbrennstoffkessel schon früher und stärker als in Deutschland etabliert haben. **Der Kesselabsatz in Deutschland** ist in den vergangenen zehn Jahren von ca. 885.000 in 1999 auf ca. 612.000 in 2010 zurückgegangen.

3 | Abbildung 16 | Absatzentwicklung der Wärmeerzeuger in Deutschland



Wie in Abbildung 3|16 gezeigt, dominieren Heizkessel bis heute den Wärmeerzeugermarkt. Alternative Wärmeerzeugertechnologien haben in den letzten Jahren jedoch auch in Deutschland signifikante Zuwachsraten erreicht und werden in den kommenden Jahren weiter wachsen. Die wichtigsten Gründe für diese Entwicklung sind:

- Sinkender Energiebedarf durch bessere Dämmung
- Langfristig steigende Preise für Öl und Gas
- Ausgereifere Technik anderer konventioneller und regenerativer Wärmeerzeuger-Technologien
- Angst vor Abhängigkeit von einem Energieträger
- Gesetzliche Auflagen zum Einsatz erneuerbarer Energien und zunehmendes Umweltbewusstsein
- Veränderter Strommix durch steigenden Anteil regenerativer Technologien

Die Entwicklungschancen der einzelnen Technologien werden von den Marktteilnehmern unterschiedlich eingeschätzt. Zusammenfassend können die Bewertungen der einzelnen Technologien wie folgt beschrieben werden.

Der Trend bei **Öl- und Gaskesseln** geht zu kleineren, kompakten Anlagen. Die Abmessungen spielen gerade im Modernisierungsbereich eine wichtige Rolle, da die in den Nachkriegsjahren gebauten Häuser z.T. nur teilunterkellert sind.

Gerade weil die Technologie sehr ausgereift ist, haben die Hersteller nur wenige Möglichkeiten, sich technisch zu differenzieren. Normnutzungsgrade von 109% und mehr und Modulationsbereiche bis unter 15% der Nennleistung sind inzwischen gängig [Technomar, Energie & Management 2010].

Unterschiedliche Strategien zur Produktdifferenzierung zeigen sich in den Hauptkomponenten, z.B. beim Abgaswärmetauscher. Hier werden unterschiedliche Materialien, beispielsweise Carbon oder auch Aluminium-Silizium-Guss und verschiedene Geometrien eingesetzt. Signifikante Effizienz- und Leistungsunterschiede sind aber zwischen den Produkten der führenden Hersteller nach Ansicht der SHK-Betriebe nicht vorhanden.

Was aus der Sicht der Handwerksbetriebe als Differenzierungsmerkmal viel wichtiger ist, sind Pro-

dukteigenschaften, die dem Handwerk und/oder dem Nutzer erkennbare Vorteile bieten. Für das Handwerk sind deshalb Produkteigenschaften, die den Einbau oder die Zugangsmöglichkeiten zu den für die Wartung relevanten Stellen erleichtern, bei den Anlagen sehr wichtige Kriterien.

Der Markt für **Wärmepumpen** (WP) wird als Wachstumsmarkt gesehen. Die wichtigsten Einflussfaktoren stellen neben der Beratung durch den Handwerker staatliche Unterstützung sowie der Absatzpreis dar. Bei den Wirkungsgraden sind in den kommenden Jahren noch deutliche Steigerungen zu erwarten, die aber nur dann erreicht werden, wenn eine Optimierung des gesamten Heizungssystems vorgenommen wird (u.a. Wärmeüberträger, Speicher). Es wird erwartet, dass gasbetriebene Absorptionswärmepumpen in absehbarer Zeit marktreif sind und aufgrund Ihrer Vorteile auch Marktrelevanz haben werden. WP werden derzeit im Bestand kaum genutzt. Die Installation von Sole/Wasser und Wasser/Wasser-WP ist meist zu teuer, Luft/Wasser-WP erreichen zu geringe COPs (Coefficient of Performance=Leistungszahl, entspricht dem Verhältnis von nutzbarer Wärme- bzw. Kälteleistung zu eingesetzter Leistung). Zudem sind nur selten Flächenheizsysteme mit niedrigen Vorlauftemperaturen vorhanden. Mit zunehmendem Dämmstandard im Gebäudebestand wird auch die Nutzung von Luft/Wasser-Wärmepumpen immer attraktiver, so dass zukünftig auch in der Modernisierung immer häufiger Wärmepumpen installiert werden. Im Neubau ist die WP eine gute Alternative zu konventionellen Heizungsanlagen. Die Kosten für Sole/Wasser und Wasser/Wasser-WP liegen im Neubau deutlich niedriger als in der Modernisierung. Die kostengünstigere Luft/Wasser WP bietet durch den zunehmenden Dämmstandard der Gebäudehülle immer häufiger ausreichende COP-Werte sowohl im Neubau als auch in der Modernisierung.

Solar-Wärmepumpen reduzieren den Strombedarf durch den Einsatz von Sonnenkollektoren in Kombination mit Wärmepumpe und Latentspeicher. Hiermit kann nach Angaben der Hersteller eine Primärenergieeinsparung von über 50% realisiert werden, ohne Wärmepumpen-Erdsonden oder Erdreichwärmetauscher, die im Gebäudebestand nur eingeschränkt realisierbar sind. Im Gegensatz zu üblichen thermischen Solaranlagen

zur Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung stellt die solare Wärmepumpe keine Ergänzung mehr zu einer konventionellen Heizung dar, sondern ist selbst das vollständige Heizsystem. Wirtschaftlichkeit und Entwicklungsperspektiven des vielsprechenden Systems müssen noch tiefer gehend analysiert werden. In jedem Fall wäre dies eine interessante Technologie-Kombination zwischen Solarwärme und Wärmepumpe.

Für einen größeren Marktanteil von **BHKWs** (Blockheizkraftwerke erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme) in Mehrfamilienhäusern ist entscheidend, dass sich Konzepte mit direktem Verkauf des erzeugten Stroms an Mieter oder Wohnungseigentümer durchsetzen. Angesichts des großen Interesses der Wohnungsbaugesellschaften an dem Thema, das mit der Erwartung einer besseren Vermietbarkeit der Wohnungen dank niedriger Energiekosten verbunden ist, kann eine zunehmende Marktdynamik angenommen werden, die ab 2015 wirksam werden könnte.

Der Ausbau der EE führt aber auch zu Stromüberschüssen im Sommer, wenn Strom aus Wind- und Sonnenenergie sowie Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagen ins Stromnetz eingespeist wird und z.T. zu Abschaltungen - auch von BHKWs - führen kann. Durch eine Kombination von Kraft-Wärme-Kopplung mit Solarwärme wäre dieses Problem lösbar.

Ebenso ist zu berücksichtigen, dass Kraft-Wärme-Kopplung zukünftig mehr für die bedarfsgerechte Erzeugung von Strom und zum Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung aus erneuerbaren Energien dienen soll. Energieversorger und Netzbetreiber möchten damit die Kraft-Wärme-Kopplung zur Erbringung von Systemdienstleistungen und zur Verbesserung der Netzstabilität nutzen.

Mikro-BHKW (bis 5 kW_{el}) haben gegenüber den Mini-BHKW (5 bis 50 kW_{el}) einen technologischen Entwicklungsrückstand von gut zwei Jahrzehnten. Die Entwicklung in diesem Bereich hängt im Wesentlichen von dem Zusammenspiel der Marktakteure ab (Energieversorgungsunternehmen, Hersteller und Handwerksbetriebe). Insbesondere die Energieversorger haben ein Interesse am Ausbau von Mini-Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagen im Zusammenhang mit intelligenten Energiemanagementsystemen, die der Anlage erlauben,

überschüssigen Ökostrom mit einem Heizstab in Wärme umzuwandeln und im Speicher zu puffern.

Der bisher erreichte Entwicklungsstand der **Brennstoffzellen** (eine Brennstoffzelle wandelt chemische Reaktionsenergie eines Brennstoffes und eines Oxidationsmittels in Strom um) lässt bis 2030 keine nennenswerte Marktwirksamkeit dieser Heizungstechnologie erwarten und wird daher nicht weiter untersucht.

Pellet-, Hackschnitzel- und Scheitholzkessel werden häufig mit Solarwärme kombiniert, stellen aber bis 2030 in Deutschland eher eine Nische dar. Ihr Einsatz wird eingeschränkt durch den zusätzlichen Raumbedarf für Brennstofflagerung und bei Hackschnitzel/Scheitholz durch die begrenzte regionale Verfügbarkeit des Brennstoffs. Einsatzfelder sind vorwiegend im Neubau oder in ländlichen Regionen ohne Gasanschluss sowie als Ersatz für Ölkessel in der Modernisierung.

Wasserführende Holzkamine erfreuen sich steigender Beliebtheit im privaten Wohnbereich und könnten künftig in Niedrigenergiehäusern auch als einziger Wärmeerzeuger in Kombination mit Solarwärme eingesetzt werden.

Stromheizungen sind bei entsprechend günstigen Strompreisen (z.B. bei Nachtтарifen) oder bei speziellen Einsätzen (z.B. Infrarotpaneele Passivhaus oder Beheizung einzelner Räume einer Wohnung im Bestand) vermeintlich interessant. Der für die Elektroheizung benötigte Primärenergiebedarf und die CO₂-Belastung sind von der Struktur der Stromversorgung abhängig, was derzeit überwiegend zu einer negativen ökologischen Bewertung führt.

Nachtspeicheröfen werden trotz gesetzlicher Vorgaben nur sukzessive vom Markt verschwinden. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass selbst nach dem Jahr 2020 Geräte als Ersatz für defekte Nachtspeicheröfen nachgekauft werden. Stromheizungen in Verbindung mit Wärmerückgewinnung und Lüftungsanlagen stehen bei der Wärmeversorgung von Passivhäusern in Konkurrenz zu Kompaktanlagen (Kleinwärmepumpen). Obwohl künftig immer mehr Passivhäuser errichtet werden, ist auf Grund der niedrigen Neubaurate ein relativ geringes Wachstumspotential zu erwarten.

Wärmenetze im Wohnbereich, Gewerbe und Industrie

Etwa 84% der Wärme im deutschen Nah- und Fernwärmenetz wird mit Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen erzeugt (bei einer Kraft-Wärme-Kopplung wird die Abwärme der Stromerzeugung genutzt, d.h. sowohl Strom als auch die dabei entstehende Abwärme). Dies macht deutlich, wie eng die Verflechtung der Fernwärme mit der Kraft-Wärme-Kopplung ist. Fernwärmeversorger versuchen, die durch bessere Wärmedämmung entstehenden Absatzverluste durch Netzverdichtung und verbesserte Netzführung (Erhöhung der Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf, Verringerung der Umwälzströme) zu kompensieren. Der Ausbau geschieht auch mit dem Einsatz erneuerbarer Energien, oft in Nahwärmenetzen.

Um den Ausbau von Wärmenetzen zu erleichtern, können Gemeinden für öffentliche Netze der Nah- und Fernwärmeversorgung den Anschluss- und Benutzungszwang auch zum Zwecke des Klima- und Ressourcenschutzes anordnen. Zudem wird die Nutzung auch indirekt durch die Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung bewirkt.

Markttreiber für die **Fern- und Nahwärme** sind neben dem niedrigen Primärenergiefaktor der zunehmende Einsatz erneuerbarer Energie (Biomasse, Geothermie) sowie die Förderung durch das Kraft-Wärme-Kopplung-Gesetz für Verdich-

tung und Neubau von Wärmenetzen. Allerdings hindern die sehr hohen Investitionen für Netze, die nur langfristig wirtschaftlich sind, einen sehr schnellen Ausbau. Neben dem weiteren Neubau von Netzen wird die Fernwärme auch durch Verdichtung bestehender Netze im innerstädtischen Bereich positiv beeinflusst.

Die Abbildung 3|17 zeigt eine allgemeine, qualitative Einschätzung der Entwicklungstendenzen verschiedener Wärmeerzeugertechnologien aus der Sicht der in der Studie befragten Experten und Endkunden bis 2020. Gaskessel werden von sämtlichen Akteuren überwiegend konstant gesehen. Die Einschätzung der Entwicklung von Ölkesseln ist unterschiedlich. Während Hausbesitzer die Nachfrage nach dieser Technologie ebenfalls relativ gleichbleibend bis leicht zunehmend bewerten, sehen die anderen Marktteilnehmer, wie die Wohnungswirtschaft, das SHK-Handwerk und der SHK-Fachgroßhandel, eher einen rückläufigen Bedarf. Bei der **Solarwärme** wird von den meisten Akteuren eine sehr positive Entwicklung erwartet, ebenso wie für die Wärmepumpe. Für Biomasse, d.h. Pellets, Hackschnitzel und Feststoffkessel, sieht insbesondere das SHK-Handwerk, Contractoren und Energieversorger steigenden Bedarf. Strom- und Nachtspeicherheizungen werden nach Meinung der befragten Akteure künftig eine geringere Rolle spielen. Für die Wohnungswirtschaft, Contractoren und Energieversorger wird auch die Fernwärme und BHKWs an Bedeutung gewinnen.

3 | Abbildung 17 | Entwicklungstendenz verschiedener Wärmeerzeugertechnologien bis 2020

Technologien / Akteure	Solarwärme	Kessel Gas	Kessel Öl	el. Wärmepumpe	Pelletsheizung	Hackschnitzelheizung	Feststoffkessel Scheitholz	Stromdirektheizung	Nahfernwärme	BHKW	Nachtspeicheröfen	Brennstoffzelle
Hausbesitzer	↑	→	→	→	→	→	→	↓	→	→	↘	-
Wohnungswirtschaft	→	→	↘	↘	↗	↑	↘	↓	↗	↗	↘	→
SHK-Handwerk	↑	→	↘	↑	↗	↗	↗	↓	↗	→	↓	↘
SHK-Fachgroßhandel	↗	→	↘	→	→	→	→	↘	↗	→	↓	→
Hersteller Heizungs-technik	↗	→	→	↗	→	↗	→	→	↗	→	↓	→
Contractoren	→	→	→	↘	↗	↗	↗	↓	↗	↗	↓	↘
Energieversorger	→	→	→	→	↗	↗	↗	↘	↗	↗	↘	→
Entwicklungstendenz bis 2020	↗	→	↘	↗	↗	↗	↗	↘	↗	↗	↘	→

Quelle: Technomar, 2010

Die Entwicklung der Wärmeerzeugertechnologien beeinflusst die Solarwärme unterschiedlich. Während die Öl-/Gas-Brennwerttechnologie zukünftig aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen auch in der Modernisierung kaum ohne Solarwärme eingesetzt werden kann, sind Wärmepumpen eher als Wettbewerb zu sehen. Im Bereich der Modernisierung wird die Brennwerttechnologie auch in den kommenden Jahren die wichtigste Technologie sein. Gas-Absorptionswärmepumpen werden frühestens ab 2015 zur Verfügung stehen und bis

2020 bzw. 2030 ihren Marktanteil erhöhen. Die elektrische WP kann in den zunehmend besser gedämmten Häusern des Bestandes ebenfalls an Marktbedeutung gewinnen.

Zu differenzieren ist auch zwischen Neubau und Modernisierung. In der Abbildung 3|18 sind die Anteile der einzelnen Wärmeerzeugertechnologien an dem Absatz an Wärmeerzeugern nach Modernisierung (Modi) und Neubau dargestellt, ebenso wie der Einfluss auf die Entwicklung der Solarwärme.

3 | Abbildung 18 | Entwicklung der Wärmeerzeugeranteile in der Heizungsmodernisierung

Absatz	2010	2015	2020	2030	Bedeutung für Solarwärme
Brennwert Öl/Gas	66%	67%	66%	66%	++
Niedertemperatur Öl/Gas	23%	19%	12%	5%	+
Elektrische Wärmepumpe	6%	8%	10%	12%	-
Gas Wärmepumpe	0%	0%	3%	6%	-
Biomasse	4%	5%	7%	9%	+
(Mikro)-KWK	1%	1%	2%	2%	-
Elektrische Direktheizung	0	0	0	0	0

++ sehr förderlich + förderlich 0 neutral - hinderlich -- sehr hinderlich, Quelle: Technomar 2011

Im Neubau wird die Entwicklung stärker von der Gesetzgebung beeinflusst. Ab 2020 sollen nach dem Willen der EU im Neubau nur noch Niedrigstenergiehäuser (Nearly-zero-energy-Buildings 2010/31/EU) erlaubt werden. Wie die genaue Ausgestaltung der Richtlinie aussehen wird, ist noch nicht entschieden. Gegenwärtig wird diskutiert – und damit auch in der Studie angenommen – dass die Niedrigstenergiehäuser etwa einem heutigen

KfW-40 bzw. KfW-50-Haus entsprechen sollen. Für den Fall, dass die Vorgaben Richtung Passivhaus gehen, hätte dies signifikante Auswirkungen. Obwohl in diesem Fall der Anteil der Brennwertechnik deutlich niedriger als in der Abbildung 3|19 dargestellt wäre, ist die Brennwertechnologie positiv für die Solarwärme. Wärmepumpen sowie KWK-Systeme aber auch Solarwärme würden einen höheren Anteil haben.

3 | Abbildung 19 | Entwicklung der Wärmeerzeugeranteile im Neubau

Absatz	2010	2015	2020	2030	Bedeutung für Solarwärme
Brennwert Öl/Gas	66%	66%	62%	50%	+
Niedertemperatur Öl/Gas	5%	5%	0%	0%	0
Elektrische Wärmepumpe	20%	20%	25%	30%	--
Gas-Wärmepumpe	0%	0%	3%	6%	--
Biomasse	7%	7%	8%	10%	+
(Mikro)-KWK	2%	2%	2%	3%	-
Elektrische Direktheizung	0	0	1%	1%	0

++ sehr förderlich + förderlich 0 neutral - hinderlich -- sehr hinderlich, Quelle: Technomar 2011

Zusammenfassend kann ein wachsender Wettbewerb zwischen den einzelnen Erzeugertechnologien (primär EFH/ZFH) bis 2020/30 festgehalten werden.

- **Kessel (Öl, Gas):** Dominieren den Markt mittelfristig, Brennwert wird Standard
- **Feststoff (Pellet, Scheitholz, etc.):** Bleiben auf niedrigem bis mittlerem Niveau
- **Wärmepumpe:** Wachsender Markt, zunehmend auch im Bereich der Modernisierung, Entwicklung Solar-Wärmepumpe noch offen
- **Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung:** Gewinnen an Bedeutung, (z.B. Whispergen, Vaillant-Honda, Viessmann-Stirlingmotor) steigende Anzahl

→ **Brennstoffzellen-BHKW:** Marktreife zwischen 2015 bis 2020 fraglich, bis 2030 keine Marktwirksamkeit

Durch die o.g. Entwicklung wird für die Solarwärme der Wettbewerb in den kommenden Jahren zunehmen, da Wärmeerzeuger, die für die Solarwärme förderlich sind, wie z.B. Brennwertechnik, langfristig abnehmen und eine Kombination von Solarwärme mit anderen Technologien wie der Wärmepumpe nur bedingt als sinnvoll angesehen werden. Kombinationen mit Biomasse hingegen werden zunehmen, da sie Vollversorgung mit regenerativer Wärme garantieren.

3.2.2 Technisches Kostensenkungspotential

Die Installation einer thermischen Solaranlage ist noch immer durch eine hohe, zumeist private Investition gekennzeichnet. Dies stellt nach wie vor eine Hürde für die Verbreitung dieser Technologie dar. Diverse Kredit- und Förderprogramme erlauben jedoch, Heizungsmodernisierung inkl. Anschaffung einer Solaranlage komplett ohne Eigenkapital durchzuführen. Die Kredittilgung erfolgt dann über die Heizkostensparnis, zieht sich derzeit aber noch über 10 Jahre hin.

Die Hersteller von thermischen Solaranlagen sind stetig bemüht, die Herstellungskosten zu senken. Als Komponente mit dem größten Anteil an den Gesamtkosten liegt hierbei insbesondere der Solarkollektor im Fokus. Allerdings stehen diesen Bemühungen die sehr stark schwankenden, in der Tendenz ansteigenden Marktpreise für die hauptsächlich eingesetzten Werkstoffe Kupfer und Aluminium entgegen.

Technische Kostensenkungspotentiale von thermischen Solaranlagen und ihren Komponenten sind möglich in Form von:

- Effizienzsteigerung und damit einhergehend kleineren Anlagen bei gleichbleibendem Ertrag;
- Verbesserung der bestehenden Technologie, z.B. durch geringeren Materialeinsatz;
- vollständiger Änderung der Technologie, die es z.B. ermöglicht, bisher verwendete Werkstoffe durch günstigere Werkstoffe zu ersetzen;
- Rationalisierung der Produktion.

3.2.2.1 Kostensituation

Die Kosten der Solarwärme konnten seit 1990 bereits um 40% reduziert werden [BEE, 2009]. Eine weitere Kostenreduktion ist notwendig und möglich: So „erwartet die Solarbranche bis 2020 eine Kostensenkung um insgesamt 66% gegenüber

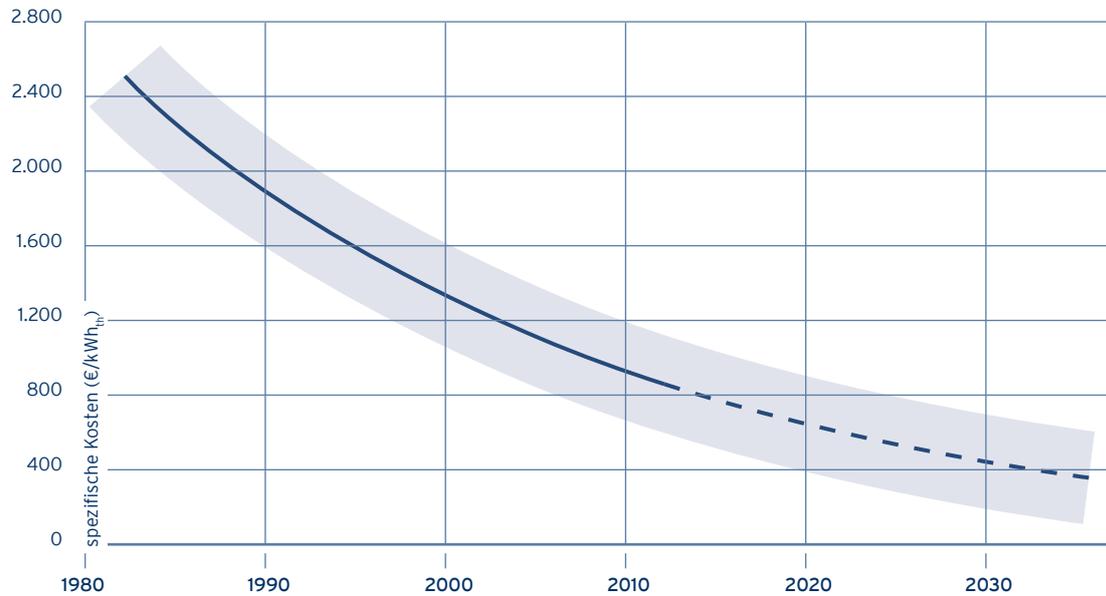
Es ist jedoch festzuhalten, dass die durch die Fertigung entstehenden Kosten nur einen Teil des Endverbraucherpreises darstellen. Zu den Selbstkosten der Hersteller zusätzlich einzukalkulierende Kosten ergeben sich durch die Rabattmarge für das Fachhandwerk, für technische Unterstützung und für Gewinn und Skonto. Von den Selbstkosten müssen wiederum Kosten für Lager, Transport, Marketing, Vertrieb, Verwaltung, Abschreibungen sowie Fix- und Betriebskosten abgezogen werden, um auf die Herstellungskosten zu kommen. Das technische Kostensenkungspotential durch z.B. geringeren Materialeinsatz mag somit - je nach Komponente - prozentual betrachtet in Bezug auf die Fertigungskosten hoch sein, auf den Endverbraucherpreis jedoch einen deutlich geringeren prozentualen Einfluss haben.

Etwas anders sieht es beim technischen Kostensenkungspotential durch Effizienzsteigerung aus: Bietet ein Solarkollektor aufgrund technologischer Weiterentwicklung einen flächenspezifisch um 10% höheren Ertrag als das Vorgängerprodukt, wird dies in Form einer um 10% geringer zu installierenden Kollektorfläche 1 zu 1 an den Endverbraucher weitergegeben.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich ausschließlich mit dem technischen Kostensenkungspotential von thermischen Solaranlagen und ihren Komponenten. Kostenersparnisse durch z.B. Direktvertrieb oder Verringerung der Verwaltungsausgaben sind nicht Bestandteil dieser Studie.

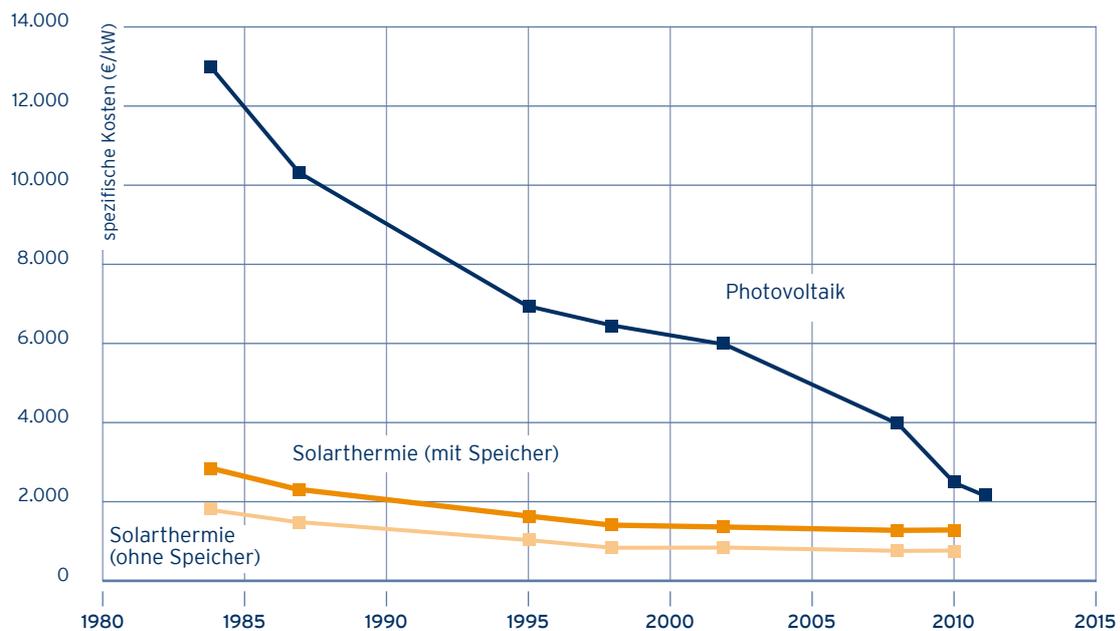
1990“ [BEE, 2009]. Abbildung 3|20 zeigt die bisherige Entwicklung und Prognose der ESTTP für die spezifischen Kosten einer solarthermischen Kompaktanlage in Zentraleuropa [ESTTP, 2008].

3 | Abbildung 20 | Bisherige Entwicklung und Prognose für die spezifischen Kosten einer solarthermischen Kompaktanlage



gemäß ESTTP 2008, Basis: Anlage in Zentraleuropa

3 | Abbildung 21 | Bisherige Entwicklung der spezifischen Kosten der Solarwärme mit und ohne Speicher im Vergleich zur Photovoltaik

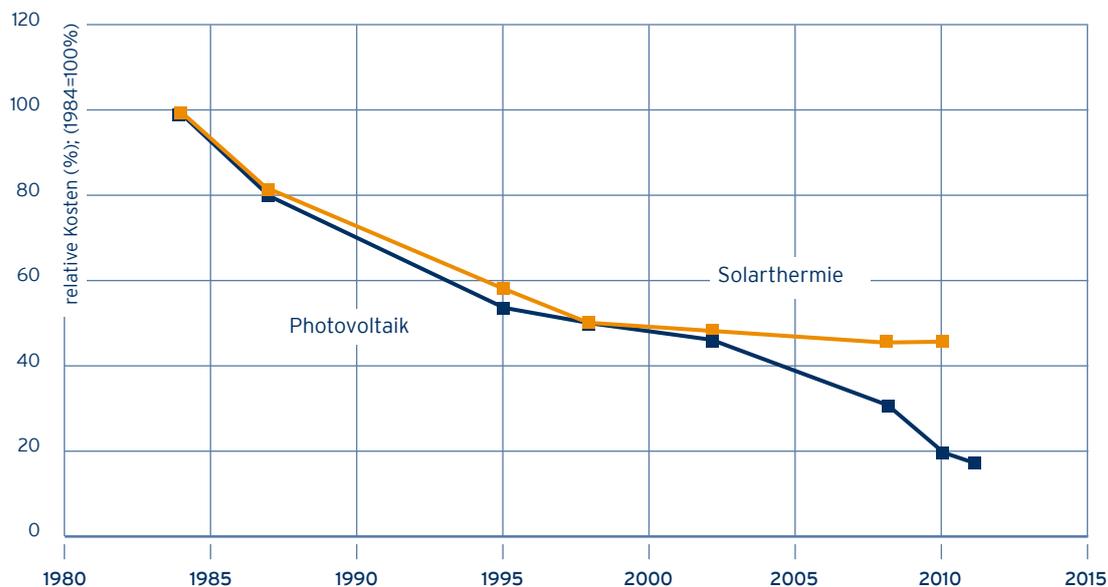


Quelle: ITW 2011

Die Entwicklung der spezifischen Kosten der Solarwärme im Vergleich mit der Photovoltaik in

Relation zum Basisjahr 1984 ist in Abbildung 3|21 dargestellt.

3 | Abbildung 22 | Bisherige Entwicklung der relativen Kosten der Solarwärme im Vergleich zur Photovoltaik



Quelle: ITW 2011

Klar ersichtlich ist, dass sich die relativen Verläufe der Kosten von Solarwärme und Photovoltaik bis zum Jahr 2002 gleichen. Bis zu diesem Zeitpunkt konnten die Kosten der Solarwärme deutlich gesenkt werden.

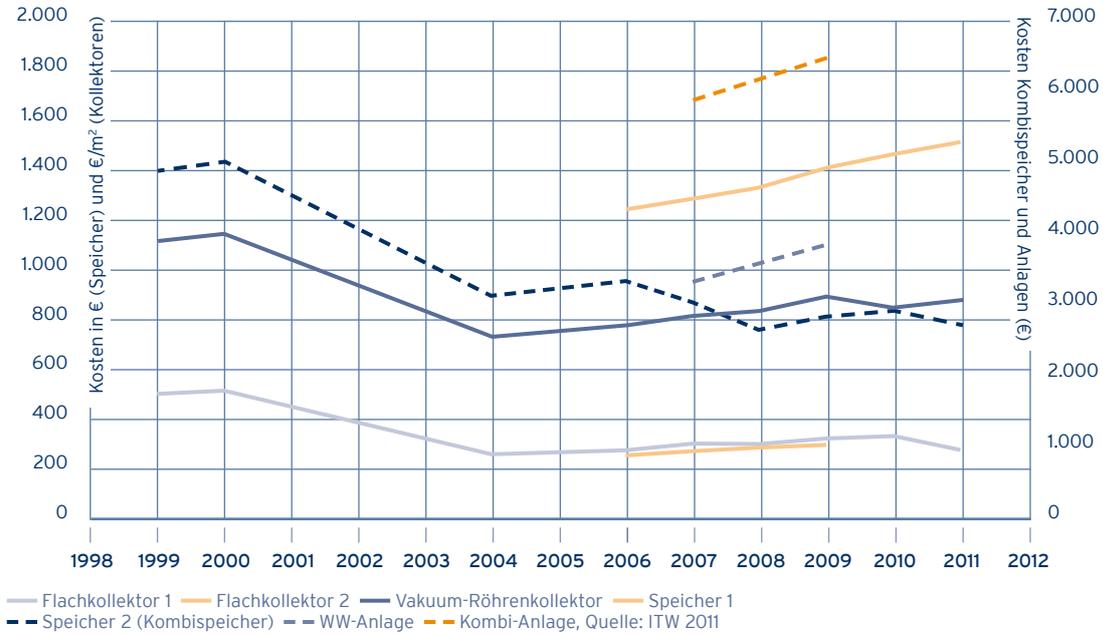
In den vergangenen Jahren ist bei thermischen Solaranlagen und ihren Komponenten teilweise eher ein Preisanstieg als eine Preissenkung für den Endverbraucher zu beobachten. Abbildung 3|23 zeigt Katalogpreise einiger typischer, auf dem deutschen Markt angebotener Anlagen und Komponenten.

Für ein typisches Einfamilienhaus (EFH) (Baujahr 1958 - 1968, saniert, Jahreswärmebedarf 29,2 MWh) kostete eine Heizanlage bestehend aus einem Gas-Brennwertkessel und einer thermischen Solaranlage zur Trinkwassererwärmung (WW) im Jahr 2009 11.515 € (mit Flachkollektoren (FK)) bzw. 13.239 € (mit Vakuum-Röhrenkollektoren (VKR)). Mit einer thermischen Solaranlage zur

Trinkwassererwärmung und Unterstützung der Raumheizung (RW) kostete die Heizanlage 17.362 € (mit FK) bzw. 23.141 € (mit VKR) [Evaluierung MAP, 2010]. Die Kosten sind als Nettoinvestitionskosten, d.h. ohne Umsatzsteuer, angegeben. Sie setzen sich zusammen aus den Kosten für die Solaranlage und einen Gas-Brennwertkessel zusätzlich der Kosten für einen Gasanschluss und die Montage des Gas-Brennwertkessels in Höhe von 2.025 € und 1.736 €.

Die flächenspezifischen Kosten der reinen Solaranlage ohne Gaskessel lagen für das typische EFH bei 859 €/m² (WW mit FK), 1.156 €/m² (WW mit VKR), 694 €/m² (RW mit FK) und 1.107 €/m² (RW mit VKR). Von diesen Kosten entfallen ca. 300 €/m² auf die Kollektoren (bei FK). Die Kosten für den Speicher variieren stark. Ein typischer Warmwasserspeicher kostet im Mittel ca. 1.500 €, die Kosten für einen Kombispeicher liegen etwas darüber.

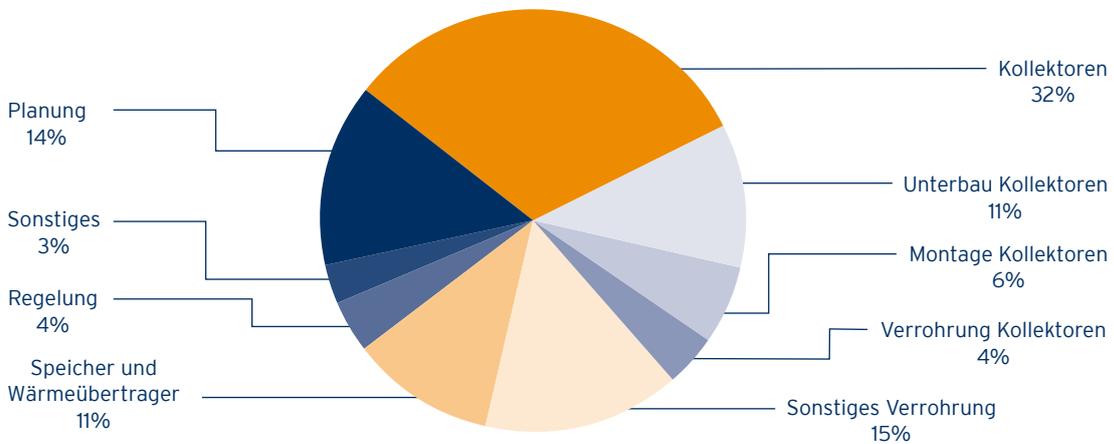
3 | Abbildung 23 | Entwicklung der Katalogpreise einiger typischer, auf dem deutschen Markt angebotener Anlagen und Komponenten



Die oben stehenden Kosten werden bei großen thermischen Solaranlagen mit Systemkosten einschließlich Planung und MwSt. von 480 - 620 €/m² deutlich unterschritten [Mangold, 2005]. Je größer die Anlage, desto stärker orientieren sich die Kosten für das Gesamtsystem an den Kollektorkosten.

Abb. 3|24 zeigt eine Aufgliederung der Gesamtkosten inkl. Planung und Mehrwertsteuer für große thermische Solaranlagen im Durchschnitt der im Rahmen von Solarwärme-2000 geförderten Anlagen [GroSol 2007].

3 | Abbildung 24 | Aufteilung der spezifischen Systemkosten einer Solarwärme-Anlage



gemittelte Daten inkl. Planung und MwSt., Basis: im Rahmen von „Solarthermie-2000“ geförderte Anlagen, Quelle: ITW 2011

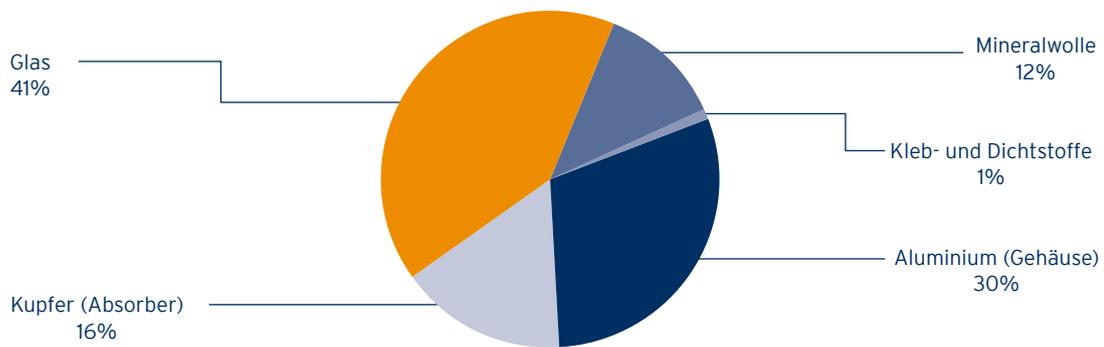
3.2.2.2 Technisches Kostensenkungspotential von Einzelkomponenten

3.2.2.2.1 Solarkollektoren

Aktuelle Flachkollektoren bestehen überwiegend aus den drei Materialien Aluminium, Kupfer und Glas. Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 3|25 die Massenverteilung der Werkstoffe eines handelsüblichen Flachkollektors [Reiter C, Trinkl C,

Zörner W, 2011]. Da sich im Bereich des Absorbers der Einsatz von Aluminium aus Kostengründen durchsetzt, ist mit einem ansteigenden Anteil von Aluminium und einem abnehmendem Anteil von Kupfer zu rechnen.

3 | Abbildung 25 | Massenverteilung der Werkstoffe eines handelsüblichen Flachkollektors

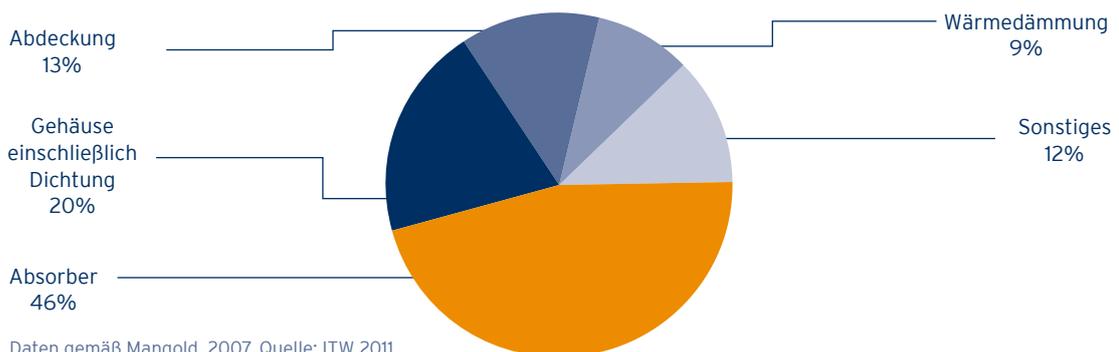


Daten gemäß Reiter, 2011, Quelle: ITW 2011

Die Verteilung der Herstellungskosten eines Flachkollektors wurde 1995 durch eine breit angelegte Umfrage detailliert erfasst [Mangold, 1996]. In aktueller Zeit wird dieselbe Verteilung nach wie vor genannt [Reiter, 2011]. Hierin wird Bezug genommen auf [Hochreiter, 2008] und [Treikauskas, 2005]. Die 1995 erfasste Verteilung der Kosten

unterscheidet sich nur wenig von der aktuell in [Jäger, 2011] aufgezeigten Verteilung der Herstellungskosten. Auch in [Berner, 2011] wird davon ausgegangen, dass sich „die Kostenstruktur [...] in den vergangenen Jahren nicht wesentlich verändert“ hat. Abbildung 3|26 zeigt die 1995 erfasste Verteilung aus [Mangold, 1996].

3 | Abbildung 26 | Typische Verteilung der Herstellungskosten eines Flachkollektors



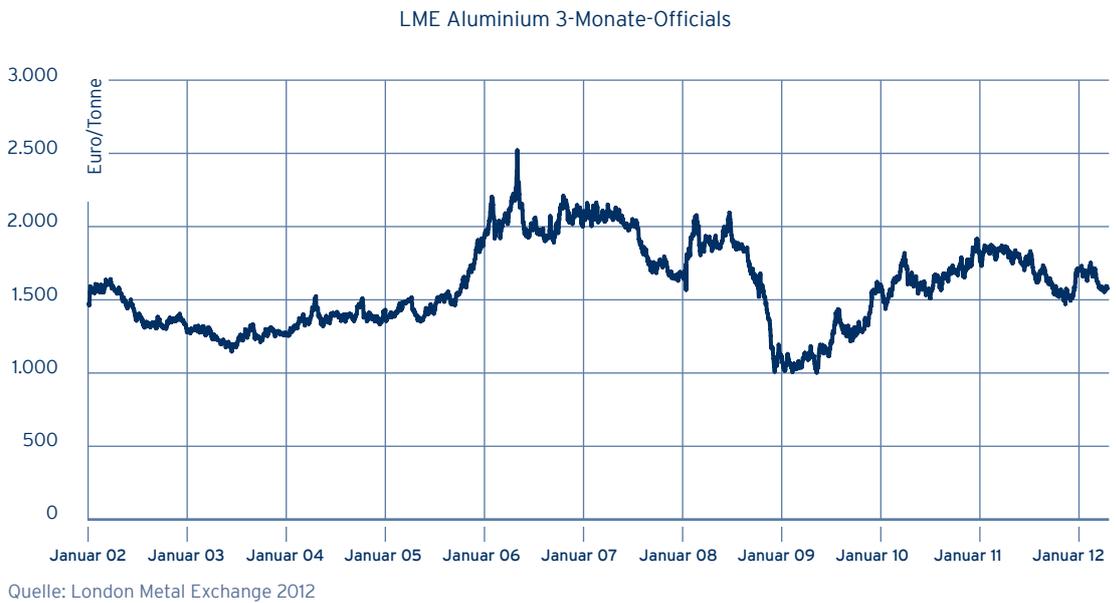
Daten gemäß Mangold, 2007, Quelle: ITW 2011

Die Entwicklung der Preise für Kupfer und Aluminium zeigen einen starken Anstieg in den vergangenen Jahren. Bei beiden Rohstoffen muss mit starken Preisschwankungen gerechnet werden. Es ist zu erwarten, dass sich die ansteigende Preistendenz aufgrund des starken Wachstums der Schwellenländer in Zukunft fortsetzen wird.

3 | Abbildung 27 | Entwicklung des Kupferpreises 2002 bis 2012



3 | Abbildung 28 | Entwicklung des Aluminiumpreises 2002 bis 2012

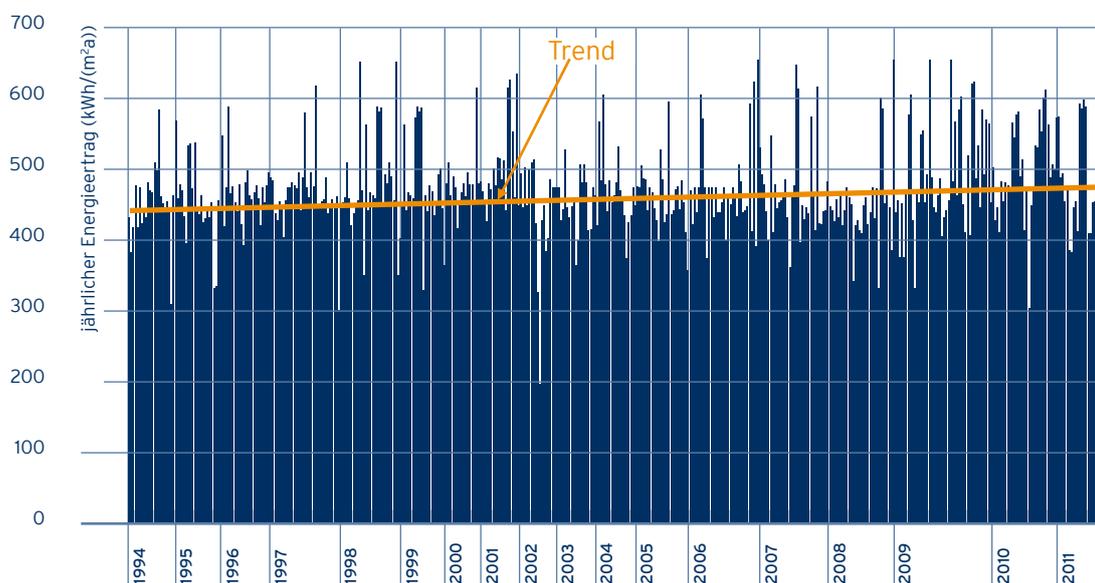


Kostensenkung durch Effizienzsteigerung:

Die Effizienz von thermischen Solarkollektoren gilt als weitgehend ausgeschöpft. Eine deutliche Verbesserung der Wirkungsgradkennlinie ist mit den gängigen Technologien nicht zu erwarten. Ausgehend vom heutigen Stand der Technik gehen oft bereits geringe effizienzsteigernde Maßnahmen zumeist mit einem deutlichen Anstieg der Fertigungskosten einher.

Am Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen (TZS) des Instituts für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart wurden im Zeitraum von 1994 bis 2011 mehr als 1.000 Solarkollektoren geprüft. Für fast 500 dieser Kollektoren wurde auf Basis der nach EN 12975-2 ermittelten Kennwerte für die thermische Leistungsfähigkeit der jährliche Energieertrag nach „ITW-Randbedingungen“³ berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in Abbildung 3|29 dargestellt.

3 | Abbildung 29 | Entwicklung der thermischen Leistungsfähigkeit von Solarkollektoren



Am Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen (TZS) geprüfte Solarkollektoren sowie Trend-Entwicklung (orange dargestellte Trendlinie), Quelle: ITW 2011

Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass die ermittelten jährlichen Energieerträge der Kollektoren stark streuen, jedoch tendenziell zunehmen. Dies wird auch durch die im Diagramm zusätzlich in blau dargestellte Trendlinie bestätigt.

Die auf der Abszisse dargestellten Zahlen bezeichnen die Jahre, in denen die Kollektoren geprüft und auf Basis der Ergebnisse der Leistungsprüfung der jährliche Energieertrag nach

„ITW Randbedingungen“ berechnet wird. Das Diagramm repräsentiert somit einen Zeitraum von 17 Jahren. Wird die Steigerung des jährlichen Energieertrags der Kollektoren auf diesen Zeitraum bezogen, so ergibt sich eine Zunahme der thermischen Leistungsfähigkeit der Kollektoren von 0,3% pro Jahr. Solarkollektoren sind somit in den vergangenen 17 Jahren nur wenig effizienter geworden.

³ Jährlicher Energieertrag des Solarkollektors je Quadratmeter Kollektorfläche beim Einsatz in einer „Standard-Solaranlage“ mit einem Speichervolumen von insgesamt 300 Litern und einer Kollektorfläche von 5 m² zur Trinkwassererwärmung für einen Vier-Personenhaushalt (200 Liter/Tag mit 45 °C) am Standort Würzburg

Bei der Bewertung dieses Wertes ist zu berücksichtigen, dass die Daten auf den am TZS geprüften Kollektoren basieren und daher nicht zwangsläufig repräsentativ für sämtliche am Markt angebotenen Produkte sind. Andererseits kann aufgrund der großen Zahl der geprüften Kollektoren davon ausgegangen werden, dass diese ein breites Spektrum des Markts abbilden.

Großes Potential zur Effizienzsteigerung wird jedoch bei Kollektoren gesehen, die für spezielle Einsatzfälle entwickelt werden. In Zukunft wird es nicht mehr „den“ Solarkollektor geben, der für jeden Einsatzfall geeignet ist. Vielmehr wird durch die verstärkte Spezialisierung auf Anwendungen wie die vertikale Montage als multifunktionales Fassadenelement, als kondensatbeständige Hocheffizienz-Wärmequelle für Wärmepumpen oder als Mittel- und Hochtemperatur-Prozesswärmequelle eine Effizienzsteigerung und damit Kostensenkung für den Endverbraucher in diesen Bereichen zu erwarten sein.

Kostensenkung durch Verbesserung der bestehenden Technologie:

Ohne einen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Kollektoren zu haben, gibt es aufbauend auf der bestehenden Technologie im Detail Kostensenkungspotential. Da der größte Kostentreiber der Materialeinsatz ist, versuchen Kollektorhersteller diesen zu minimieren. In [Jäger, 2011] wird aufgezeigt, dass durch eine Verringerung der Wandstärke von Absorberrohren der Materialeinsatz deutlich reduziert werden konnte. So entspricht eine technisch umsetzbare Verringerung der Wandstärke eines Absorberrohres mit 22 mm Außendurchmesser von 1 mm auf 0,6 mm einer Materialersparnis von 39%. Die zur Verringerung auf die zum Kollektorbetrieb theoretisch notwendige Mindestwandstärke ist hierbei noch lange nicht erreicht. Es wird erwartet, dass die Reduzierung der Wandstärken von Kupfer- und Aluminiumroh-

ren die Materialkosten um bis zu 65% reduzieren kann [Jäger, 2011].

Auch bei der Abdeckung kann noch gespart werden. Neue Prozesse in der Glasfertigung können die Glasdicke um 30% reduzieren und so Kosten senken [Jäger, 2011].

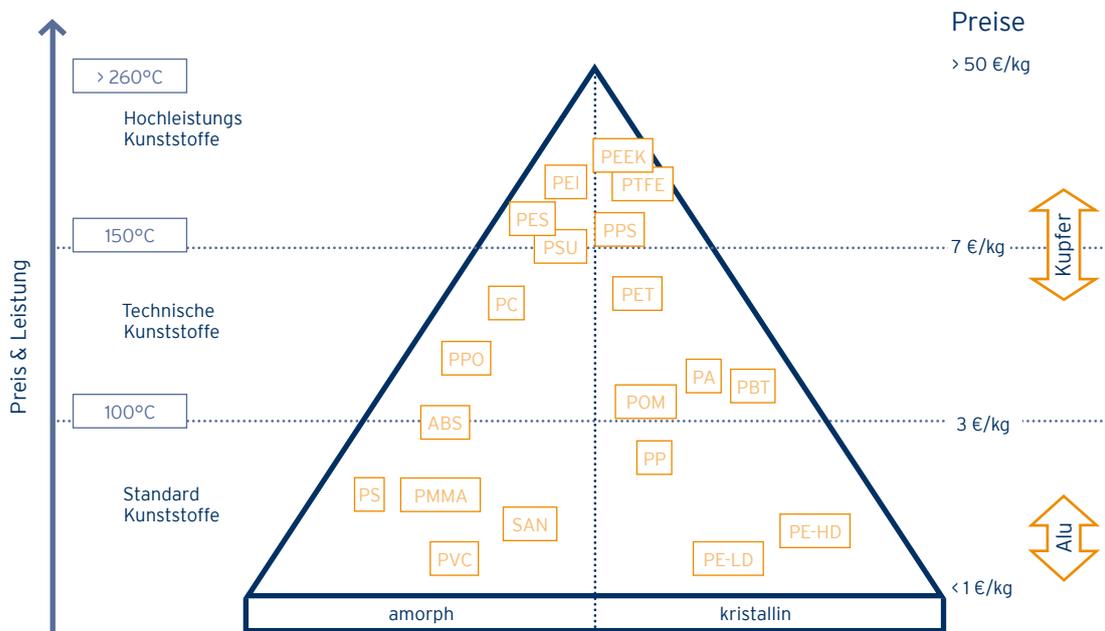
Die Reduktion des Materialeinsatzes bietet zusätzlich den Vorteil, leichtere Produkte anbieten zu können. Diese spart wiederum Kosten für Transport und Montage. Je näher man sich beim Materialeinsatz jedoch den physikalischen und prozesstechnischen Grenzen nähert, desto intensiver ist eine gleichbleibend hohe Produktionsqualität erforderlich, um ein Versagen der Kollektoren im Dauerbetrieb zu verhindern.

Weiteres Potential zur Kostenreduktion liegt im Übergang auf andere Materialien. Aufgrund der Preissituation von Kupfer und Aluminium ist insbesondere der Ersatz des teureren Kupfers im Bereich des Absorbers bereits heute abzusehen. Hierzu müssen geeignete modernste Fertigungsverfahren wie z.B. das Laserschweißen zur Verbindung von Kupfer und Aluminium oder Press- und Klebverbindungen zum Einsatz kommen oder in Zukunft entwickelt werden.

Kostensenkung durch vollständige Änderung der Technologie:

Sehr großes Potential wird von manchen Experten mittel- und langfristig in der Änderung der heute bestehenden Technologie des Solarkollektors aus einem mit Glas abgedeckten, gedämmten Aluminiumgehäuse mit integriertem Absorber aus Kupfer hin zu einem vollständig aus kostengünstigen Kunststoffen bestehenden Solarkollektor gesehen. Kunststoffe sind jedoch nicht per se kostengünstig, insbesondere temperaturbeständige Kunststoffe können den Preis von Metallen leicht überschreiten.

3 | Abbildung 30 | Kunststoffe mit Einsatztemperaturen und Preisvergleich zu Aluminium und Kupfer



Quelle: ITW 2011

Grundsätzlich kommen zwei Klassen von Kunststoffen zur Kollektorproduktion in Frage: Zum einen sind dies Hochleistungspolymere, welche gegenüber den geforderten Belastungen ausreichend resistent sind. Zum anderen sind dies günstige Polymere, die jedoch durch spezielle Techniken vor schädlichen Belastungen geschützt werden müssen [vgl. Brunold S, 2010].

Die in der Regel hohen Werkzeugkosten und niedrige laufende Kosten in der Kunststoffverarbeitungstechnik machen ein für eine Massenfer-

tigung ausgelegtes Kollektordesign notwendig. In [Brunold S, 2010] wird ein in einem Arbeitsschritt extrudierter Polymerkollektor vorgeschlagen, dessen Gehäuse nachträglich mit PU-Schaum zur Dämmung und Stabilitätsgebung ausgefüllt wird. Als transparente Abdeckung kommen im selben Arbeitsschritt co-extrudierte Doppelstegplatten zum Einsatz. Nach dem Ablängen auf die erforderliche Größe werden die Kollektoren mit im Spritzgussverfahren hergestellten Endstücken versehen. Abbildung 3|31 führt die abgeschätzten Herstellkosten auf [Brunold S, 2010]:

3 | Abbildung 31 | Abschätzung der Herstellungskosten für einen Kunststoffkollektor aus Polyamid (PA) bzw. überwiegend aus Polypropylen (PP)

Bauteil	Jahresmenge	Kosten PA	Kosten PP
co-extrudierter Kollektor	> 100.000 m ²	62 €/m ²	45 €/m ²
Endstück	10.000 Stk.	10 €/m ²	7 €/m ²
Endstück	100.000 Stk.	7 €/m ²	4 €/m ²

Quelle: Brunold, 2010

Kunststoffe bieten insbesondere im Hinblick auf die Fertigungskosten bei hohen Stückzahlen ein hohes Einsparpotential. Die Personalkosten stellen jedoch nur einen kleinen Anteil der Herstellungskosten heutiger Flachkollektoren dar (geschätztes Branchenmittel: 10% [Jäger, 2011]), so dass dieser Vorteil beim Einsatz teurer Hochleistungspolymere leicht wieder reduziert werden kann [Brunold, 2010].

Hohe Kollektorwirkungsgrade führen mit heutigem Stand der Technik zu hohen Stagnationstemperaturen, die den Einsatz von Hochleistungspolymeren erforderten und somit keine Kostenvorteile zuließen. Aus diesem Grund müssen geeignete Maßnahmen zum Überhitzungsschutz entwickelt werden.

In [Reiter, 2011] werden sowohl verfügbare als auch potentielle Überhitzungsschutzmaßnahmen für solarthermische Kollektoren erfasst und hinsichtlich ihrer Wirkmechanismen systematisiert. Es wird gezeigt, dass eine nennenswerte Reduktion der thermischen Belastung an den Kollektorbauteilen – sogar am thermisch am höchsten belasteten Absorber – ohne Einbuße des Anlagenenertrages mit verschiedenen Maßnahmen prinzipiell durchaus erreichbar ist und vor allem perspektivisch erreicht werden kann. Dabei wird ein hohes Potential durch die Kombination verschiedener Maßnahmen wie z.B. die Kombination aus transluzenter Schicht und schaltbarer selektiver Schicht ausgemacht.

Bei geeigneter Wahl des Konzepts gibt [Reiter, 2011] eine mögliche Reduktion der Kosten auf ca. 80 €/m² und damit eine Kostenersparnis gegenüber herkömmlichen Flachkollektoren von bis zu 50% an. Bei sehr großen thermischen Solaranlagen wie

der solaren Nahwärme mit mehreren Tausend Quadratmetern Kollektorfläche wird mangels ausreichender, speziell für diesen Einsatz durchgeführter Technologieentwicklung, auf Kollektoren zurückgegriffen, die im Wesentlichen der Technologie entsprechen, die auch beim Einfamilienhaus eingesetzt wird. Das führt dazu, dass aufwändige und teure Unterkonstruktionen zur Aufständigung von Tausenden von Standard-Flachkollektoren installiert werden. Hier wird noch ein sehr großes Kostensenkungspotential durch die Entwicklung spezieller Großflächenkollektoren – möglicherweise in Ortbauweise – gesehen.

Kostensenkung durch Rationalisierung der Produktion:

Da etwa 90% der Herstellkosten auf Material und nur ca. 10% auf Personalkosten entfallen [Berner, 2011], ist durch die Rationalisierung der Produktion nur eine geringe Kostensenkung zu erwarten. Moderne Fertigungslinien bieten dennoch Vorteile: So kann der Arbeitsaufwand pro Kollektor deutlich gesenkt werden (z.B. nur noch 18 statt 60 Minuten [11]) und zusätzlich lässt sich mehr Flexibilität schaffen, so dass auch kleine Losgrößen wirtschaftlich gefertigt werden können.

Die Absorberproduktion hat in den Kernprozessen Beschichtung, Rohrbearbeitung und Verbindung von Blech und Rohr in vielen Solarfabriken bereits einen hohen Automatisierungsgrad. Auch die Glasproduktion läuft weitgehend automatisiert ab. In der Kollektorendmontage überwiegen jedoch Montageprozesse, die sich nur schwer automatisieren lassen. Automatisierte Prozesse können hier die Flexibilität der Hersteller auch einschränken.

3.2.2.2.2 Wärmespeicher

Bei kleinen thermischen Solaranlagen mit solaren Deckungsanteilen zwischen 10 und 25% machen die Kosten für den Speicher nur einen kleinen Anteil an den Gesamtkosten aus. Durch in Zukunft notwendigerweise steigende solare Deckungsanteile wird dieser Anteil jedoch deutlich ansteigen. Bei solaren Deckungsanteilen von über 70% ist eine sehr große Speicherkapazität bei niedrigen Wärmeverlusten des Speichers notwendig. Dies

führt dazu, dass die Kosten für den Speicher die Kosten für das Kollektorfeld übersteigen und mehr als die Hälfte der Gesamtinvestition ausmachen können. Auch wenn bisher der Fokus der Hersteller von Solaranlagen eher auf der Kostenreduktion von Solarkollektoren ruhte, wird in Zukunft das Hauptaugenmerk auf der Entwicklung kostengünstigerer Speicher liegen müssen.

Aktuell werden fast ausschließlich Warmwasserspeicher aus Stahl mit einem Volumen bis 1.000 l zur Aufstellung in Innenräumen eingesetzt. Daneben existieren druckfreie Lösungen aus glasfaserverstärktem Kunststoff sowie aus Winkelprofilen und PU-Hartschaum für größere Speichervolumina.

Nur sehr selten wurden bisher Speicher für den Einsatz außerhalb des Hauses nachgefragt. Durch die in Zukunft ansteigenden Volumina wird sich das jedoch aller Voraussicht nach ändern. Speicherkonzepte zur oberirdischen Aufstellung im Freien sowie zur Erdvergrabung z.B. unter Garageinfahrten wurden in den letzten Jahren entwickelt und zur Marktreife gebracht.

Die aktuellen Marktpreise von Warmwasserspeichern variieren sehr stark. Im Rahmen eines BMU-Forschungsprojektes [Kerskes, 2011] wurde eine Marktübersicht über Warmwasserspeicher in Größen zwischen ca. 500 l und 5.000 l Fassungsvermögen erstellt. Dabei handelte es sich überwiegend um reine Pufferspeicher ohne Einbauten inkl. Dämmung. Es wurden Kosten zwischen 710 €/m³ und 6.400 €/m³ ermittelt. Im Mittel betragen die recherchierten Kosten 1.600 €/m³. Kleinere Warmwasserspeicher sind volumenspezifisch etwas teurer.

Kostensenkung durch Effizienzsteigerung:

Die thermische Effizienz von Wärmespeichern bietet sowohl was interne Verluste (aufgrund von Speicherdurchmischung) als auch externe Verluste (Wärmeverluste über die Speicherhülle) angeht noch deutliches Verbesserungspotential. Im Rahmen eines einjährigen Monitoringprogramms solarer Kombianlagen wurden im Mittel für die österreichischen Anlagen Wärmeverluste der Speicher + Leitungen von 20% des Gesamtwärmeumsatzes ermittelt (berechnet aus in [Thür, 2011] angegebenen Zahlenwerten).

Signifikante Effizienzsteigerung ist in Form einer besseren Dämmung der Speicher möglich. In [Beikircher T, Buttinger F, Demharter M, 2011] wird dies für einen doppelwandigen Stahlspeicher mit Vakuumdämmung gezeigt. Dieser ist zwar etwas teurer als konventionell gedämmte Speicher, ermöglicht jedoch Solaranlagen mit weniger Kollektorfläche und kleinerem Speichervolumen bei gleichbleibendem solaren Deckungsanteil sowie Anlagen mit sehr hohem solaren Deckungsan-

teil. Da sich die Technologie noch im Prototypenstadium befindet, ist eine deutliche Senkung der Herstellkosten zu erwarten. Die eingesetzten Materialien (Stahl für den Mantel und Perlit für die Dämmung) sind kostengünstig.

Kostensenkung durch Verbesserung der bestehenden Technologie:

Herkömmliche Warmwasserspeicher bieten kaum Potential für Kostenersparnis durch verringerten Materialeinsatz, wie dies z.B. bei Kollektoren möglich ist. Bereits heute werden kostengünstige Dämmstoffe verwendet und es ist eher mit Mehrkosten durch in Zukunft bessere Dämmung zu rechnen, als mit einer Abnahme der Dämmstärke. Auch die Wandstärke des Stahlmantels lässt sich nur bei Übergang zu drucklosen Systemen verringern. Die zur Verwendung kommenden Stoffe für den Speichermantel (Stahl) und das Speichermedium (Wasser) lassen sich kaum durch kostengünstigere Materialien ersetzen.

Kostensenkung durch vollständige Änderung der Technologie:

Ein sehr großes Kostensenkungspotential wird von anderen Technologien zur Wärmespeicherung erwartet. So lassen sich mit Sorptionsspeichern und insbesondere mit der thermo-chemischen Wärmespeicherung deutlich höhere Energiedichten als bei Warmwasserspeichern erreichen. Der Hauptvorteil liegt jedoch bei der nahezu verlustfreien Speicherung von Wärme auch über längere Zeiträume [Kerskes, 2011].

Von diesen Technologien wird voraussichtlich keine Kostensenkung des Speichers selbst zu erwarten sein. Vielmehr wird aufgrund der thermischen Eigenheiten dieser Speicher eine Reduktion der Kosten durch den geringeren benötigten Raum sowie durch eine deutliche Reduktion der benötigten Kollektorfläche bei gleichem solaren Deckungsanteil erwartet.

Eine weitere Möglichkeit, Speicherkosten zu reduzieren, wird in der Adaptierung der Technologie, wie sie bei großen saisonalen Wärmespeichern zum Einsatz kommt [Saisonalpeicher], an kleinere Maßstäbe bis hin zum Einfamilienhaus gesehen. In Kombination mit elektrisch betriebenen Kompressionswärmepumpen können Speicherty-

pen im Untergrund wie Erdbeckenspeicher oder Kleinst-Erdsonden-Wärmespeicher effektiv und kostengünstig eingesetzt werden. Es wird erwartet, dass diese Arten von Speichern schneller und kostengünstiger zur Verfügung stehen als thermo-chemische Wärmespeicher und die weitgehend ungeschlossene Lücke an Speichern zwischen 10 m³ und 500 m³ schließen können.

Kostensenkung durch Rationalisierung der Produktion:

Wärmespeicher könnten in Zukunft den zentra-

len Bestandteil der meisten Heizungsanlagen im Gebäudesektor darstellen. Unabhängig vom Speichertyp ist dadurch eine erhebliche Steigerung der Produktionsmenge zu erwarten. Automatisierte Prozesse bieten hierbei noch erhebliches Kostensenkungspotential, da die verwendeten Materialien als kostengünstig bezeichnet werden können. Die vielversprechenden technologischen Neuentwicklungen wie Vakuum-gedämmte Speicher, Speicher im Untergrund oder thermo-chemische Speicher sind von einer Massenfertigung jedoch noch weit entfernt.

3.2.2.3 Technisches Kostensenkungspotential von Gesamtanlagen

Neben der Kostensenkung für die einzelnen Komponenten einer thermischen Solaranlage (s. vorausgehendes Kapitel) lassen sich die Kosten für das Gesamtsystem durch kürzere Montagezeiten reduzieren. Kürzere Montagezeiten lassen sich durch mehrere Maßnahmen erreichen:

- Leichtere und kleinere Produkte vereinfachen Transport und Montage. So würden sich sehr leichte Kunststoffkollektoren signifikant auf den Aufwand der Dachmontage auswirken. Speicher mit hoher Energiedichte würden aufgrund des kleineren Volumens erheblich leichter in den Keller eines Hauses transportiert werden können als z.B. ein 1.000 l Warmwasserspeicher aus Stahl.
- Durch Vereinfachung der Systemtechnik könnten Anschlusskosten verringert werden. Viele Systeme in Europa gehen jedoch in Richtung ‚Over-Engineering‘. Durch einfachere Systemtechnik könnten zusätzlich auch manche Anlagenkomponenten eingespart werden. Beispiele dafür sind die Druckhaltung bei drucklosen Systemen und Wasser statt frostsicherem Kollektorfluid.
- Durch weitgehende Standardisierung der Systemtechnik oder zumindest Teilen der Systemtechnik wie z.B. Anschlüsse ist eine schnellere und weniger fehleranfällige Montage zu ermöglichen.
- Bei Kunststoffkollektoren können die Kollektorleitungen durch Muffenschweißen angeschlossen werden. Dabei werden kostengünstige Kunststoffrohre verwendet und die Montagekosten gesenkt [Reiter, 2011].

Weitere Kostensenkungen sind durch Effizienzsteigerung der Systemtechnik möglich. Dies umschließt neben der Effizienzsteigerung von Einzelkomponenten insbesondere eine intelligente Regelung der Anlage, die Nutzerverhalten, Wetterprognosen und zukünftige Schwankungen des Preises zusätzlicher Energieträger berücksichtigt.

Bis zum Jahr 2015 wird weder bei Kollektoren noch bei Wärmespeichern mit einem Technologiesprung zu rechnen sein. Sowohl Kunststoffkollektoren als auch thermo-chemische Wärmespeicher werden im Jahr 2015 voraussichtlich noch Bestandteil der Forschung und Entwicklung sein. Kostensenkungen gegenüber heute basieren somit auf der Verbesserung der aktuell bereits bestehenden Technologie, z.B. durch bessere Wärmedämmung der Speicher und somit geringerer notwendiger Kollektorfläche zum Erreichen des selben solaren Deckungsanteils.

Bis zum Jahr 2020 ist es bei entsprechender Forschungs- und Entwicklungsarbeit möglich, Kunststoffkollektoren und thermo-chemische Wärmespeicher zur Marktreife zu bringen. Jedoch muss beachtet werden, dass die neue Speichertechnologie zwar effizienter, zunächst jedoch teurer ist als herkömmliche Warmwasserspeicher. Bei Kunststoffkollektoren kann das Kostensenkungspotential produktionstechnisch erst bei entsprechend hohen Produktionsmengen umgesetzt werden. Dieser Vorteil kommt 2020 voraussichtlich noch nicht voll zum Tragen. Insgesamt wird trotz der zu erwartenden Technologiesprünge im Jahr

2020 somit nur eine geringe Kostensenkung gegenüber 2015 zu erwarten sein.

Es wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2030 das Kostensenkungspotential durch die neuen Technologien im Bereich Kollektoren und Speicher voll ausgenutzt werden kann. Der stärkste Kostenrückgang wird bei Kollektoren mitsamt ihrer Unterkonstruktion und Montage erwartet. Durch intelligente Regelung und insbesondere durch effizientere Speicher mit deutlich höherer Kapazität steigt der spezifische Kollektorsertrag. Dadurch kann die Kollektorfläche stark reduziert werden. Zusätzlich sinken durch den Einsatz von Kunststoffkollektoren die flächenspezifischen Preise deutlich. Standardisierung und der Einsatz von Kunststoffrohren mit kostengünstiger Verbindungstechnik führen zu einer deutlichen Reduzierung der Kosten für Verrohrungen. Es wird angenommen, dass die Kosten für Speicher gegenüber dem heutigen Stand nur wenig sinken, die Speicher dafür aber erheblich effizienter und kleiner werden, deutlich größere Kapazitäten aufweisen und somit zur Kostensenkung bei den Kollektoren beitragen. Die Vergrößerung der Anzahl pro Jahr verkaufter Anlagen in Kombination mit weitgehender Standardisierung kann zusätzlich die Planungskosten (Anmerkung: Diese sind bei standar-

disierten Kleinanlagen in den Anlagenpreisen und Installationskosten enthalten) deutlich verringern.

Fazit

Zur umfangreichen Kostensenkung entlang der Wertschöpfungskette müssen sämtliche Möglichkeiten zur Kosteneinsparung genutzt werden. Neben dem Einsatz neuer Materialien und der Konzeption günstiger Fertigungsverfahren muss die Systemeffizienz gesteigert sowie die Systemtechnik vereinfacht werden. Zusätzlich ist eine durchgängige Kostenorientierung in allen Prozessbereichen von der Entwicklung und Konstruktion bis zur Fertigung erforderlich.

Nur durch kostengünstige und zugleich effiziente Wärmespeicher mit großer Wärmekapazität kann das Potential der Solarwärme in Mitteleuropa langfristig ausgeschöpft werden. Hier liegt das größte Potential, die spezifischen Wärmegestehungskosten für den Endverbraucher auch bei hohen solaren Deckungsanteilen zu reduzieren. Aktuelle Forschungs- und Entwicklungstrends sind diesbezüglich vielversprechend, benötigen aber eine intensivere und stärker gebündelte sowie koordinierte Vorgehensweise, um kurz- bis mittelfristig Erfolg zu haben.

3.2.3 Technische Hemmnisse nach Akteuren

Als Teil der Auswertung des Marktanzreizprogramms [MAP] wurde eine Befragung unter Marktakteuren mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

Architekten nannten als Beweggründe für eine Entscheidung gegen eine solarthermische Anlage vor allem wirtschaftliche Gründe. Aber auch mangelnde Akzeptanz einer die Optik der Außenhülle verändernde Heiztechnologie sowie Alltagsroutine erklären die Zögerlichkeit dieser Marktakteure.

Einige **Privatvermieter** gaben an, im Falle einer technisch schwierigen Dachintegration der Solar Kollektoren keine hinreichenden Lösungen seitens hinzugezogener Installateure und Architekten erhalten zu haben. Andere hatten generell kein Interesse an Gebäudetechnik. Fördermöglichkeiten wa-

ren keinem der befragten Privatvermieter bekannt. Die befragten **Wohnbauträger** gaben an, dass die von ihnen beauftragten Architekten oder Planer vom Einsatz einer solarthermischen Großanlage abgeraten hätten. Begründet wurde dies mit einer mangelnden Zuverlässigkeit der Anlagen und hohen Systemkosten. Die Fördermöglichkeiten durch das Marktanzreizprogramm waren nur wenigen Wohnungsbauträgern bekannt.

Energieberater entschieden sich meist gegen den Einsatz einer Solaranlage aus wirtschaftlichen Gründen. Fast alle Energieberater berechneten die Wirtschaftlichkeit mit den Standardvorgaben ihres Berechnungs- und Bewertungsprogramms. Laut [MAP] können diese Standardwerte nach DIN jedoch von vielen Solaranlagen übertroffen werden. Verfahren zur detaillierten Berechnung, wie z.B.

in DIN V18599 beschrieben, liegen vor, wurden jedoch von den Energieberatern nicht durchgeführt. Ebenso herrscht bei den Energieberatern große

Unsicherheit in der Kostenschätzung einer solarthermischen Großanlage, die für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsrechnung grundlegend ist.

3.2.4 Normung und Zertifizierung, Normungs- und Zertifizierungsstrategie

Im Folgenden wird die aktuelle Situation im Bereich der europäischen Normung und der für die Solarwärme relevanten europäischen Richtlinien kurz dargestellt. Darauf basierend werden Vorschläge für eine im Hinblick auf die Entwicklung des Marktes für solarthermische Produkte zielori-

enterte Umsetzung der gegenwärtig im Bearbeitungsprozess befindlichen Normen und Richtlinien dargelegt. Zusätzlich werden die Auswirkungen von bereits existierenden und zukünftig zu entwickelnden Zertifizierungsprogrammen für solarthermische Produkte beschrieben.

3.2.4.1 Aktueller Status und zukünftige Entwicklungen Normung

In diesem Kapitel werden die einzelnen Normungs- und Regulierungsinstrumente jeweils in einem mit der Überschrift „Status“ bezeichneten Kapitel kurz beschreiben. In einem zweiten, mit der Überschrift „zukünftige Entwicklungen“ gekennzeichneten Kapitel, werden jeweils Vorschläge für eine strategisch Weiterentwicklung und/oder Umsetzung der entsprechenden Instrumente dargelegt.

Europäische Normen Status

Die wichtigsten Anforderungen an die zentralen Komponenten sowie an die gesamte Solaranlage sind in den folgenden europäischen Normen festgeschrieben:

3 | Abbildung 32 | Europäische Normen für thermische Solaranlagen

Norm	Titel "Thermische Solaranlagen und ihre Komponenten-..."
EN 12975-1: 2006	Kollektoren - Teil 1 - Allgemeine Anforderungen
EN 12975-2:2006	Kollektoren - Teil 2 - Prüfverfahren
prEN 12975-3-1:2011	Kollektoren - Teil 3-1: Qualifizierung der Beständigkeit von Solarabsorberflächen
EN 12976-1:2006	Vorgefertigte Anlagen - Teil 1 - Allgemeine Anforderungen
EN 12976-2:2006	Vorgefertigte Anlagen - Teil 2 - Test Prüfverfahren
EN 12977-1:2012*	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 1 - Allgemeine Anforderungen
EN 12977-2:2012*	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 2 - Prüfverfahren
EN 12977-3:2008	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 3 - Leistungsprüfung von Warmwasserspeicher für Solaranlagen.
EN 12977-4:2012*	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 4 - Leistungsprüfung von Speichern für solare Kombianlagen
EN 12977-5:2012*	Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 5 - Prüfmethode für Regeleinrichtungen

*erwartetes Jahr des Inkrafttretens

Die zuvor genannten europäischen Normen sind in Deutschland als „DIN EN-Normen“ implementiert.

Zukünftige Entwicklungen

Die europäischen Normen sollten im Hinblick auf zwei Aspekte weiter entwickelt werden.

Zum einen ist es wichtig, das Spektrum der behandelten Technologien bzw. Technologiekombinationen zu erweitern. Hierbei ist es entscheidend, dass diese Entwicklung von der Solarwärmebranche vorangetrieben wird, um den Anwendungsbereich der bereits etablierten Prüfverfahren zu erweitern und zusätzlich eine Ausgestaltung der Normen dahingehend zu ermöglichen, dass die spezifischen Interessen der Branche in den jeweiligen Normen entsprechend berücksichtigt werden.

Wichtige Technologien für eine Erweiterung des Anwendungsbereichs sind Anlagen zur solarthermischen Kühlung sowie die Kombination von thermischen Solaranlagen mit Wärmepumpen. Des Weiteren könnten Anlagen zur solarthermischen Meerwasserentsalzung normativ erfasst werden.

Im Hinblick auf bereits normativ erfasste Komponenten wie z.B. Sonnenkollektoren ist es strategisch wichtig, den Gültigkeitsbereich der jeweiligen Normen auf neue Anwendungsgebiete, wie z.B. Sonnenkollektoren für den Einsatz in solarthermischen Kraftwerken, auszuweiten.

Zum Zweiten wird empfohlen, die Normen um Anforderungen und Prüfungen zu erweitern, die zu einer Verbesserung der Qualität der Produkte beitragen. Wichtige Aspekte sind hier beispielsweise die Wirksamkeit des Korrosionsschutzes im Inneren der Trinkwasserspeicher und der erwarteten Lebensdauer von Schlüsselkomponenten bzw. der Gesamtanlage. Für die Implementierung entsprechender Anforderungen werden u.a. Prüfverfahren benötigt, die eine Ermittlung einer zu erwartenden Lebensdauer ermöglichen.

Europäische Richtlinien

Im Hinblick auf thermische Solaranlagen sind primär die beiden folgenden Richtlinien relevant:

Die EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden

Mit der Neufassung der EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden (2010/31/EEC) vom 19. Mai 2010

wird festgeschrieben, dass ab 2019 alle öffentlichen und ab 2021 sämtliche neuen Gebäude als „Fast-Nullenergiegebäude“ realisiert werden müssen.

Die EU-Richtlinie zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs (Energy Labelling)

Durch die EU-Richtlinie 92/75/EEC zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs, auch Energy Labeling Directive genannt, wird gefordert, dass u.a. Anlagen zur Bereitstellung von Warmwasser und Raumwärme durch sogenannte Energieeffizienzklassen charakterisiert werden.

Zukünftige Entwicklungen

Die EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden bietet eine sehr große Chance für die Solarwärmebranche. Mit dem Konzept des „Solar-Aktiv-Hauses“, also einem Gebäude, dessen gesamter Wärme- und Kältebedarf möglichst vollständig durch Solarwärme gedeckt wird, können die aus der EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden resultierenden Anforderungen bereits heute erfüllt werden.

Damit die spezifischen Vorteile der Solarwärme bei der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden deutlich werden, sind folgende Aspekte relevant:

Die energetische Bilanzierung sollte mittels Stundenwerten (und nicht Monats- oder Jahreswerten) auf der Basis der zur Bereitstellung eines bestimmten Komforts benötigten Primärenergie erfolgen. Hierbei sind die über die Systemgrenze transferierten Energiemengen getrennt nach „Import“ und „Export“ zu erfassen. Eine Aufrechnung der importierten mit der exportierten Energie ist nicht zulässig, da sonst extern, d.h. außerhalb der Systemgrenze, eine Energiespeicherung erfolgen müsste, was in der Realität nicht der Fall ist.

Als Bewertungskriterium sollte nicht nur die für den Betrieb des Gebäudes benötigte Primärenergie dienen, sondern auch die zur Herstellung der jeweiligen Anlagen bzw. Technologien zur Energieerzeugung bzw. Energieeinsparung benötigte Primärenergie.

Das Thema „Solar-Aktive Gebäude“ ist auch deshalb als zentrales Zukunftsthema sehr gut geeignet.

net, da weitgehend vollständig durch Solarwärme versorgte Wohngebäude für den Nutzer bzw. die Nutzerin aus folgenden Gründen attraktiv sind:

Ökologie: Vollständig nachhaltige Wärmeversorgung, da keine fossilen Energieträger benötigt werden.

Preissicherheit: Durch die Nutzung von Solarwärme sind die Kosten unabhängig von der Entwicklung der Energiepreise, so dass hier auf der Basis der Anfangsinvestition in die Solaranlage eine langfristige Preissicherheit gegeben ist.

Versorgungssicherheit: Die Verfügbarkeit fossiler Energieträger wird irrelevant.

Unabhängigkeit: Da die Wärmeversorgung ein „Inselssystem“ darstellt, ist eine Abhängigkeit von Preis- und Versorgungsstrukturen nicht gegeben.

Da die oben genannten Faktoren einen wesentlichen Mehrwert bieten, ist der Aspekt der Wirtschaftlichkeit von sekundärer Bedeutung. In diesem Marktbereich wird daher zumindest mittelfristig auch kein ausgeprägter Kostendruck herrschen.

Bei der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie 92/75/EEC zur Kennzeichnung des Energieverbrauchs sind folgende Aspekte wichtig:

- Der Vergleich unterschiedlicher Anlagentechnologien muss auf Basis von Primärenergie erfolgen;
- Es muss ein über alle Anlagentechnologien einheitlicher Bewertungsmaßstab festgelegt werden. Hinweis: So wie sich die Situation im Hinblick auf thermische Solaranlagen gegenwärtig darstellt, ist dies nicht der Fall; Solare Strahlungsenergie ist mit einem Primärenergiefaktor von 0 anzusetzen.

3.2.4.2 Aktueller Status und zukünftige Entwicklungen Zertifizierung

Status

Für die Zertifizierung von Solaranlagen und ihrer Komponenten existieren eine Reihe nationaler Zertifizierungsprogramme (z.B. Blauer Engel, RAL Güteschutz solar), die jedoch alle von untergeordneter Bedeutung sind, bzw. auf Prüfungen basieren, die bereits Bestandteil von anderen nationalen oder internationalen Zertifizierungsprogrammen sind. Auf europäischer Ebene ist die Solar Keymark Zertifizierung (www.solarkeymark.org) von vorgefertigten Solaranlagen und Sonnenkollektoren sehr gut etabliert. Das Solar Keymark Zertifizierungszeichen besitzt daher auch national die größte Relevanz. Das Ziel der Industrie ist es, mit dem Solar Keymark alle nationalen Zertifizierungszeichen zu ersetzen, um weiter existierende Handelsbarrieren zu eliminieren bzw. europaweit den gleichen Qualitätsstandard erreichen zu können.

Durch die Solar Keymark Zertifizierung wird bestätigt, dass die zertifizierten Produkte die im Solar Keymark Zertifizierungsprogramm (Solar Keymark Scheme Rules) festgeschriebenen Anforderungen erfüllen. Unter technischen Aspekten basieren diese Anforderungen auf den euro-

päischen Normen EN 12975 für Sonnenkollektoren und EN 12976 für vorgefertigte Solaranlagen und zukünftig auch auf der EN 12977-3 für Warmwasserspeicher von Solaranlagen.

Eine Solar Keymark Zertifizierung von kundenspezifisch gefertigten Solaranlagen sowie solaren Kombianlagen ist aus formalen Gründen nicht möglich, da für diese Anlagentypen bisher keine europäischen Normen sondern nur Vornormen bzw. sogenannte Technische Spezifikationen (CEN/TS) verfügbar sind.

Zukünftige Entwicklungen

Im Hinblick auf eine Weiterentwicklung von Instrumenten für die Zertifizierung von solarthermischen Komponenten und Anlagen sind folgende Aspekte wichtig:

- Erweiterung des produktspezifischen Anwendungsbereichs der Solar Keymark Zertifizierung. Wichtige Technologien sind in diesem Zusammenhang solare Kombianlagen (Solaranlagen zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Raumheizung), Anlagen zur solarthermi-

schen Kühlung sowie kombinierte Solarwärme- und Wärmepumpenanlagen.

- Erweiterung der Anforderungen an die Qualität und die zu erwartende Lebensdauer.
- Erweiterung der Zertifizierungsprogramme um ökologische Aspekte wie z.B. die energetische Amortisationszeit oder die über die Lebensdauer der Anlage erzielbare Primärenergieeinsparung.
- Etablierung eines weltweit einheitlichen Zertifizierungssystems für solarthermische Komponenten und Anlagen.

Fazit

Durch eine entsprechende Umsetzung und Weiterentwicklung von einschlägigen Normen und Richtlinien ist es möglich, die spezifischen Vorteile der Solarwärme verstärkt in den Fokus zu rücken. Wichtige Aspekte sind in diesem Zusammenhang die im Vergleich zu elektrischer Energie

relativ einfache und kostengünstige Möglichkeit der Speicherung von thermischer Energie sowie die günstigen ökologischen Eigenschaften von thermischen Solaranlagen.

Für eine konsequente und ergebnisorientierte Umsetzung der gegenwärtig im Bereich von Normen, Richtlinien und Zertifizierungsprogrammen erforderlichen Arbeiten ist eine deutliche Intensivierung der Aktivitäten der Solarwärmebranche erforderlich. Wichtig ist hier sowohl ein intensive pro-aktive Arbeit im technischen Bereich als auch eine ausgeprägte Vertretung der branchenspezifischen Interessen im politisch-strategischen Bereich.

Werden zukünftige Richtlinien so ausgestaltet, dass sie die Vorteile der Solarwärme angemessen berücksichtigen, so können diese zu einem starken Wachstum des Marktes für solarthermische Produkte führen.

3.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von solarthermischen Anlagen

Im Hinblick auf die Erreichung der klimapolitischen Ziele steht die Solarwärme in Konkurrenz mit anderen Maßnahmen zur Primärenergieeinsparung. Dies sind zum Beispiel der Einsatz von anderen erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung und die Reduzierung des Endenergiebedarfs durch bauliche Maßnahmen.

Im Folgenden erfolgt eine Bewertung der Solarwärme unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit, im Vergleich mit anderen erneuerbaren Energieträgern wie Biomasse und Wärmepumpen und mit Energieeinsparmaßnahmen wie einer verbesserten Wärmedämmung.

Im Bereich **Wohngebäude** wird je ein Einfamilien- und ein Mehrfamilienhaus aus dem Gebäudebestand und als Neubau betrachtet, jeweils mit einer solaren Trinkwasseranlage und einer Kombianlage mit Standard-Deckungsanteil (ca. 25%). Für den Neubau werden auch die Wärmekosten einer Solaranlage mit hohem solaren Deckungsanteil ermittelt. Ebenfalls für den Neubau werden die Kosten für die benötigte zusätzliche Dämmung zur Senkung des Primärenergiebedarfs des Gebäudes auf das durch eine solare Trinkwasser- bzw. Kom-

bianlage erreichte Niveau berechnet. Außerdem wird der Einsatz eines solar unterstützten Nahwärmenetzes mit und ohne Wärmespeicherung untersucht. Ein direkter Vergleich zwischen den Kosten einer Kilowattstunde Wärme aus Solarwärme und den Kosten einer Kilowattstunde Strom von einer Photovoltaik-Anlage erfolgt, indem die Netzeinspeisung des überschüssigen Stroms durch einen im Gebäude aufgestellten Energiespeicher ersetzt wird.

Im Bereich **Gewerbe und Industrie** wird die Wirtschaftlichkeit solarer Prozesswärme in einem Temperaturniveau bis 100°C untersucht.

Die Kosten für eine Kilowattstunde Wärme werden von den Brennstoffpreisen, den Investitionskosten der Wärmeerzeugungsanlage, den Betriebskosten und ggf. der Förderung bestimmt. In den Berechnungen werden diese Abhängigkeiten berücksichtigt, indem die Steigerungsrate der Energiepreise, die Investitionskosten einer Solaranlage und die Höhe der Förderung variiert werden.

Abschließend werden für die untersuchten Technologien die CO₂-Minderungskosten, die substitu-

ierten fossilen Energieträger und die vermiedenen Energieimporte ermittelt.

Die Wirtschaftlichkeit von thermischen Solaranlagen erfolgt für verschiedene Wohngebäude und im

Vergleich mit verschiedenen Wärmeerzeugern. In den folgenden Kapiteln werden die ausgewählten Gebäudetypen und Anlagenvarianten sowie die eingesetzten Berechnungsmethoden beschrieben.

3.3.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in ausgewählten Wohngebäudetypen

Die Berechnungen werden für vier Gebäudetypen durchgeführt: Jeweils ein Ein- und ein Mehrfamilienhaus im Bestand und als Neubau. Um die Repräsentativität für den tatsächlichen Gebäudebestand zu gewährleisten, wird die Gebäudetypologie aus [IWU Typo] als Grundlage gewählt. Im Bestand sind dies das Einfamilienhaus (EFH Typ E) und das Mehrfamilienhaus (MFH Typ E), beide aus der Baualterklasse 1958 bis 1968 und repräsentativ für jeweils ca. 2,2 Mio. Wohneinheiten (Stand 2005).

Für den Neubau werden das Einfamilienhaus EFH Typ J und das Mehrfamilienhaus MFH Typ J gewählt, beide nach Standards der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 errichtet. Die EnEV schreibt für das konkrete Gebäude den maximal zulässigen Primärenergiebedarf (berechnet für einen Gas-Brennwertkessel mit solarer Trinkwassererwärmung) und die maximale zulässigen Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle vor. Energieträger mit niedrigem Primärenergie-

faktor ermöglichen Einsparungen in der Wärmeschutzqualität der Gebäudehülle. Diese wird dann durch den maximal zulässigen spezifischen Transmissionswärmeverlust limitiert. Da hier aber ein Vergleich der Wärmegestehungskosten verschiedener Wärmeerzeuger erfolgen soll, und dies nur auf Basis von Gebäuden mit demselben Wärmebedarf erfolgen kann, wird für alle Wärmeerzeuger dieselbe Ausführung der Gebäudehülle vorausgesetzt. Als Referenz wird in dieser Studie ein Gebäude mit Gas-Brennwert-Kessel verwendet. Es entspricht in der Ausführung der Gebäudehülle und der Anlagentechnik der Referenzausführung der EnEV 2009, mit der Ausnahme, dass die Trinkwasser-Solaranlage entfällt.

Der Wärmebedarf für Raumwärme und Trinkwarmwasser wird mit einem Gebäude-Energiebilanzierungstool [EnEV-XL] nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 berechnet. Folgende Abbildung 3|33 gibt eine Übersicht über den Wärmebedarf der betrachteten Gebäude.

3 | Abbildung 33 | Nutzfläche sowie spezifischer und absoluter Heizwärme- und Warmwasserbedarf der betrachteten Gebäudetypen

		Einfamilienhaus		Mehrfamilienhaus	
		Typ E (Altbau)	Typ J (Neubau)	Typ E (Altbau)	Typ J (Neubau)
Hüllfläche	m ²	556	385	4.491	3.390
beheiztes Volumen	m ³	934	479	10.397	7.687
Nutzfläche	m ²	299	153	3.327	2.460
spez. Heizwärmebedarf	kWh/(m ² a)	162	59	139	37
spez. Warmwasserwärmebedarf	kWh/(m ² a)	18	20,5	19	19
Heizwärmebedarf	kWh/a	48.368	9.103	463.451	91.013
Warmwasserwärmebedarf	kWh/a	4.770	2.501	63.646	47.254
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	53.782	12.248	527.097	138.267

Quelle: ITW 2011

3.3.2 Ausgewählte Wärmeerzeuger

Als Referenz dient für jeden Haustyp eine moderne Heizungsanlage mit Gas-Brennwertkessel mit einem Kesselnutzungsgrad von 75%.

Solaranlagen

Es werden Solaranlagen zur reinen Trinkwassererwärmung (Sol WW), zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung (Kombianlage) in Standardgröße (Sol HU) und mit hohem Deckungsanteil (Sol MX) eingesetzt. Der konventionelle Teil besteht aus einem Gas-Brennwertkessel oder einer Biomasse-Feuerung, jeweils mit einem Kesselnutzungsgrad von 75%.

Die Aperturfläche der Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung im Neubau wird so gewählt, dass das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EE-WärmeG) erfüllt wird. Für den Altbau werden aus Gründen der Vergleichbarkeit dieselben Flächen übernommen. In den Einfamilienhäusern beträgt die Aperturfläche für SolWW 6,1 m² (FK und VRK), für SolHU 12,3 m² (FK) und für SolMX 40 m². Die Kollektorfläche für die ebenfalls untersuchte Kombianlage mit Vakuumröhren wird so dimensioniert, dass der solare Deckungsanteil demjenigen der Kombianlage mit Flachkollektoren entspricht. Das Speichervolumen beträgt 300 Liter für SolWW-FK, 350 Liter für SolWW-VRK, 600 Liter für SolHU und 10 m² für SolMX. Der Solarertrag wurde durch Simulation für den Wetterdatensatz Würzburg, für eine südliche Dachausrichtung und einen Anstellwinkel der Kollektoren von 45° ermittelt.

In den Mehrfamilienhäusern beträgt die Aperturfläche für SolWW 73,8 m² (FK und VRK) und für

SolHU 120 m² Flachkollektoren (FK). Die Kollektorfläche der Kombianlage mit Vakuumröhren wird so dimensioniert, dass der solare Deckungsanteil demjenigen der Kombianlage mit Flachkollektoren entspricht. Es wird mit konstanten spezifischen Solarerträgen gerechnet: 300 kWh/(m²a) für SolWW-FK, 375 kWh/(m²a) für SolWW-VRK, 240 kWh/(m²a) für SolHU-FK und 300 kWh/(m²a) für SolHU-VRK.

Biomasse

Biomasse wird in den Einfamilienhäusern als Pellets oder Scheitholz verfeuert, in den Mehrfamilienhäusern als Hackschnitzel. Für die Einfamilienhäuser wird auch die Variante Pellet+Solar HU berechnet, für die Mehrfamilienhäuser Hackgut+Solar HU. Der Kesselnutzungsgrad beträgt jeweils 75%.

Wärmepumpen

Wärmepumpen kommen als Luft/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpe (LW-WP und SW-WP) zum Einsatz. Die Jahresarbeitszahlen werden im Altbau mit 2,6 (LW-WP) bzw. 3,3 (SW-WP) und im Neubau mit 3,0 (LW-WP) bzw. 3,7 (SW-WP) angesetzt [MAP, 2009].

Abbildung 3|34 zeigt die betrachteten Anlagenvarianten und den jeweiligen solaren Deckungsanteil f_{sol}. Der solare Deckungsanteil ist für Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung definiert als der auf den Trinkwasser-Wärmebedarf bezogene Solarertrag, für Kombianlagen als der auf den Gesamtwärmebedarf bezogene Solarertrag.

3 | Abbildung 34 | Anlagenvarianten und solare Deckungsanteile zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit

Wärmeerzeuger	Solaranlage	Einfamilienhaus		Mehrfamilienhaus	
		Typ E (Altbau)	Typ J (Neubau)	Typ E (Altbau)	Typ J (Neubau)
	-				
Gas-Brennwertkessel	-	x	x	x	x
	SolWW-FK	x (46%)	x (64%)	x (35%)	x (47%)
	SolWW-VRK	x (54%)	x (73%)	x (44%)	x (58%)
	SolHU-FK	x (8%)	x (24%)	x (5,5%)	x (21%)
	SolHU-VRK	x (8%)	x (24%)	x (5,5%)	x (21%)
	SolMX-FK	o	x (58%)	o	o
Pellets	-	x	x	o	o
	SolHU-FK	x (8%)	x (24%)	o	o
Scheitholz	-	x	x	o	o
Hackgut	-	o	o	x	x
	SolHU-FK	o	o	x (5,5%)	x (21%)
WP Luft/Wasser	-	x	x	x	x
WP Sole/Wasser	-	x	x	x	x

Verwendete Anlagenvarianten (x), nicht untersuchte Anlagenvarianten (o), in Klammern: solarer Deckungsanteil_{sol}

3.3.3 Methoden der Wärmekostenermittlung

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen werden folgende Ansätze ausgewählt:

Die **spezifischen Wärmegestehungskosten** geben die Kosten für die Bereitstellung einer Kilowattstunde Wärme an. Hierfür werden die annuisierten Kosten (Investitionskosten, verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten) der Wärmeerzeugung auf den jährlichen Wärmebedarf bezogen. Mit dieser Größe können verschiedene Heizsysteme miteinander verglichen werden.

Die **solaren Wärmekosten** geben die Kosten für eine von der Solaranlage eingesparte Kilowattstunde Endenergie an. Sie werden aus dem Verhältnis

der annuisierten Kosten (bestehend aus Investitionskosten, verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten) für die Solaranlage zu der jährlich eingesparten Endenergie berechnet. Die Wirtschaftlichkeit ist erreicht, wenn die solaren Wärmekosten je kWh gleich dem Gaspreis (je kWh) sind.

Als weiterer Indikator für die Wirtschaftlichkeit einer Solaranlage wird die **finanzielle Amortisationszeit** verwendet. Dies ist der Zeitraum, in dem sich die Investitionskosten der Solaranlage durch die eingesparten Brennstoffkosten amortisieren. Die Berechnung der Amortisationszeit wurde mit dem BSW-Solar-Renditerechner durchgeführt [BSW-Solar-Renditerechner].

3.3.4 Randbedingungen

Es wird gerechnet mit einem Zinssatz von 3% und den aktuellen Fördersätzen des BAFA. Die rechnerische Nutzungsdauer⁴ wird für Wärmeerzeuger und Peripherie mit 20 Jahren und für bauliche Einrichtungen mit 50 Jahren angesetzt. Die Nutzungsdauer der Fenster beträgt laut [BBR] 30 Jahre für die Verglasung und 40 Jahre für den Rahmen. Hier wird eine mittlere Nutzungsdauer von 35 Jahren angesetzt.

Die jährliche Energie-Preissteigerungsrate wird bis zum Jahr 2031 mit 5% angesetzt. Danach wird ein gleich bleibendes Niveau angenommen [BBR].

Eine Ausnahme bildet der Strompreis, dessen Anstieg laut verschiedenen Studien wegen dem zunehmenden Anteil erneuerbare Energien an der Stromerzeugung deutlich geringer ausfallen soll [EWI], [IER]. Für diesen wird hier eine Steigerung von 1% p.a. bis zum Jahr 2030 angesetzt.

Abbildung 3|35 zeigt die für die Berechnungen angenommenen, aktuellen Energiepreise und den Mittelwert der Energiepreise über den Zeitraum von 20 Jahren bei der angenommenen Energie-Preissteigerungsrate.

3 | Abbildung 35 | Annahme zur Energiepreissteigerung

Basisjahr 2011	Strom (€/kWh)	Strom Tarif Wärmepumpe (€/kWh)	Erdgas „H“ (€/kWh)	Holzpellets (€/kWh)	Scheitholz (€/kWh)	Hackgut (€/kWh)
aktueller Energiepreis	0,2450	0,1668	0,0620	0,0484	0,0521	0,0262
Mittelwert (ü. 20 Jahre)	0,3346	0,2287	0,1055	0,0823	0,0886	0,0446

Angenommene aktuelle Energiepreise (inkl. MwSt.) und Mittelwert über 20 Jahre bei einer jährlichen Energiepreissteigerungsrate von 5% (Strompreissteigerungsrate: 1%).

Die Investitionskosten für die Wärmeerzeuger, die Peripherie, den Heizraum und die Montagekosten werden aus [MAP 2009] übernommen.

Die Kosten der Solaranlagen [MAP 2009, Seite 62] betragen ohne MwSt: Sol WW 859 €/m² und Sol HU 694 €/m² für die Anlagen mit Flachkollektoren; Sol WW 1156 €/m² und Sol HU 1107 €/m² für die Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren. Die Angaben sind Nettopreise, d.h. ohne MwSt. und beinhalten die Kosten der Anlage, der Anlagenperipherie und der Montage. Da bei der Installation einer Solaranlage der zu einer konventionellen Gasbrenn-

wertanlage gehörende Trinkwasserspeicher durch den Solarspeicher ersetzt wird, werden die Kosten des „konventionellen“ Trinkwasserspeichers von den Kosten der Solaranlage abgezogen. Diese so genannte „Speichergutschrift“ wird zu 800 € für das EFH und 2000 € für das MFH angenommen.

Für die großen Solaranlagen in den MFHs wird eine Kostendegression von 30% gegenüber den Kleinanlagen angenommen [BINE].

Folgende Primärenergiefaktoren werden angenommen: 2,6 für Strom, 1,1 für Erdgas, 0,2 für Holz.

⁴Nach VDI 2067-1 beschreibt die Nutzungsdauer den Zeitraum der Nutzung einer Komponente. Sie ist beendet, wenn Reparatur und Instandsetzung sowie die Kosten für die Erneuerung einzelner Anlagenteile einen so hohen Aufwand erfordern, dass diese in keinem vertretbaren Verhältnis mehr zu einer Neuanschaffung stehen.

3.3.5 Spezifische Wärmegestehungskosten

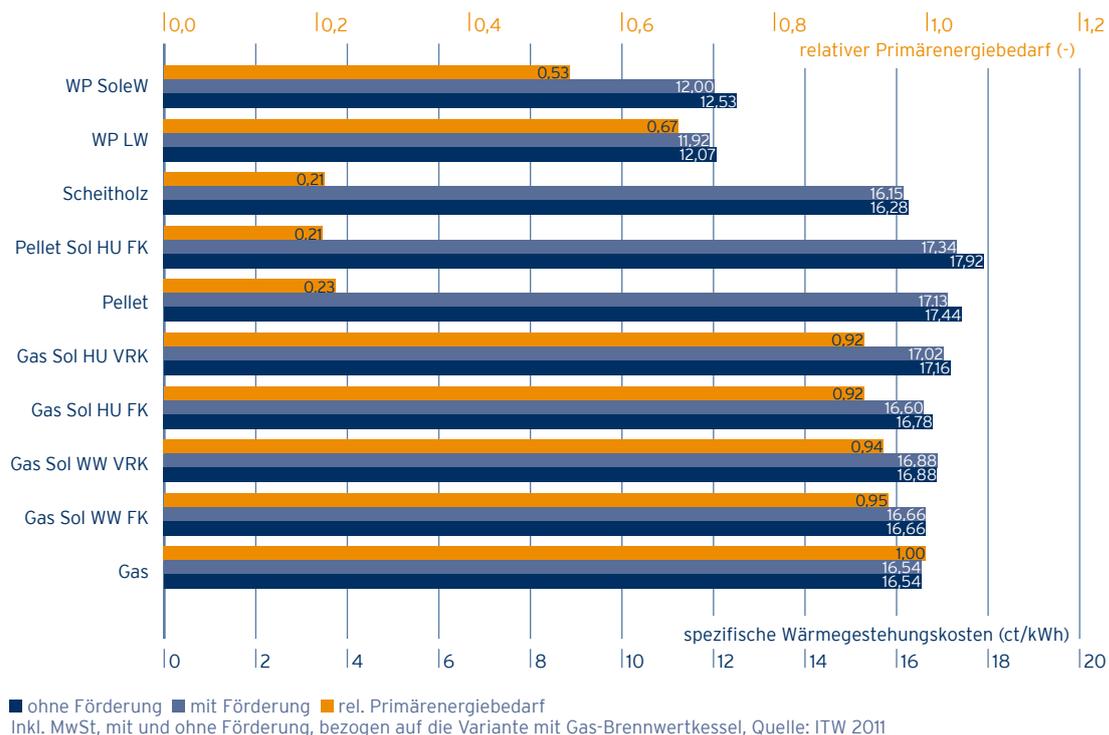
Einfamilienhaus Typ E

Dieses Gebäude hat bei einer beheizten Wohnfläche von 242 m² einen Heizwärmebedarf von 162 kWh/(m²a)

Abbildung 3|36 zeigt die spezifischen Wärmegestehungskosten bei einer jährlichen Preissteigerungsrate von 5% und den relativen Primärenergiebedarf bezogen auf die Variante mit

Gas-Brennwertkessel. Die Wärmepumpen sind hier die kostengünstigsten Varianten. Die Differenzen zwischen Gas-Brennwertkessel und den Solaranlagen sind minimal. Teuerste Anlagenvariante ist die solare Kombianlage mit Pellets-Nachheizung; diese erreicht allerdings auch die höchste Primärenergieeinsparung (zusammen mit dem Scheitholz, der einen geringeren Hilfsstrombedarf als die Pelletsfeuerung aufweist).

3 | Abbildung 36 | Spezifische Wärmegestehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Einfamilienhaus Typ E (Altbau)



Wegen des hohen Brennstoffbedarfs im Altbau haben die Brennstoffkosten einen hohen Anteil an den jährlichen Gesamtkosten. Bei den angenommenen Preissteigerungsrate von 1% p.a. für Strom hat die Sole/Wasser-Wärmepumpe mit ca. 3000 €/a die niedrigsten „Brennstoffkosten“.

Aus diesem Grund sind die Technologien mit relativ niedrigen Brennstoffpreisen wie Biomasse

oder mit geringerem Energiebedarf wie die Wärmepumpen kostengünstiger als der Gas-Brennwertkessel. Eine Ausnahme stellt die Pelletsfeuerung dar, die außer relativ hohen Investitionskosten auch hohe Wartungskosten aufweist.

Die Kombianlage mit Flachkollektoren unterschreitet mit einer Förderung von 120 Euro pro m² Kollektorfläche leicht die Kosten der Solaranlage

zur Trinkwassererwärmung mit Flachkollektoren. Die Wärmegestehungskosten der Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren sind bei den angenommenen Preisen und spezifischen Solarerträgen etwas höher als die Anlagen mit Flachkollektoren.

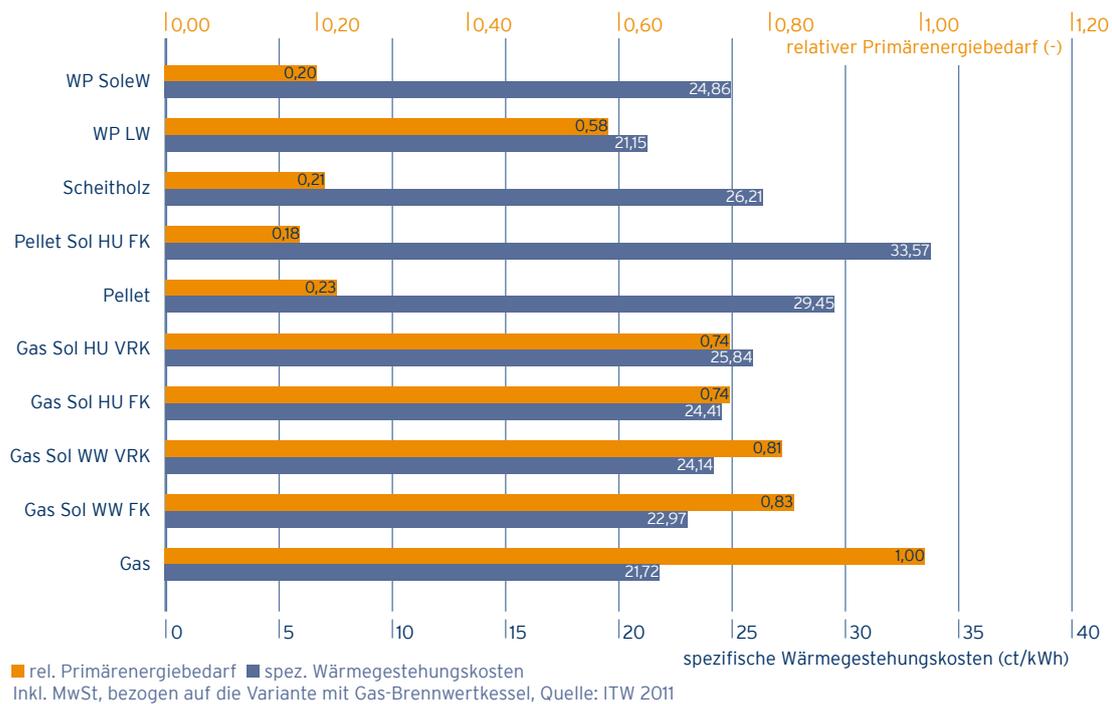
In Abbildung 3|36 ist auch der relative Primärenergiebedarf der jeweiligen Variante dargestellt. Dieser wurde als der Primärenergiebedarf der jeweiligen Variante bezogen auf den Primärenergiebedarf des Gas-Brennwertkessels berechnet. Die Solaranlage zur Trinkwassererwärmung mit Flachkollektoren erreicht 5% relative Primärener-

gieeinsparung, die mit Vakuumröhrenkollektoren 6%. Die Kombianlagen erreichen eine relative Primärenergieeinsparung von 8%.

Einfamilienhaus Typ J

Für dieses Gebäude sind die Ergebnisse der Wärmekostenrechnung in Abbildung 3|37 dargestellt. Wegen des um zwei Drittel niedrigeren Heizwärmebedarfs sind die spezifischen, d.h. auf den Gesamtwärmebedarf bezogenen Wärmegestehungskosten des Neubaus Typ J deutlich höher als beim Altbau Typ E.

3 | Abbildung 37 | Spezifische Wärmegestehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Einfamilienhaus Typ J (Neubau)



Nach den dargestellten Varianten ist für den Neubau die Luft/Wasser-Wärmepumpe die wirtschaftlichste Technologie, dicht gefolgt von dem Gasbrennwertkessel und der Solaranlage zur Trinkwassererwärmung. Wegen des geringeren Brennstoffbedarfs im Neubau haben die Anlagen-Investitionskosten einen höheren Einfluss auf die Wärmegestehungskosten als im Altbau. Dies macht sich deutlich bemerkbar bei den relativ teuren Biomasseanlagen und der Sole/Wasser-Wärmepumpe.

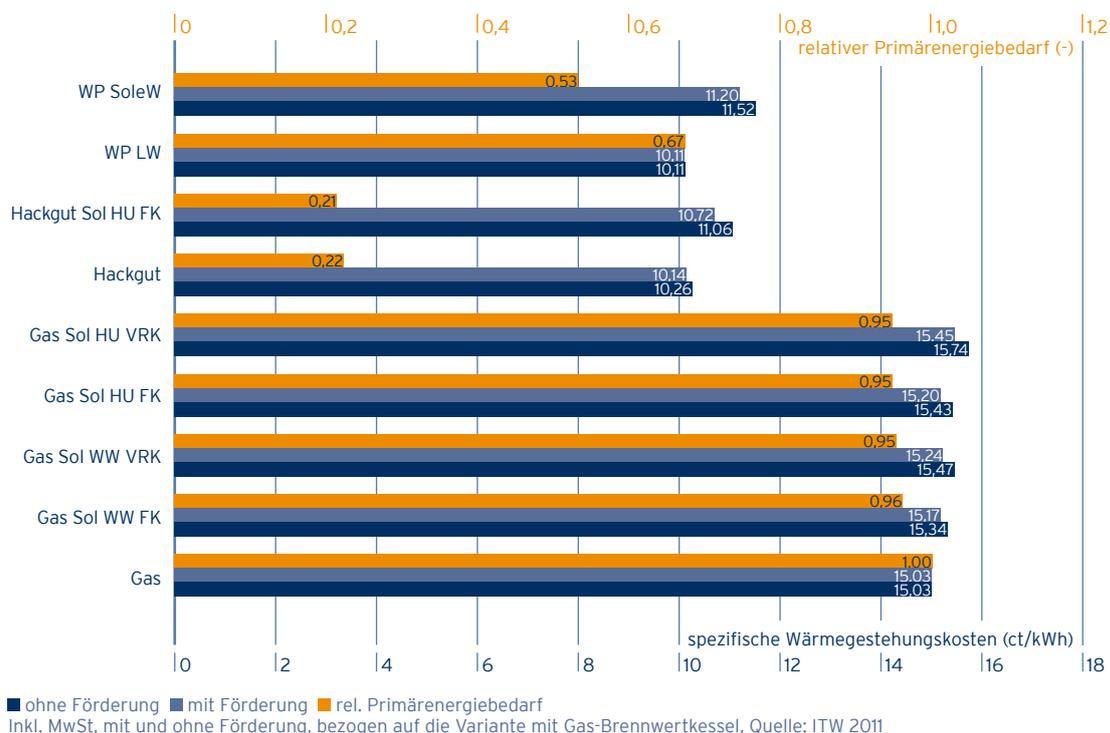
In Abbildung 3|37 ist außerdem der Primärenergiebedarf der jeweiligen Variante bezogen auf den Primärenergiebedarf des Gebäudes mit Gas-Brennwertkessel aufgetragen. Der Einsatz einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung mit Flach- bzw. Vakuumröhrenkollektoren senkt den relativen Primärenergiebedarf um 17% bzw. 19%. Die Kombianlagen erreichen eine Reduktion von ca. 26%.

Mehrfamilienhaus Typ E

Dieses Gebäude hat bei einer beheizten Wohnfläche von 2.845 m² einen Heizwärmebedarf von 139

kWh/(m²a). Abbildung 3|38 zeigt die ermittelten spezifischen Wärmegestehungskosten sowie den relativen Primärenergiebedarf der untersuchten Technologien.

3 | Abbildung 38 | Spezifische Wärmegestehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Mehrfamilienhaus Typ E (Altbau)



Im MFH Typ E sind der Hackgutkessel (ohne und mit Solar) zusammen mit den Wärmepumpen die kostengünstigsten Varianten. Die Hackgutfeuerung hat die niedrigsten Brennstoffkosten (ca. 35.000 €/a) und der Gas-Brennwertkessel die höchsten mit ca. 74.000 €/a. Dadurch werden die höheren annuisierten Investitionskosten (Annuität für den Hackgutkessel: ca. 11.000 €/a; für den Gas-Brennwertkessel: 2400 €/a) mehr als ausgeglichen. Ähnliches gilt für die Wärmepumpen.

Die Wärmegestehungskosten der Solaranlagen liegen leicht über den Wärmegestehungskosten des Gas-Brennwertkessels. Die relative Primärenergieeinsparung beträgt bei den Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung 4% für Flachkollektoren bzw. 5% für Vakuumröhrenkollektoren und bei den Kombianlagen 5%.

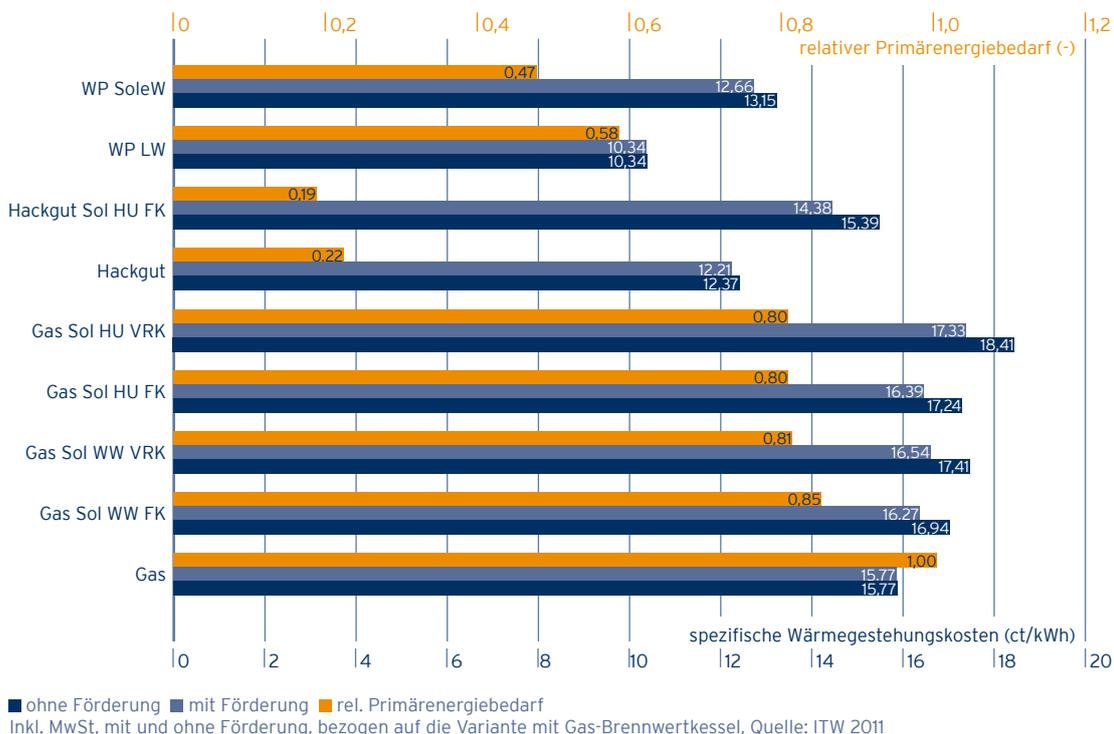
Die geringe Differenz im relativen Primärenergiebedarf zwischen dem Gebäude mit SolWW und dem Gebäude mit SolHU liegt in der Annahme bzgl. der spezifischen Solarerträge von 300 kWh/(m²a) für die WW-Solaranlage und 240 kWh/(m²a) für die Kombianlage begründet, so dass die zusätzlichen 46 m² Kollektorfläche einen zusätzlichen Solarertrag von nur ca. 6.660 kWh/a bedeuten. Dies entspricht ca. 1% des Gesamtwärmebedarfs. Ebenso ergibt sich aus den Annahmen zu den spezifischen Solarerträgen für die Solaranlagen mit Vakuumröhrenkollektoren die gleiche relative Primärenergieeinsparung der Solaranlage zur Trinkwassererwärmung mit 74 m² und der Kombianlage mit 96 m² Aperturfläche.

Mehrfamilienhaus Typ J

Die Ergebnisse der Berechnungen für dieses Gebäude sind in der Abbildung 3|39 dargestellt.

Im Neubau-MFH sind wie im Altbau die Hackgutfeuerung und die Wärmepumpen kostengünstiger als der Gas-Brennwertkessel.

3 | Abbildung 39 | Spezifische Wärmegehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)



Die Kosten der Solaranlagen liegen teilweise deutlich über denen des Gas-Brennwertkessels. Die erreichte relative Primärenergieeinsparung ist größer als im Altbau: 15% für die FK-Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und 20% für die Kombianlagen. Für die Solaranlagen mit Vakuumröhrenkollektoren ist analog zum Altbau MFH Typ E

zu beobachten, dass wegen der getroffenen Annahmen für die spezifischen Solarerträge in etwa die gleiche relative Primärenergieeinsparung für die Solaranlage zur Trinkwassererwärmung mit 74 m² und die Kombianlage mit 96 m² Aperturfläche erreicht wird.

3.3.6 Wirtschaftlichkeit von verbesserter Wärmedämmung

Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen dem Einsatz einer Solaranlage und zusätzlicher Wärmedämmung werden die Kosten zum Erreichen desselben Primärenergiebedarfs ermittelt. Die Dämmstärke wird dabei so gewählt, dass der Primärenergiebedarf des besser gedämmten Gebäudes (genannt „Dämmung 1“ bzw. „Dämmung 2“, den Primärenergiebedarf des Gebäudes mit Solaranlage (SolWW bzw. SolHU) erreicht.

Der Vergleich erfolgt auf Basis der Kosten für eine eingesparte Kilowattstunde Primärenergie. Dies entspricht für die Solaranlagen den solaren Wärmekosten. Es werden zwei Bauweisen untersucht: Zum einen eine mehrschalige Bauweise mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS), zum anderen eine einschalige Bauweise mit dämmstoffgefüllten Lochziegeln (monolithische Bauweise).

Neben den reinen Materialkosten fallen für größere Dämmstärken höhere Montage- und Peripheriekosten an. Dies sind z.B. längere Sockelschienen und Dachüberstände sowie breitere Fensterbänke. Da keine Daten für die Mehrkosten eines Neubaus mit den ermittelten zusätzlichen Dämmstärken vorlagen, wurden hier die Kosten für die Wärmedämmung nach folgendem Ansatz bestimmt:

Die **energiebedingten Mehrkosten** sind in [IWU Dämm] definiert als die in Folge „zusätzlicher energiesparender Maßnahmen im Zuge einer ohnehin erforderlichen Instandhaltung bzw. Moder-

nisierung entstehenden Kosten“. Gerüstkosten beispielsweise fallen demnach nicht unter die energiebedingten Mehrkosten. Für eine zusätzliche Wärmedämmung der Außenwand oder des Dachs werden nach dieser Methode Kosten, die durch die höhere Wandstärke entstehen (z.B. längere Sockelschienen und Dachüberstände oder Aufdoppelung der Sparren) den energiebedingten Mehrkosten zugerechnet. Im Neubau liegen die Kosten für die notwendigen größeren Dimensionierungen unter den energiebedingten Mehrkosten, da diese für nachträgliche Arbeiten im Altbau gelten. Aus diesem Grund werden parallel zu den energiebedingten Mehrkosten die **reinen Materialkosten** des Dämmstoffs aus [BBR] (EPS und Mineralfaser inkl. Verbrauchsmaterial wie Dübel etc.) hinzugezogen. Diese liegen wegen der Vernachlässigung der höheren Montage- und Peripheriekosten unter den „realen“ Kosten. Für die im Folgenden durchgeführte Berechnung wurde daher zu den reinen Dämmmaterialkosten ein Drittel der Differenz zwischen energiebedingten Mehrkosten und Materialkosten addiert.

Es wird angenommen, dass die Fenster mit einem U-Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ durch Fenster mit einem U-Wert von $0,75 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ersetzt werden.

Dreifach verglaste Fenster haben in letzter Zeit eine deutliche Kostensenkung erfahren. In [StiWa 2007] wurde noch von Mehrkosten von über 250 €/m^2 berichtet, nach Informationen von [Ochs] können aktuell Mehrkosten von ca. 70 €/m^2 angesetzt werden.

3 | Abbildung 40 | Annahme für verwendete Dämmstoffe und Bauteilkosten zum Wirtschaftlichkeitsvergleich

Bauweise		Mehrschalig (WDVS)	Einschalig
Dach			
Material	-	Mineralwolle	Mineralwolle
Wärmeleitfähigkeit	W/(mK)	0,04	0,04
Kosten			
Materialkosten	€/m ² /cm	1,4	1,4
Energiebed. MK	€/m ² /cm	2,6	2,6
angesetzte Kosten	€/m ² /cm	1,8	1,8
Quellen		(BBR), (IWU Dämm)	(BBR), (IWU Dämm)
Außenwand			
Material	-	EPS	gefüllte Lochziegel
Wärmeleitfähigkeit	W/(mK)	0,04	0,07
Kosten			
Materialkosten	€/m ² /cm	0,63	2,58
Energiebed. MK	€/m ² /cm	4,10	4,10
angesetzte Kosten	€/m ² /cm	1,79	3,34
Quellen		(BBR), (IWU Dämm)	(Schlagmann), (Bellenberg)
Kellerdecke			
Material	-	EPS	EPS
Wärmeleitfähigkeit	W/(mK)	0,04	0,04
Kosten			
Materialkosten	€/m ² /cm	1,69	1,69
Energiebed. MK	€/m ² /cm	7,40	7,40
angesetzte Kosten	€/m ² /cm	3,59	3,59
Quellen		(BBR), (IWU Dämm)	(BBR), (IWU Dämm)
Fenster			
U-Wert	W/(m ² K)	0,75	0,75
Mehrkosten	€/m ²	74	74
Quelle		(Ochs)	(Ochs)

Quelle: ITW 2011

Weiter wurde bei der Berechnung berücksichtigt, dass durch den Flächenverbrauch der zusätzlichen Außenwanddämmung ein Wertverlust entsteht. Da im Allgemeinen das „Baufenster“ eingehalten werden muss, entspricht der Wertverlust dem Verlust von Wohnflächen mit Preisen zwischen 500 und 3.000 €/m². Durch Einbau einer Solaranlage entsteht ein Verlust von im Vergleich zur Wohnfläche minderwertiger Kellerfläche sowie von Dachfläche, die einer Nutzung durch PV

nicht zur Verfügung steht. Dieser Flächenverlust wird hier nicht berücksichtigt.

Der Wertverlust, der aus dem Wohnflächenverlust aufgrund einer höheren Außenwandstärke resultiert, wurde für einen Wohnflächenpreis von 1.500 €/m² berechnet. Die aus diesen Annahmen resultierenden Ergebnisse für das Einfamilienhaus sind in Abbildung 3|41 dargestellt.

3 | Abbildung 41 | Kostenvergleich Dämmung/Solarwärme beim Einfamilienhaus Typ J (Neubau)

EFH Typ J		Sol WW	Dämmung 1	Dämmung 1	Sol HU	Dämmung 2	Dämmung 2
			WDVS	einschalig		WDVS	einschalig
spez. Heizwärmebedarf	kWh/m ² /a	59,4	45,6	45,6	59,4	38,9	38,9
rel. Primärenergiebedarf	-	0,83	0,83	0,83	0,74	0,74	0,74
eingesparte Primärenergie	kWh/a	3.147	3.147	3.147	4.704	4.704	4.704
Dämmmaßnahmen							
Dach	cm	-	3	3	-	7	7
Außenwand	cm	-	2,5	5	-	7	14
Kellerdecke	cm	-	3	3	-	7	7
U-Wert Fenster	-	1,3	0,75	0,75	1,3	0,75	0,75
Wohnflächenverlust	m ²	-	0,9	1,8	-	2,5	4,9
Dämmkosten							
Dach	€	-	461	461	-	1.009	1.009
Außenwand	€	-	855	2.952	-	2.823	8.265
Kellerdecke	€	-	859	859	-	1.988	1.988
Fenster	€	-	2.094	2.094	-	2.094	2.094
Summe Dämmkosten	€	-	4.269	6.366	-	7.914	13.356
Wertverlust Wohnfläche	€	-	1.336	2.665	-	3.723	7.387
Jährliche Kosten nur Solar bzw. nur Dämmung	€/a	475	234	367	782	468	822
Kosten der eingesparten kWh Primärenergie	€/kWh	0,15	0,08	0,12	0,17	0,10	0,17

Dämmmaßnahmen und Dämmkosten zum Erreichen des gleichen Primärenergiebedarfs wie ein Gebäude mit einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung bzw. einer solaren Kombianlage und Kosten der eingesparten kWh Primärenergie für das EFH Typ J, Quelle: ITW 2011

Aus Abbildung 3|41 kann entnommen werden, dass im Fall des EFH Typ J die Solaranlage zur Trinkwassererwärmung ca. doppelt so hohe Kosten aufweist wie WDVS-Dämmung und ca. 25% teurer als die Dämmung in einschaliger Bauweise

ist. Die solare Kombianlage weist die gleichen Kosten auf wie Dämmung in einschaliger Bauweise. Analog wurden die Kosten für das Mehrfamilienhaus Typ J ermittelt.

⁵ Bezogen auf das Referenzgebäude mit U-Werten nach EnEV 2009 und Gas-Brennwertkessel

3 | Abbildung 42 | Kostenvergleich Dämmung/Solarwärme beim Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)

MFH Typ J		Sol WW	Dämmung 1 WDVS	Dämmung 1 einschalig	Sol HU	Dämmung 2 WDVS	Dämmung 2 einschalig
spez. Heizwärmebedarf	kWh/(m ² a)	37	28,5	28,5	37	25,5	25,5
rel. Primärenergiebedarf	-	0,85	0,85	0,85	0,80	0,80	0,80
eingesparte Primärenergie	kWh/a	31.190	31.190	31.190	40.321	40.321	40.321
Dämmmaßnahmen							
Dach	cm	-	3	3	-	7	7
Außenwand	cm	-	3	3	-	6	6
Kellerdecke	cm	-	4	4	-	7	7
U-Wert Fenster	-	1,3	0,75	0,75	1,3	0,75	0,75
Wohnflächenverlust	m ²	-	3,0	3,0	-	6,0	6,0
Dämmkosten							
Dach	€	-	3.113	3.113	-	6.812	6.812
Außenwand	€	-	8.779	31.543	-	19.945	63.087
Kellerdecke	€	-	8.820	8.820	-	15.447	15.447
Fenster	€	-	23.214	23.214	-	23.214	23.214
Summe Dämmkosten	€	-	43.925	66.689	-	65.417	108.559
Wertverlust Wohnfläche	€	-	4.477	4.477	-	8.942	8.942
Jährliche Kosten nur Solar bzw. nur Dämmung	€/a	4.323	2.059	2.944	5.572	3.068	4.745
Kosten der eingesparten kWh Primärenergie	€/kWh	0,14	0,07	0,09	0,14	0,08	0,12

Dämmmaßnahmen und Dämmkosten zum Erreichen des gleichen Primärenergiebedarfs wie ein Gebäude mit einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung bzw. einer solaren Kombianlage und Kosten der eingesparten kWh Primärenergie für das MFH Typ J, Quelle: ITW 2011

Aus Abbildung 3|42 kann entnommen werden, dass im Fall des MFH Typ J die Solaranlage zur Trinkwassererwärmung ca. doppelt so hohe Kosten aufweist wie WDVS-Dämmung und ca. 50% teurer als die Dämmung in einschaliger Bauweise ist. Die solare Kombianlage ist um ca. 80% teurer als die WDVS-Dämmung und ca. 20% teurer als die Dämmung in einschaliger Bauweise.

In Abbildung 3|43 sind die Kosten der eingesparten kWh Primärenergie für das MFH Typ J und das MFH Typ J in Abhängigkeit vom spezifischen Wohnflächenpreis berechnet.

3 | Abbildung 43 | Kosten der eingesparten kWh Primärenergie für verschiedene Wohnflächenpreise beim Ein- und Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)

Kosten der eingesparten kWh Primärenergie					
Wohnflächenpreis		€/m ²	500	1.500	2.500
Einfamilienhaus					
SolWW		€/kWh	0,15	0,15	0,15
Dämmung 1	WDVS	€/kWh	0,06	0,08	0,09
Dämmung 1	einschalig	€/kWh	0,09	0,12	0,14
SolHU		€/kWh	0,17	0,17	0,17
Dämmung 2	WDVS	€/kWh	0,08	0,10	0,12
Dämmung 2	einschalig	€/kWh	0,13	0,17	0,22
Mehrfamilienhaus					
SolWW		€/kWh	0,13	0,13	0,13
Dämmung 1	WDVS	€/kWh	0,06	0,07	0,07
Dämmung 1	einschalig	€/kWh	0,09	0,11	0,11
SolHU		€/kWh	0,14	0,14	0,14
Dämmung 2	WDVS	€/kWh	0,07	0,08	0,08
Dämmung 2	einschalig	€/kWh	0,11	0,13	0,14

Quelle: ITW 2011

Abbildung 3|43 zeigt, dass bei höheren Wohnflächenpreisen die Dämmung der einschaligen Bauweise im EFH in etwa die gleichen Kosten pro eingesparter kWh Primärenergie aufweist wie die Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und um 25% höhere Kosten als die solare Kombianlage. Wegen des geringeren Wohnflächenverlusts hat die Variation des Wohnflächenpreises kaum

Einfluss auf die Dämmkosten der mehrschaligen Bauweise.

Im MFH gilt Ähnliches: Der Einfluss des Wohnflächenpreises auf die Dämmkosten ist für die mehrschalige Bauweise gering. In der einschaligen Bauweise liegen Solaranlage und Dämmkosten bei mittleren und hohen Wohnflächenpreisen gleichauf.

3.3.7 Variation der Investitionskosten und der Energiepreissteigerungsrate

Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und solare Kombianlagen in EFH und MFH

MAP-Auswertung 2009 [MAP 2009] erreicht ist. Es wird jeweils die „Speichergutschrift“ von 800 € bzw. 2.000 € für EFH bzw. MFH abgezogen.

Im Folgenden werden die solaren Wärmekosten und die finanzielle Amortisationszeit für zwei verschiedene Randbedingungen bzgl. der Investitionskosten ermittelt. Zum einen werden die aktuellen Solar-Investitionskosten angesetzt und zum anderen wird angenommen, dass im Jahr 2030 eine Reduzierung der Solar-Investitionskosten um 43% bezogen auf das Preisniveau der

Die Berechnungen werden jeweils für 3 Gaspreissteigerungsrate durchgeführt (5%, 8% und 11% p.a.). Nach 2030 wird davon ausgegangen, dass der Gaspreis auf dem Niveau bleibt, das mit der jeweiligen Preissteigerungsrate im Jahr 2030 erreicht wurde. Für die Preissteigerungsrate von 5% p. a. sind dies 15,67 ct/kWh, für 8% p.

a.: 26,76 ct/kWh und für 11% p.a.: 45,03 ct/kWh. Die Amortisationszeit für die Senkung der Investitionskosten im Jahr 2030 wird mit dem ab dem Jahr 2030 gültigen Gaspreis berechnet.

Die Abbildung 3|44 zeigt die Ergebnisse für die vier Gebäudetypen. Wegen der Annahme gleicher spezifischer Solarerträge in Alt- und Neubau ergeben sich für das MFH Typ E und Typ J dieselben Werte.

3 | Abbildung 44 | Solare Wärmekosten und finanzielle Amortisationszeit für eine Senkung der Investitionskosten um 43% bis 2030 (bezogen auf Preis-Niveau MAP 2009) und bei 3 verschiedenen Gaspreis-Steigerungsraten für 4 Gebäudetypen

Einfamilienhaus Typ E (Altbau)			Senkung der Invest-Kosten	Sol TW	Sol HU
Nutzfläche	m ²			299	
Wärmebedarf WW (inkl. Speicherverluste)	kWh/a			4.770	
Wärmebedarf Raumheizung	kWh/a			48.368	
Aperturfläche	m ²			6,1	12,3
Solarertrag	kWh/a			2.176	4.081
solarer Deckungsanteil	%			46	8
Endenergieeinsparung	kWh/a			3.760	6.300
solare Wärmekosten (ohne Förderung)	€/kWh	0%		0,1227	0,1241
solare Wärmekosten (mit Förderung)	€/kWh	0%		0,1227	0,1087
solare Wärmekosten (ohne Förderung)	€/kWh	43%		0,0638	0,0671
Amortisationszeit heutige Anlagen- und Energiepreise					
Bruttoinvestitionssumme Solaranlage	€			5.466	9.358
AZ (Gaspreissteigerung 5% p.a.)	a	0%		>20	>20
AZ (Gaspreissteigerung 8% p.a.)	a	0%		>20	>20
AZ (Gaspreissteigerung 11% p.a.)	a	0%		18,5	18,5
Amortisationszeit Anlagen- und Energiepreise 2030					
Bruttoinvestitionssumme Solaranlage	€			2.772	4.990
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 15,67 ct/kWh)	a	43%		8,0	9,0
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 26,76 ct/kWh)	a	43%		3,5	4,0
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 45,03 ct/kWh)	a	43%		2,0	2,5

Einfamilienhaus Typ J (Neubau)			Senkung der Invest-Kosten	Sol TW	Sol HU
Nutzfläche	m ²			153	
Wärmebedarf WW (inkl. Speicherverluste)	kWh/a			3.145	
Wärmebedarf Raumheizung	kWh/a			9.103	
Aperturfläche	m ²			6,1	12,3
Solarertrag	kWh/a			1.600	2.759
solarer Deckungsanteil	%			64	24
Endenergieeinsparung	kWh/a			2.992	4.537
solare Wärmekosten (ohne Förderung)	€/kWh	0%		0,1542	0,1723
solare Wärmekosten (ohne Förderung)	€/kWh	43%		0,0802	0,0931
Amortisationszeit heutige Anlagen- und Energiepreise					
Bruttoinvestitionssumme Solaranlage	€			5.466	9.358
AZ (Gaspreissteigerung 5% p.a.)	a	0%		>20	>20

AZ (Gaspreissteigerung 8% p.a.)	a	0%	>20	>20
AZ (Gaspreissteigerung 11% p.a.)	a	0%	20,0	>20
Amortisationszeit Anlagen- und Energiepreise 2030				
Bruttoinvestitionssumme Solaranlage	€		2.772	4.990
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 15,67 ct/kWh)	a	43%	11,5	16,0
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 26,76 ct/kWh)	a	43%	5,0	6,5
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 45,03 ct/kWh)	a	43%	2,5	3,0

Mehrfamilienhaus Typ E (Altbau) und Typ J (Neubau)		Senkung der Invest-Kosten	Sol TW	Sol HU
Nutzfläche	m ²		3.327	
Wohneinheiten	m ²		8	
Wärmebedarf WW (inkl. Speicherverluste)	kWh/a		63.646	
Wärmebedarf Raumheizung	kWh/a		463.451	
Aperturfläche	m ²		73,8	120
Solarertrag	kWh/a		22.138	28.800
solarer Deckungsanteil	%		35	5,5
Endenergieeinsparung	kWh/a		29.517	38.400
solare Wärmekosten (ohne Förderung)	€/kWh	0%	0,1425	0,1451
solare Wärmekosten (mit Förderung)	€/kWh	0%	0,1122	0,1145
solare Wärmekosten (ohne Förderung)	€/kWh	43%	0,0793	0,0812
Amortisationszeit heutige Anlagen- und Energiepreise				
Bruttoinvestitionssumme Solaranlage	€		50.800	67.372
AZ (Gaspreissteigerung 5% p.a.)	a	0%	>20	>20
AZ (Gaspreissteigerung 8% p.a.)	a	0%	>20	>20
AZ (Gaspreissteigerung 11% p.a.)	a	0%	20,0	20,0
Amortisationszeit Anlagen- und Energiepreise 2030				
Bruttoinvestitionssumme Solaranlage	€		28.096	37.542
AZ (Gas-Preis ab 2030 konst. auf 15,67 ct/kWh)	a	43%	12,0	13,0
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 26,76 ct/kWh)	a	43%	5,5	5,5
AZ (Gaspreis ab 2030 konst. auf 45,03 ct/kWh)	a	43%	2,5	2,5

Quelle: ITW 2011

Die Wirtschaftlichkeit einer Solaranlage gegenüber einem Gas-Brennwert-Kessel ist erreicht, wenn die solaren Wärmekosten gleich dem Gaspreis sind. Bei einer Preissteigerungsrate von 5% p.a. beträgt der ab 2011 über 20 Jahre gemittelte Gaspreis 10,55 ct/kWh, bei 8% 14,89 ct/kWh und bei 11% 21,34 ct/kWh. Die Solaranlagen im EFH Typ E (Altbau) liegen bei aktuellen Solaranlagenpreisen und einer Gaspreissteigerungsrate von 5% p. a. an der Schwelle der Wirtschaftlichkeit. Im Neubau EFH (Typ J) ist die Wirtschaftlichkeit der Solaranlage zur Trinkwassererwärmung bei einer Gaspreissteigerungsrate von etwas mehr als 8% erreicht, bei Kombianlagen ist ein Gaspreisanstieg zwischen 8% und 11% notwendig. Bei den MFHs wird die Wirtschaftlichkeit beider Solaran-

lagen bei einer Gaspreissteigerungsrate von 8% erreicht, unter Berücksichtigung der Förderung schon bei einer Verteuerung des Gaspreises von etwas mehr als 5% p.a..

Die finanziellen Amortisationszeiten sind für alle Gebäude- und Anlagentypen bei aktuellen Anlagenpreisen bei über 20 Jahren oder nur wenig unterhalb von 20 Jahren. Wie aus Abbildung 3|44 ersichtlich ist, bewirkt die Senkung der Investitionskosten einen starken Rückgang der Amortisationszeiten. Unter günstigen Annahmen ergeben sich so finanzielle Amortisationszeiten von nur wenigen Jahren. Die solaren Wärmekosten liegen dann deutlich unter dem jeweiligen Gaspreis.

3.3.8 Wirtschaftlichkeit bei Betrachtung des reinen Solarkreises

In den im Allgemeinen für eine Solaranlage angesetzten Investitionskosten sind Komponenten enthalten, die unter Umständen auch von anderen gebäudeenergie-technischen Anlagen genutzt werden können bzw. von diesen benötigt werden. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um die Kosten des Wärmespeichers und der Regelung. Um die Wirtschaftlichkeit solarthermischer Wärme-erzeugung ohne die Kosten dieser Komponenten zu ermitteln, erfolgt im Folgenden eine auf den reinen Solarkreis beschränkte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Die Kosten des reinen Solarkreises werden durch Abzug der Kosten für den Solarspeicher, den Transport und die Einbringung des Speichers sowie für den Anschluss des Solarkreises an den Speichertemperaturfühler (inkl. Speichertemperaturfühler) von den Solaranlagenkosten ermittelt.

Die Kosten des reinen Solarkreises betragen laut [Mayer] 2.740 € netto bei einer solaren Trinkwasseranlage mit 4,5 m² Flachkollektoren und 5.240 € brutto für eine Kombianlage mit 11 m² Flachkollektoren. Bei Umrechnung auf die hier verwendeten Anlagengrößen ergeben sich Bruttopreise für den Solarkreis von 4.442 € für die solare Trinkwasseranlage mit 6,13 m² Flachkollektoren und 6.973 € für die Kombianlage mit 12,3 m² Flachkollektoren.

Folgende Tabelle zeigt die solaren Wärmekosten und finanziellen Amortisationszeiten für die Gebäude EFH Typ E und Typ J bei aktuellem Preisniveau der Solaranlagen und bei einer Senkung der Investitionskosten um 43% im Jahr 2030. Der Gaspreis steigt mit konstanter Rate bis 2030 und ist dann gleichbleibend.

3 | Abbildung 45 | Solare Wärmekosten und finanzielle Amortisationszeit bei Betrachtung des reinen Solarkreises

Preisniveau		aktuell			2030		
Gaspreis- steigerungsrate	%/a	5	8	11	5	8	11
mittlerer Gaspreis (über 20 a)	€/kWh	0,1055	0,1489	0,2134	0,1567	0,2676	0,4503
EFH Typ E							
Sol WW FK							
Kosten Solarkreis	€	4.442	4.442	4.442	2.532	2.532	2.532
solare Wärmekosten	€/kWh	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04
Amortisationszeit	a	> 20	20	17	7	3	2
Sol HU FK							
Kosten Solarkreis	€	6.973	6.973	6.973	3.947	3.947	3.947
solare Wärmekosten	€/kWh	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04
Amortisationszeit	a	> 20	19	16	6	3	2
EFH Typ J							
Sol WW FK							
Kosten Solarkreis	€	4.442	4.442	4.442	2.532	2.532	2.532
solare Wärmekosten	€/kWh	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05
Amortisationszeit	a	> 20	> 20	19	10	5	2
Sol HU FK							
Kosten Solarkreis	€	6.973	6.973	6.973	3.947	3.947	3.947
solare Wärmekosten	€/kWh	0,11	0,11	0,11	0,06	0,06	0,06
Amortisationszeit	a	> 20	> 20	19	10	5	3

Quelle: ITW 2011

Es ist zu sehen, dass die solaren Wärmekosten des reinen Solarkreises für beide Gebäude- und Solaranlagentypen bereits bei einer mäßigen Gaspreissteigerungsrate unter oder gleichauf mit dem über die nächsten 20 Jahre gemittelten Gaspreis liegen. Die Amortisationszeiten sinken erst bei höheren Gaspreissteigerungsraten auf Werte unter 20 Jahre.

Die Senkung der Investitionskosten um 43% bewirkt auch in diesem Fall wieder einen starken Rückgang der solaren Wärmekosten und der finanziellen Amortisationszeiten, die dann teilweise nur noch wenige Jahre betragen.

3.3.9 Solare Kombianlage mit hohem solarem Deckungsanteil

Für ein Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von 128 m², einem Heizwärmebedarf von 4.545 kWh/a (entspricht ca. der Hälfte des Heizwärmebedarfs eines Niedrigenergiehauses) und einer großen Kombianlage (40 m² Flachkollektoren, 10 m³ Wasserspeicher) ergibt sich am Standort Würzburg mittels Simulationsrechnungen mit dem Programm TRNSYS eine jährliche anteilige Energie-

einsparung von 58%. Die Systemkosten betragen ca. 40.000 € inkl. MwSt. und Installation. Die solaren Wärmekosten ergeben sich bei einem Kesselnutzungsgrad von 75% zu 0,57 €/kWh. Bei einer Senkung der Investitionskosten der Solaranlage inkl. Speicher um 43% im Jahr 2030 betragen die solaren Wärmekosten für diese Anlage noch 0,28 €/kWh.

3.3.10 Solar unterstützte Nahwärme ohne Langzeitwärmespeicher

Im Folgenden werden die solaren Wärmekosten für eine Anlage mit 10.000 m² Aperturfläche und einem solarem Deckungsanteil von 18% berechnet. Der spezifische Solarertrag beträgt 450 kWh/(m²a). Unter der Annahme eines Kesselnutzungsgrads der Nachheizung von 75% ergibt sich eine Endenergieeinsparung von 6.000 MWh jährlich. Die spezifischen Investitionskosten der Solaranlage werden in [SDH] mit 200 €/m² angegeben. Dieser Wert ist nach Auffassung der Autoren extrem niedrig, zumal er auch die Kosten für Kollektorfeld, Rohrleitungen, Pumpen, Frostschutzmittel und Wärmeträger (ohne MwSt.) beinhaltet. Planungs-

kosten entstehen in Höhe von 3,5% der Investitionskosten und Betriebskosten in Höhe von 0,5 €/MWh erzeugter Wärme. Der Hilfsstrombedarf für Pumpen etc. beträgt 5 kWhel/MWh erzeugter Wärme. Für den Strompreis werden zwei Tarife angesetzt: Der Standard-Tarif (aktueller Preis: 17,10 ct/kWh) und ein Niedrig-Tarif (aktueller Preis: 10 ct/kWh), da die Betreiber von Nahwärmanlagen zu meist Stadtwerke sind und/oder ihren Strom selbst produzieren (z.B. mit BHKWs). Es wird mit einer jährlichen Preissteigerungsrate von 5% gerechnet. Abbildung 3|46 zeigt die aus diesen Angaben berechneten solaren Wärmekosten.

3 | Abbildung 46 | Solare Wärmekosten (ohne MwSt.) von solarer Nahwärme ohne Wärmespeicherung

Betriebsdaten		
Kollektorfläche	m ²	10.000
Solarertrag	MWh/a	4.500
Eingesparte Endenergie	MWh/a	6.000
Investitionskosten		
Solaranlage (Flachkollektoren)	€	2.000.000
Regelung	€	80.000
Planung	€	72.800
Summe Investitionskosten	€	2.152.800
Annuität Investitionskosten	€/a	144.702
Verbrauchsgebundene Kosten		
Hilfsstrombedarf	kWh/a	22.500
Gemittelte Stromkosten Standard-Tarif	€/a	6.544
Gemittelte Stromkosten Niedrig-Tarif	€/a	3.827
Betriebsgebundene Kosten		
Wartung und Instandhaltung	€/a	2.250
Solare Wärmekosten (Standard-Stromtarif)	ct/kWh	2,56
Solare Wärmekosten (Niedrig-Stromtarif)	ct/kWh	2,51

Quelle: ITW 2011

3.3.11 Solar unterstützte Nahwärme mit Langzeitwärmespeicher

Der Einsatz eines Langzeitwärmespeichers ermöglicht höhere solare Deckungsanteile (laut [ITW] rund 50%). In [Solites] werden die spezifischen Investitionskosten für das Gesamtsystem auf Basis einer Marktrecherche mit 600 bis 650 €/m² (ohne MwSt. und Förderung, inkl. Planung) angegeben. Mit in guten, jedoch nicht sehr guten Anlagen bei durchschnittlichem Klima erzielbaren

Solarerträgen ergeben sich solare Wärmekosten von 17 bis 30 ct/kWh.

Die solaren Wärmekosten von sehr großen solaren Nahwärmanlagen betragen ohne (teil)seasonale Wärmespeicherung ca. 2,5 ct/kWh, mit saisonaler Wärmespeicherung ca. das Fünf- bis Zehnfache (17 bis 30 ct/kWh).

3.3.12 Photovoltaik mit Stromspeicherung

Ein direkter Vergleich zwischen den Kosten einer Kilowattstunde Wärme aus Solarwärme und den Kosten einer Kilowattstunde Strom von einer PV-Anlage kann erfolgen, indem die Netzeinspeisung des überschüssigen Stroms durch einen im Gebäude aufgestellten Energiespeicher ersetzt wird.

Als Vergleichsgröße werden die solaren Nutzwärmekosten (annuisierte Kosten für die Wärmeerzeugung mit Solarwärme bezogen auf den Solarertrag) bzw. die solaren Stromkosten (annuisierte Kosten zur Stromerzeugung mit Photovoltaik bezogen auf den Solarertrag) verwendet. Der Solarertrag entspricht für die Solarwärme-Anlage der dem Trinkwasser bzw. der Heizungsunterstützung zugeführten Wärme. Der Solarertrag der Photovoltaik wird in diesem Fall dem Eigenverbrauch gleichgesetzt, d.h. dem Strom, der entweder durch direkten Verbrauch oder zeitversetzt über Stromspeicherung genutzt wird. Überschüsse durch nicht als Eigenverbrauch verwendbaren PV-Strom werden nicht vergütet.

Diese Vorgehensweise wurde aus zwei Gründen angewandt. Zum einen würde bei einer zeitlich versetzten Bilanzierung des in das Stromnetz eingespeisten und wieder entnommenen Stroms das Stromnetz für den zwischen Einspeisung und Entnahme liegenden Zeitraum die Funktion eines Stromspeichers übernehmen. Zum anderen wären bei einer Berücksichtigung des in das Stromnetz eingespeisten Überschussstroms die ermittelten wirtschaftlichen Kenngrößen sehr stark von der angenommenen Einspeisevergütung abhängig, die jedoch sehr starken Veränderungen unterliegt.

Als Energiespeicher wird ein Lithium-Ionen-Akkumulator eingesetzt. Die Kosten liegen derzeit noch über 1.000 € pro kWh Speicherkapazität. Die Fa. Conergy will z.B. im Jahr 2012 die Kosten von 1.000 € auf 350 € pro kWh Speicherkapazität gesenkt haben [Clean Energy]. Im Folgenden wird mit Speicherkosten von 1.000 €/kWh gerechnet. Erhältlich sind Speicherkapazitäten von 8,1 und 12,2 kWh, die dazu dienen, bei relativ kleinen Anlagen eine möglichst hohe Unabhängigkeit von der Einspeisevergütung herzustellen. Der Spei-

chernutzungsgrad beträgt laut Hersteller 90% [Conergy].

Der von der PV-Anlage erzeugte Strom wird nach einem in DIN EN 15316-4-6 vorgeschlagenen, einfachen Rechenverfahren auf Basis der geplanten bzw. installierten Leistung der PV-Anlage berechnet. Aus der Globalstrahlung wird über Korrekturfaktoren für die Ausrichtung der Anlage und einen Systemleistungsfaktor der Energieertrag ermittelt. Die Einflüsse von Temperatur und Verschattung werden nicht berücksichtigt [IWES]. Die Berechnungen erfolgen mit dem Wetterdatensatz Würzburg für ein nach Süden ausgerichtetes und mit einem Anstellwinkel von 45° geneigtes Dach.

Im Standard-Stromlastprofil für Haushalte „Hodynamisiert“, herausgegeben vom Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), liegt die Stromlast in viertelstündlichen Werten vor. Das Standard-Stromlastprofil berücksichtigt die Abhängigkeit des Stromverbrauchs von Werktag/Samstag/Sonn- oder Feiertag und Jahreszeiten (Sommer, Winter, Übergangszeit) [Lastprofil]. Strom der unmittelbar in Wärme konvertiert wird, so genannter Heizstrom, wird hierbei nicht einbezogen.

Die Bilanzierung zwischen Stromlast und erzeugtem Strom erfolgt auf stündlicher Basis.

Abbildung 3|47 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für fünf Anlagengrößen/Speichergößen-Kombinationen. Der Systemleistungsfaktor wurde zu 0,75 angenommen; dieser Wert gilt für „mäßig belüftete, auf das Dach aufgesetzte Module, deren Abstand von der Dachoberfläche weniger als 0,5 m beträgt [IWES]. Die spezifischen Kosten der PV-Anlage inkl. Montage betragen 2.200 €/kWp [BSW-SOLAR, 4. Quartal 2011]. Die Kosten für Wartung und Instandhaltung werden zu 1,5% der Investitionskosten angenommen. Der Zinssatz beträgt 3%, die Lebensdauer der PV-Anlage 20 Jahre. Der Eigenverbrauchsvergütungssatz (2012) beträgt bis zu bzw. ab einem Anteil von 30% am selbst erzeugten und verbrauchten Strom: 8,05 ct/kWh bzw. 12,43 ct/kWh.

3 | Abbildung 47 | Solare Stromkosten einer Photovoltaik-Anlage ohne und mit Energiespeicherung

Anlagendaten		Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3	Anlage 4	Anlage 5
Peakleistung	kWp	2	2	5	5	5
Systemleistungsfaktor	-	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Speicherkapazität	kWh	0	8,1	0	8,1	12,2
Nutzungsgrad Speicherung	-	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Betriebsdaten						
Stromlast	kWh/a	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Solarertrag	kWh/a	1.844	1.844	4.611	4.611	4.611
zuzukaufender Strombedarf	kWh/a	2.404	1.773	2.025	1.027	944
Überschussstrom	kWh/a	748	46	3.135	2.027	1.934
Eigenverbrauch	kWh/a	1.096	1.727	1.475	2.473	2.556
Anteil Eigenverbrauch am Strombedarf	-	0,31	0,49	0,42	0,71	0,73
Anteil Eigenverbrauch am Solarertrag	-	0,59	0,94	0,32	0,54	0,55
Investitionskosten						
PV-Anlage inkl. Installation	€	4.400	4.400	11.000	11.000	11.000
Stromspeicher	€	0	8.100	0	8.100	12.200
Annuität Investitionskosten	€/a	296	840	739	1.284	1.559
Verbrauchsgebundene Kosten bzw. Einnahmen						
Vergütung Eigenverbrauch	€/a	112	190	123	247	257
Betriebsgebundene Kosten						
Wartung und Instandhaltung	€/a	66	188	165	287	348
solare Stromkosten						
ohne Vergütung	ct/kWh	33,01	59,51	61,31	63,50	74,62
mit Eigenverbrauchsvergütung	ct/kWh	22,79	48,48	52,99	53,52	64,57

Quelle: ITW 2011

Der Anteil des Eigenverbrauchs am Strombedarf ist für die vorliegende Berechnung selbst ohne Stromspeicher (vgl. Anlage 1) mit ca. 30% relativ hoch. In [IÖW] werden Werte um 20% angegeben. Grund hierfür ist zum einen die relativ grobe zeitliche Auflösung (stündlich) der Bilanzierung, die demnach sowohl auftretende Solarstrahlung als auch Stromlast über einen Zeitraum von einer Stunde integriert und dadurch bereits „Speicherungs“-Effekte enthält. Zum anderen sind in dem verwendeten Stromlastprofil, das ein über eine Stromverbrauchergruppe gemitteltes Profil darstellt, Lastspitzen einzelner Stromverbraucher (z.B. Aufheizphase von Waschmaschine oder Geschirrspüler) nicht enthalten. Da hier aber die Kosten der Stromspeicherung untersucht

werden sollen, und durch Stromspeicherung der Mittelungseffekt der verwendeten zeitlichen Auflösung und der Glättungseffekt des verwendeten Stromlastprofils verringert werden, können die hier getroffenen Annahmen als ausreichend betrachtet werden.

Anlage 1 und 3 verfügen über keinen Stromspeicher. Anlage 2 (2 kWp-Anlage mit 8,1 kWh-Speicher) hat die geringsten solaren Stromkosten von allen Varianten. Ohne Vergütung liegen sie bei ca. 60 ct/kWh, mit Eigenverbrauchsvergütung bei 49 ct/kWh. Die größeren Anlagen 3, 4 und 5 weisen höhere solare Stromkosten als Anlage 2 auf, was auf eine für die Stromlast ungünstigere Dimensionierung schließen lässt.

Die solaren Nutzwärmekosten liegen für den hier betrachteten Anwendungsfall eines Einfamilienhauses für eine Solaranlage zur Trinkwassererwärmung zwischen 17 ct/kWh und 24 ct/kWh und für Kombianlagen zwischen 16 und 23 ct/kWh (ohne Förderung, ohne MwSt) je nach Gebäudetyp. Damit liegen die solaren Stromkosten einer PV-Anlage mit Stromspeicher ohne Förderung beim 2,5- bis 4,5-fachen der solaren Nutzwärmekosten einer thermischen Solaranlage. Mit Eigenverbrauchsvergütung liegen die Kosten einer Kilowattstunde PV-Strom beim 2- bis 4-fachen der Kosten einer Kilowattstunde solarthermischer Wärme.

Der Anteil des Eigenverbrauchs am Solarertrag beläuft sich für Anlage 2 auf 58% bei einem Strombedarf von 3.500 kWh/a. Dies ist in etwa mit dem solaren Deckungsanteil einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung (64%) und dem Warmwasserbedarf des Gebäudes EFH Typ J (3145 kWh/a) vergleichbar. Durch eine 2 kWp-Anlage werden 16 bis 20 m² Dachfläche belegt, wohingegen die Solaranlage zur Trinkwassererwärmung mit nur ca. 6 m² auskommt.

3.3.13 Wirtschaftlichkeit in Gewerbe und Industrie

Industrielle Prozesse, bei denen Wärme bis zu einem Temperaturniveau von 250°C benötigt wird, stellen ein sehr großes Potential für die Solarwärme dar. Bis zu einem Temperaturniveau von 90°C können die derzeit am Markt zur solaren Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung verwendeten Komponenten (insbesondere die Flachkollektoren) üblicherweise ohne Modifikationen eingesetzt werden. Vakuumröhrenkollektoren ermöglichen auch einen Einsatz oberhalb von 100°C bei guten Wirkungsgraden. Der Temperaturbereich bis 250°C kann durch die Entwicklung von an die besonderen Bedingungen angepassten Kollektoren und eine angepasste Anlagentechnik für die Solarwärme erschlossen werden. [Task 33]

Die folgende Berechnung basiert auf der direkten Integration der Sonnenenergie in den Prozess, d.h. ohne zusätzlichen Wärmespeicher.

Das Kollektorfeld besteht aus 234 m² Flachkollektoren. Die spezifischen Investitionskosten für die solarthermische Anlage betragen ohne Förderung 430 €/m²Akoll. Mit einer Förderung von 30% der

Investitionskosten ergibt sich ein Wert von 300 €/m²Akoll. Die jährlichen Betriebskosten betragen 1% der Investitionskosten. Der spezifische Solarertrag beträgt 400 kWh/(m²a). Der Hilfsstrombedarf für Pumpen etc. beträgt 5 kWhel/MWh erzeugter Wärme. Für den Strompreis werden zwei Tarife angesetzt: Der Standard-Tarif (aktueller Preis: 17,10 ct/kWh) und ein Niedrig-Tarif (aktueller Preis: 10 ct/kWh), da Industriekunden häufiger günstigere Konditionen erhalten. Bei einer angenommenen Preissteigerungsrate von 5%/a ergeben sich über den betrachteten Zeitraum von 20 Jahren durchschnittliche Stromkosten von 29 ct/kWh bzw. 17 ct/kWh.

Der für Gewerbe- und Industriebetriebe angelegte Gaspreis beträgt 2,93 ct/kWh. Wie in Kapitel 3.2.4 erläutert, wird auch hier ein konstanter Gaspreis ab dem Jahr 2030 angenommen. Ein Gaspreis von 7,4 ct/kWh wird im Jahr 2030 bei einer Preissteigerungsrate von 5% p.a. erreicht, 12,65 ct/kWh bei 8% p.a. und 21,28 ct/kWh bei 11% p.a. Die angenommene Nutzungsdauer beträgt 20 Jahre. Es wird ein Kesselnutzungsgrad von 75% angenommen.

Abbildung 3|48 zeigt, dass der solare Wärmepreis ohne Förderung bei mehr als dem Doppelten des aktuellen Gaspreises liegt. Mit Förderung liegt der Wert beim 1,6-fachen des aktuellen Gaspreises. Die finanziellen Amortisationszeiten liegen bei heutigen Anlagenkosten nur im Fall der Förderung und einer Gaspreissteigerungsrate von 11%

unter 20 Jahren. Bei einer Senkung der Investitionskosten um 65% im Jahre 2030 verkürzt sich die finanzielle Amortisationszeit auf Werte zwischen 1,5 und 6 Jahren, je nach angenommener Gas-Preissteigerung und den daraus für das Jahr 2030 resultierenden Gaspreisen.

3 | Abbildung 48 | Solare Wärmekosten und finanzielle Amortisationszeit für solare Prozesswärme, berechnet für jährliche Energiepreissteigerungsraten von 5%, 8% und 11% und eine Senkung der Investitionskosten um 63% im Jahre 2030

Betriebsdaten		
Kollektorfläche	m ²	234
Solarertrag	MWh/a	93,6
eingesparte Endenergie	MWh/a	124,8
Investitionskosten		
Kollektorfeld Flachkollektoren	€	100.620
Annuität Investitionskosten ohne Förderung	€/a	6.762
Annuität Investitionskosten mit Förderung	€/a	4.733
Verbrauchsgebundene Kosten		
Hilfsstrombedarf	kWh	468
Stromkosten Standard-Tarif	€/a	136
Stromkosten Niedrig-Tarif	€/a	80
Betriebsgebundene Kosten		
Wartung und Instandhaltung ohne Förderung	€/a	1.006
Solare Wärmekosten (Standard-Stromtarif)	ct/kWh	6,33
Solare Wärmekosten (Niedrig-Stromtarif)	ct/kWh	6,29
mit Förderung		
Solare Wärmekosten (Standard-Stromtarif)	ct/kWh	4,71
Solare Wärmekosten (Niedrig-Stromtarif)	ct/kWh	4,66
Amortisationszeit ohne Förderung		
Gas-Preissteigerung 5%	a	> 20
Gas-Preissteigerung 8%	a	> 20
Gas-Preissteigerung 11%	a	> 20
Amortisationszeit mit Förderung		
Gas-Preissteigerung 5%	a	> 20
Gas-Preissteigerung 8%	a	> 20
Gas-Preissteigerung 11%	a	17,5
Senkung der Investitionskosten um 65% bis 2030		
Investitionskosten Kollektorfeld FK		35.217
Amortisationszeit ohne Förderung		
Gas-Preis im Jahr 2030: 7,4 ct/kWh	a	6
Gas-Preis im Jahr 2030: 12,65 ct/kWh	a	3
Gas-Preis im Jahr 2030: 21,28 ct/kWh	a	1,5

Die im Kapitel 3.2.7 angenommene Senkung der Investitionskosten um 43% bezieht sich im Wesentlichen auf den Einsatz von Solarwärme in Einfamilienhäusern. Nach Expertenschätzungen können im Bereich der solaren Prozesswärme pro m² installierter Kollektorfläche deutlich größere Kostensenkungen bis zu 65% (Basis 2010) realisiert werden. Ausschlaggebend hierfür ist insbesondere, dass in diesem Marktsegment die Vertriebskosten durch die Vermeidung eines sonst häufig anzutreffenden dreistufigen Vertriebswegs

deutlich gesenkt werden können. Ergänzend sind aufgrund von Skalierungseffekten bei der Installation weitere Kostensenkungen realisierbar.

Die sich bei einer Senkung der Investitionskosten um 65% bis zum Jahr 2030 ergebenden finanziellen Amortisationszeiten im Bereich von 1,5 bis 6 Jahren führen dazu, dass die Investition in Solaranlagen zur Wärmeerzeugung für industrielle Prozesse für die Industrie bzw. das Gewerbe dann sehr attraktiv ist.

3.3.14 Vermiedene CO₂-Emissionen und CO₂-Minderungskosten

Die bisher durchgeführte Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Wärmeerzeugern beschränkt sich auf die Kosten, die dem Verursacher der Wärmeerzeugung tatsächlich angelastet werden. Bei der Berechnung der externen Kosten werden die (negativen) Effekte einbezogen, welche die Wärmeerzeugung auf die Produktions- und Konsummöglichkeiten der Umwelt hat. Im Zusammenhang mit der Wärmeerzeugung

entstehen externe Kosten durch Klimawandel, Luftverschmutzung und Landnutzung (überwiegend durch die Emission von Treibhausgasen, versauernden Substanzen und Staubpartikeln). Eine Internalisierung der externen Kosten kann z.B. durch Fördermaßnahmen erfolgen [ISI, 2010]. Die Emissionen jedes Wärmeerzeugers in gCO₂/kWh wurden [UBA 2009-Anh4] entnommen und sind nachfolgend aufgeführt.

3 | Abbildung 49 | Emissionen verschiedener Wärmeerzeuger in CO₂-Äquivalenten laut (UBA 2009-Anh4)

Wärmeerzeuger	Emissionen (CO ₂ -Äquivalent) (g/kWh)
Gas Brennwertkessel	251
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen	16
Feste Biomasse-Scheitholz-kessel	12
WP - Luft-Wasser	270
WP - Sole/Wasser	217
Solarwärme-Mix	71

Quelle: ITW 2011

Die vom Umweltbundesamt angegebenen Werte für Solarwärme beziehen sich auf einen „Solarwärme-Mix“ aus Solaranlagen mit Flach- und Vakuumröhrenkollektoren unterschiedlicher Fläche. Nach Auffassung der Autoren ist dieser für Solarwärme angegebene Wert von 71 g/kWh CO₂-Äquivalent-Emissionen unrealistisch hoch. In Ermangelung einer anderen „offiziellen“ Quelle wurde dieser Wert dennoch im Folgenden verwendet. Da allerdings vom UBA keine Angaben zum spezifischen solaren Wärmeertrag genannt wurden, konnten diese

Werte nicht auf die hier betrachteten Anlagengrößen zurückgerechnet werden. Folglich können die weiteren Ergebnisse nur als Anhaltspunkt dienen. Die CO₂-Minderungskosten in [€/tCO₂] werden aus dem Quotienten der jährlichen Mehrkosten der jeweiligen Anlage zu den eingesparten CO₂-Emissionen berechnet. Negative CO₂-Minderungskosten sind auf im Vergleich zur Referenz-Anlage (Gasbrennwertkessel) niedrigere Wärmegestehungskosten zurückzuführen und werden in den folgenden Diagrammen nicht aufgeführt.

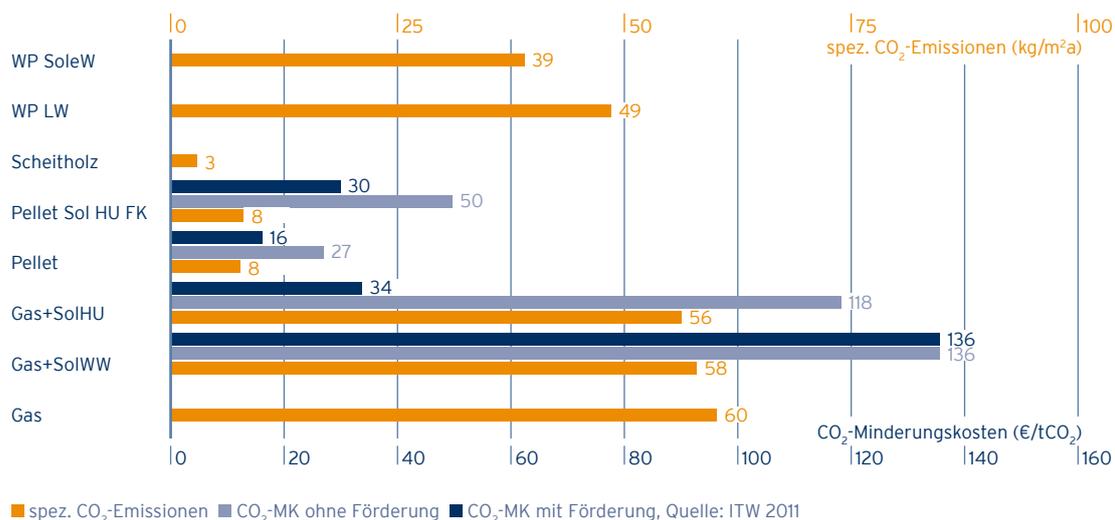
3 | Abbildung 50 | Spezifische CO₂-Emissionen und CO₂-Minderungskosten (MK) mit und ohne Förderung für das Einfamilienhaus Typ E (Altbau)

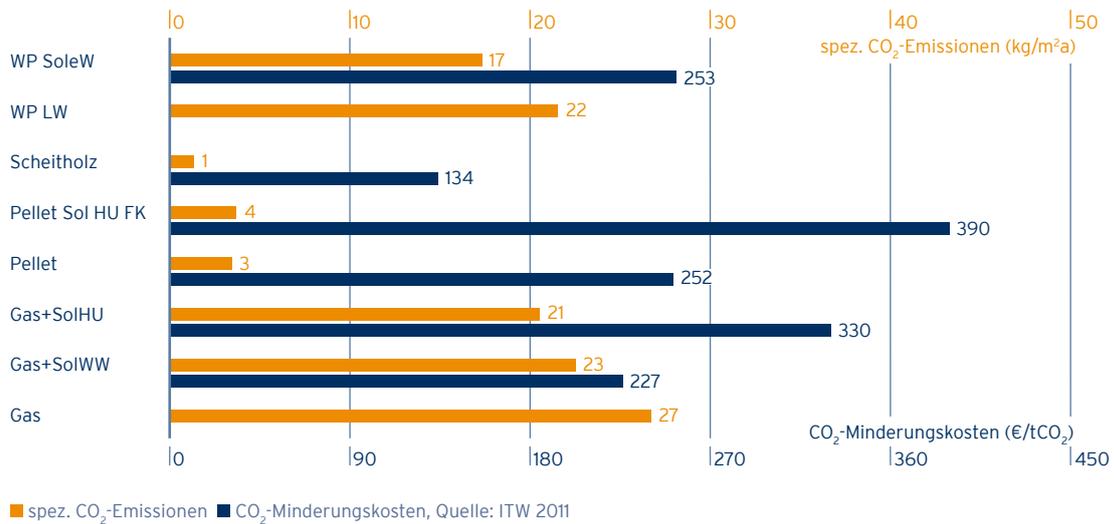
Abbildung 3|50 zeigt, dass die Solarwärme im Vergleich mit den anderen erneuerbaren Energien höhere CO₂-Minderungskosten aufweist. Die Wärmepumpen und die Scheitholzfeuerung erzielen negative Werte für die Minderungskosten, da sie niedrigere Wärmegestehungskosten als der Gasbrennwertkessel haben. Trotz ihrer relativ hohen Investitionskosten erweist sich auch die Pelletfeuerung dank ihrer relativ hohen CO₂-Einsparung als eine kostengünstigere Möglichkeit als die Solarwärme, CO₂-Emissionen zu vermindern.

Da die spezifischen CO₂-Emissionen für einen „Solarwärme-Mix“ in der Literatur angegeben werden (s. oben), kann kein Vergleich zwischen SolWW und SolHU erfolgen. Bei der Kombianlage kann festgestellt werden, dass die Förderung einen signifikanten Einfluss auf die CO₂-Minderungskosten hat: dort reduzieren sich die CO₂-Minderungskosten durch die Förderung von 98 auf 23 €/tCO₂. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die jährlichen Gesamtkosten der Anlage Gas+SolHU nur

127 € (entspr. 1,5%) über denen der Anlage GasBW liegen. Die annuisierte Förderung von 97 €/a reduziert diese Differenz auf 30 €/a. Die Förderung bewirkt bei einer CO₂-Einsparung der Kombianlage von 1,3 tCO₂/a daher eine Abnahme der CO₂-Minderungskosten um 75 €/tCO₂.

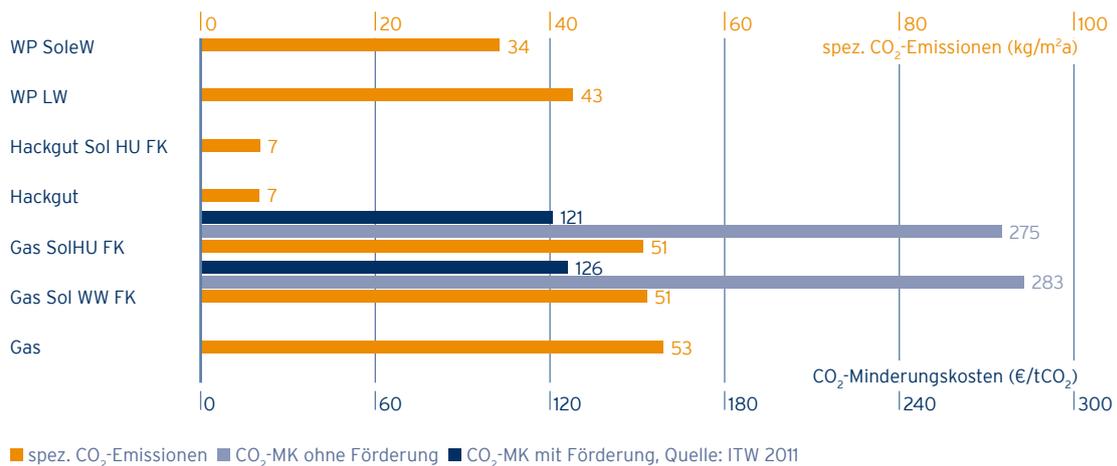
Die CO₂-Minderungskosten sind im Neubau (s. Abbildung 3|51) auch für Wärmepumpen und Biomasse im positiven Bereich, was damit zu erklären ist, dass die jährlichen Gesamtkosten der Wärmeerzeuger mit erneuerbaren Energien über denen der als Referenz gewählten Anlage mit Gasbrennwertkessel liegen. Auch die Solaranlagen weisen höhere CO₂-Minderungskosten als im Altbau auf. Im Neubau werden geringere Solarerträge als im Altbau und damit geringere CO₂-Einsparungen bei gleichen Anlagenkosten erzielt. Zudem ist die Differenz der jährlichen Gesamtkosten zwischen den Anlagenvarianten „Gas“ und „Gas+Solar“ im Neubau höher als im Altbau.

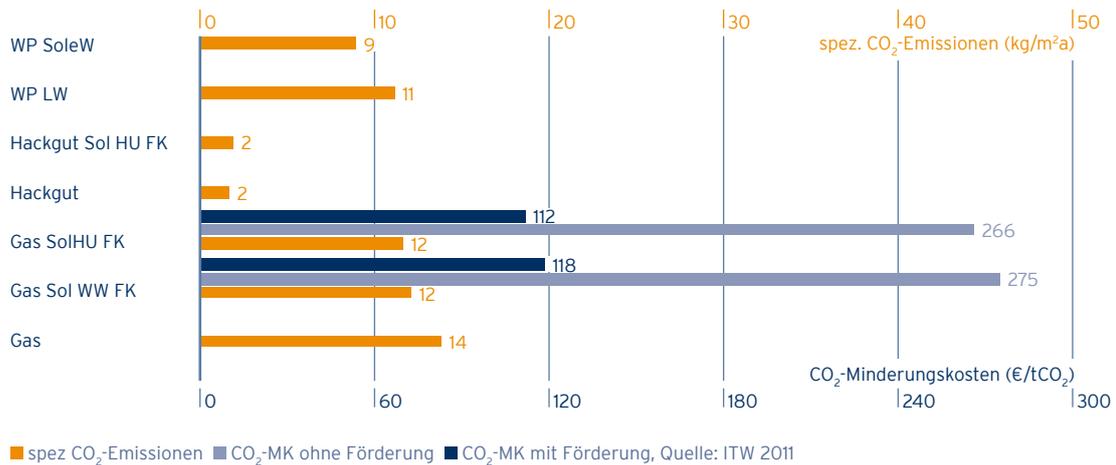
3 | Abbildung 51 | Spezifische CO₂-Emissionen und CO₂-Minderungskosten (MK) mit und ohne Förderung für das Einfamilienhaus Typ J (Neubau)



Die folgenden Abbildungen 3|52 und 3|53 zeigen die spezifischen CO₂-Emissionen und CO₂-Minderungskosten für die Mehrfamilienhäuser MFH Typ E und J.

3 | Abbildung 52 | Spezifische CO₂-Emissionen und CO₂-Minderungskosten mit und ohne Förderung für das Mehrfamilienhaus Typ E (Altbau)



3 | Abbildung 53 | Spezifische CO₂-Emissionen und CO₂-Minderungskosten mit und ohne Förderung für Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)

Die CO₂-Minderungskosten der Anlagenvarianten Hackgut (mit und ohne solar), Luft/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpe liegen wegen der im Vergleich zur Referenz-Anlage GasBW geringeren jährlichen Gesamtkosten im negativen Bereich und sind auf Abbildung 3|53 und nicht dargestellt. Die CO₂-Minderungskosten der Solaranlagen vom MFH Typ E und Typ J sind wegen der Annahme gleicher spezifischer Solarerträge identisch.

Wie im EFH Typ E ist bei den Solaranlagen ein signifikanter Einfluss der Förderung auf die CO₂-Minderungskosten festzustellen. Die hier für solarthermische Anlagen ermittelten CO₂-Minderungskosten sind aufgrund des in den Abbildungen 3|52 und 3|53 aufgeführten Werts von 71 g/kWh CO₂-Äquivalent-Emissionen teilweise überdurchschnittlich hoch. In anderen Studien wie z.B. [MAP2009, Seite 115] werden durchschnittliche CO₂-Minderungskosten von rund 110 €/tCO₂ genannt.

3.3.15 Substitution fossiler Energieträger

Laut [UBA 2009] substituiert die Solarwärme vornehmlich Öl und Gas (45% bzw. 51%), außerdem Fernwärme und Elektrizität (2% bzw. 3%).

Die Abbildung 3|54 zeigt für die hier betrachteten Solaranlagen die erreichten Primärenergie-Sub-

stitutionen, wenn die Solaranlage eine Gas- bzw. eine Ölheizung substituiert sowie die vermiedenen Importe von Öl und Gas unter der Annahme, dass Öl zu 97,8% und Erdgas zu 81,8% importiert wird (Anteile am Primärenergieverbrauch, Daten von [BmWi]).

3 | Abbildung 54 | Durch die eingesetzten Solaranlagen substituierte fossile Energieträger und vermiedene Energieimporte

	Substituierte fossile Energieträger		vermiedene Energieimporte	
	Gas m ³ /a	Öl l/a	Gas m ³ /a	Öl l/a
EFH Typ E				
SolWW	399	479	327	468
SolHU	669	802	547	785
EFH Typ J				
SolWW	318	381	260	373
SolHU	482	578	394	565
MFH Typ E und J				
SolWW	3.134	3.759	2.563	3.676
SolHU	4.077	4.890	3.335	4.783

Quelle: ITW 2011

Da der Solarertrag für die Mehrfamilienhäuser über einen spezifischen Solarertrag pro Quadratmeter Kollektorfläche ermittelt wurde, ergeben sich in diesem Fall für beide Gebäudetypen die gleichen Endenergieeinsparungen und damit auch die gleichen Werte für die Substitution fossiler Energieträger.

Fazit

Aus den vorangegangenen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen lässt sich ableiten, dass der Einsatz von Solarwärme im Bestand bei einer mäßigen jährlichen Energiepreissteigerungsrate von 5% bereits an der Schwelle der Wirtschaftlichkeit liegt. Im Neubau liegen die Wärmegestehungskosten gegenwärtig 6% für Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung bzw. 13% für solare Kombianlagen über denen des als Referenz gewählten Gas-Brennwertkessels. Mit einer jährlichen Energiepreissteigerungsrate zwischen 5% und 8% bzw. leicht über 8% werden die Solaranlagen zur

Trinkwassererwärmung bzw. die solaren Kombianlagen auch im Neubau wirtschaftlich. Die Solaranlagen für Mehrfamilienhäuser liegen unter den getroffenen Annahmen ebenfalls an der Schwelle der Wirtschaftlichkeit.

Im Einfamilienhaus-Altbau haben von den untersuchten Wärmeerzeugern die Wärmepumpen (Luft/Wasser und Sole/Wasser) sowie die Scheitholz-Feuerung wegen ihrer relativ niedrigen verbrauchsbedingten Kosten (Wärmepumpenstrom bzw. Brennstoff) die niedrigsten spezifischen Wärmegestehungskosten. Im Neubau ist die Luft/Wasser-Wärmepumpe die wirtschaftlichste Technologie. Dank der deutlich niedrigeren angenommenen Preissteigerung für Strom in Vergleich zu den anderen Energieträgern werden hier die höheren Investitionskosten amortisiert. Nur wenig teurer ist die Gasbrennwertanlage, gefolgt von den Solaranlagen mit solaren Deckungsanteilen von 65% (Anteil am Trinkwasserwärmebedarf) bei der Trinkwassererwärmung und 25% (Anteil

am Gesamtwärmebedarf) bei den solaren Kombianlagen. Am teuersten sind die Sole/Wasser-Wärmepumpe und die Biomasse-Feuerung, deren Vorteil der niedrigen Brennstoffkosten wegen des geringeren Wärmebedarfs hier weniger Auswirkungen hat. Bei den Mehrfamilienhäusern sind die Biomasse-Feuerungen und die Wärmepumpen die wirtschaftlichsten Wärmeerzeuger.

Eine Senkung der Investitionskosten der Solaranlagen von 43% im Jahre 2030 verkürzt die Amortisationszeit von derzeit 18 bis über 20 Jahre auf 2 bis 12 Jahre (je nach Gaspreis- und Gebäudetyp).

Aussagen zur Wirtschaftlichkeit von zusätzlichen Dämmmaßnahmen gegenüber Solarthermieanlagen im Neubau sind u.a. abhängig von der zu erreichenden Primärenergieeinsparung, der Bauweise des Gebäudes und den Annahmen zum Wertverlust des Gebäudes durch Wohnflächenverlust. Während die Dämmung im Wärmedämmverbundsystem in allen Fällen geringere Kosten als die Solaranlagen aufweist, erreicht die Dämmung in einschaliger Bauweise bereits für mittlere Wohnflächenpreise die Kosten einer solaren Kombianlage.

Ein Vergleich von thermischen Solaranlagen mit Photovoltaik-Anlagen mit Stromspeicher und ohne Netzeinspeisung zeigt, dass die solaren Stromkosten des erzeugten Stroms ohne Vergütung und mit Eigenverbrauchsvergütung deutlich oberhalb der solaren Wärmekosten von solarthermischen Anlagen liegen.

Die Kosten von solaren Nahwärmanlagen wurden für den Fall einer Solaranlage mit 10.000 m²

Kollektorfläche und ohne Wärmespeicherung berechnet. Diese betragen ca. 2,5 ct/kWh. Mit saisonaler Wärmespeicherung ergeben sich auf der Basis von Literaturwerten ca. die fünf- bis zehnfachen Kosten (17 bis 30 ct/kWh).

Es wurden die Kosten von solarer Prozesswärme ohne solaren Wärmespeicher untersucht. Hier wurden solare Wärmekosten von etwa 6,3 ct/kWh (ohne Förderung) bzw. 4,7 ct/kWh (mit Förderung) ermittelt. Bei aktuellen Investitionskosten liegen die Amortisationszeiten meist über 20 Jahren. Rechnet man mit einer Investitionskosten senkung von 65% im Jahre 2030, so ergeben sich ohne Förderung finanzielle Amortisationszeiten im Bereich zwischen 1,5 und 6 Jahren.

Die Solarthermie stellt im Altbau verglichen mit anderen erneuerbaren Wärmeerzeugungstechnologien eine relativ teure Methode dar, CO₂-Emissionen zu senken. Im Neubau liegen die CO₂-Minderungskosten für solarthermische Anlagen über denen der relativ kostengünstigen Anlagen wie der Luft/Wasser-Wärmepumpe und dem Scheitholzkessel. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass das verfügbare Potential von Biobrennstoffen, die im Hinblick auf die CO₂-Vermeidungskosten sehr günstige Werte aufweisen, aufgrund der verfügbaren Flächen sowie deren Mehrfachnutzen wie z.B. für die Erzeugung von Lebensmitteln und Biotreibstoffen begrenzt ist. Eine derartige Flächenkonkurrenz ist im Hinblick auf die Nutzung von Dach- und Fassadenflächen durch solarthermische Kollektoren jedoch nicht gegeben.

3.4 Politik

Neben den technischen und wirtschaftlichen Aspekten, die in den vorherigen Kapiteln diskutiert wurden, sind die politischen Rahmenbedingungen für die zukünftige Entwicklung der Solarwärme entscheidend. Dabei muss die Politik verschiedene Sachverhalte aufeinander abstimmen. Mit den klimapolitischen Zielen, die aus dem Kyoto-Protokoll resultieren, ist eine Grundlage für den Ausbau der erneuerbaren Energien gegeben. Neben der Industrie und dem Verkehrssektor stellt der Wärmebereich einen der wichtigsten Ansatzpunkte für die Vermeidung von CO₂-Emissionen dar. Für die Durchsetzung von Maßnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Wärmesektor stehen zwei politische Instrumentarien - Förderung und Forderung - zur Verfügung.

Die bisherige Förderung geschieht mit sehr vielen unterschiedlichen Programmen (Marktanreizprogramm, KfW-Förderprogramme, etc.), ist häufig von der jeweiligen Haushaltslage abhängig und unterliegt entsprechenden Beschränkungen. Auch für die Solarwärme haben Förderprogramme und ordnungspolitische Maßnahmen hohe Bedeutung. Die Anwendung Förderung und Ordnungsrecht ist im Neubau u.a. durch die Energieeinsparverordnung gegeben, die Modernisierung konnte jedoch bislang nicht signifikant gesteigert werden. Hinzu kommt, dass die Überwachung des Vollzugs von ordnungsrechtlichen Maßnahmen noch nicht bundesweit geregelt ist.

3.4.1.1 Wirkungsanalyse von bestehenden Anreizen (z.B. Marktanreizprogramm) bzw. ordnungsrechtlichen Vorgaben

3.4.1.2 Wirkungsanalyse Marktanreizprogramm

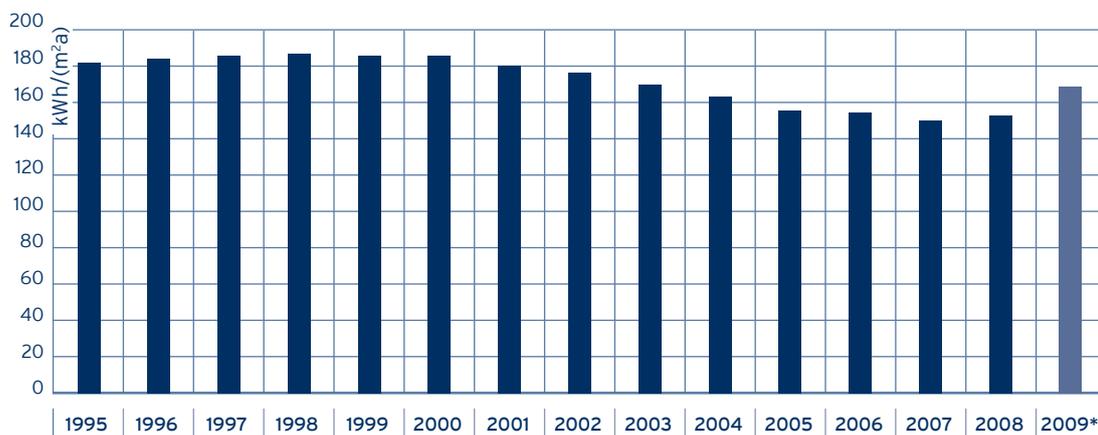
Gegenwärtig ist das Marktanreizprogramm (MAP) das gängigste Förderinstrument für Modernisierungsmaßnahmen am Markt. Ziel des Programms ist es, den Verbrauchern durch einen direkten Zuschuss Anreize für die Nutzung von effizienten und erneuerbaren Energien zu bieten und damit den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung zu senken. Das Programm hat den Vorteil einer hohen Flexibilität, nachteilig wirkt sich die diskontinuierliche Ausgestaltung aus. Dadurch, dass die Kriterien und Ausgestaltung jährlich festgelegt werden und sich in den vergangenen Jahren auch häufig und umfangreich änderten, ist neben der positiven Wirkung einer

Marktbelebung auch eine Verunsicherung sowohl der Endkunden als auch des Handwerks gegeben.

Zwar werden die Wirkungen des MAP jährlich im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) evaluiert, jedoch sind durch die jährliche Betrachtung mit z.T. unterschiedlicher Ausgestaltung Aussagen zu einer Langzeitwirkung schwierig.

Wie in der Abbildung 3|55 dargestellt, ist der temperaturbereinigte Endenergieverbrauch privater Haushalte im Zeitraum der Nutzung von MAP gesunken.

3 | Abbildung 55 | Temperaturbereinigter Endenergieverbrauch für Raumwärme (private Haushalte)



* Schätzung, Quelle: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. 2011

Die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. hat eine umfangreiche Studie zu der Wirkung der förderpolitischen Maßnahmen auf die Solarwärme erstellt [FEE, 2011]. Basierend auf monatlichen Solarwärme-Zubauzahlen wurde eine mit den Förderbedingungen vergleichende Analyse durchgeführt. Dabei wurden Verordnungen auf Bundesebene berücksichtigt, Förderprogramme der Länder aber nicht.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Forschungsstelle für Energiewirtschaft lassen sich wie folgt zusammenfassen:

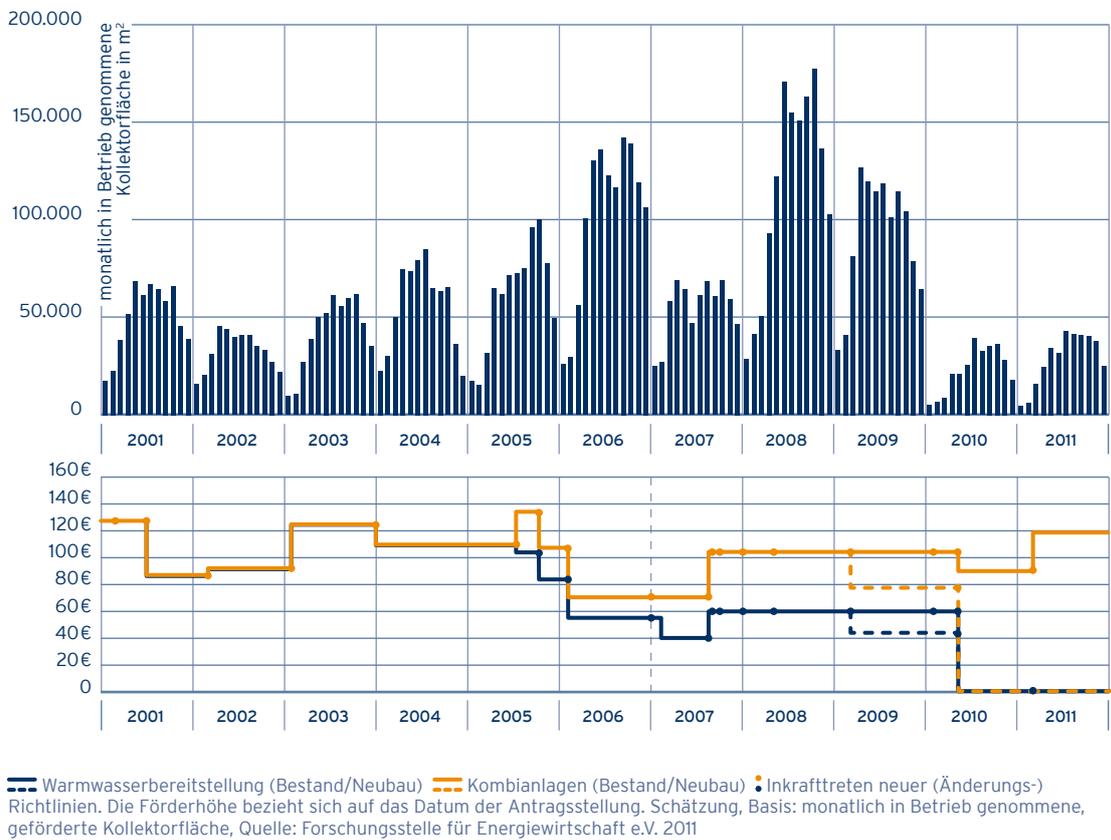
Das Antragsverfahren für Solarwärme-Anlagen war bis Ende 2006 zweistufig. Im ersten Schritt wurde ein Antrag auf Förderung an die BAFA gestellt. Nach der Bewilligung konnte die Installation der Solarwärme-Anlage in Auftrag gegeben werden. Der Nachweis der Installation und Funktion der Anlage war innerhalb von neun Monaten zu erbringen. Mit dem Nachweis erstellte das BAFA den Förderbescheid und ordnete die Auszahlung

der Fördersumme an. Der Antragsteller konnte sicher sein, dass er nach der Bewilligung die Förderung bekommt. Der Zeitversatz zwischen Antragstellung und Auszahlung konnte aber bis zu einem Jahr betragen.

Die Umstellung des Verfahrens 2007 auf ein einstufiges brachte zwei entscheidende Veränderungen: Die Antragstellung erfolgte nach der Installation der Anlage und es galten die Förderbedingungen zum Zeitpunkt der Antragstellung. Damit trägt der Investor das Risiko, dass zum Zeitpunkt der Antragstellung u.U. keine Fördermittel mehr zur Verfügung stehen. Im Gegenzug wurde eine bürokratische Hürde abgebaut, indem der Abruf erleichtert und gleichzeitig sichergestellt wurde, dass der Abruf der MAP-Mittel tatsächlich der Zahl der installierten Anlagen entspricht und nicht durch eine höhere Zahl an Anträgen blockiert wird.

Die Entwicklung der beschriebenen Situation ist auf der Abbildung 3|56 dargestellt.

3 | Abbildung 56 | Entwicklung der geförderten Kollektorflächen im Vergleich zur Basisförderung



In der Abbildung 3|56 sind der Verlauf monatlich in Betrieb genommener geförderter Kollektorflächen und rot die Förder- bzw. Bewilligungsstopps abgebildet, ebenso die Förderung je m² Kollektorfläche. Während in 2005 noch 135 € pro m² Förderung zur Verfügung standen, hat sich die Summe innerhalb von zwei Jahren (Anfang 2007) fast halbiert.

Neben den Veränderungen des Förderrahmens führen auch andere Effekte wie z.B. Preisentwicklung der Energieträger oder spezifische Veränderungen wie die Erhöhung der MwSt. von 16 auf 19% ab 2007 zu Verhaltensänderungen der

Akteure und beeinflussen die Wirkung der Förderprogramme. Sicher ist dieser Sachverhalt auch für die große Diskrepanz im Solarwärme-Absatz zwischen 2006 und 2007 mitverantwortlich. Noch gravierender war der Effekt von 2008 auf 2009: hier ging der Solarwärme-Absatz um fast 30% zurück, was auch an der fehlenden Kontinuität der Förderung lag.

Die Analyse zeigt, dass neben der absoluten Höhe der Förderung vor allem eine Kontinuität der Rahmenbedingungen für die ein stabiles Marktwachstum von entscheidender Bedeutung sind.

3.4.1.3 Wirkungsanalyse ordnungsrechtlicher Vorgaben

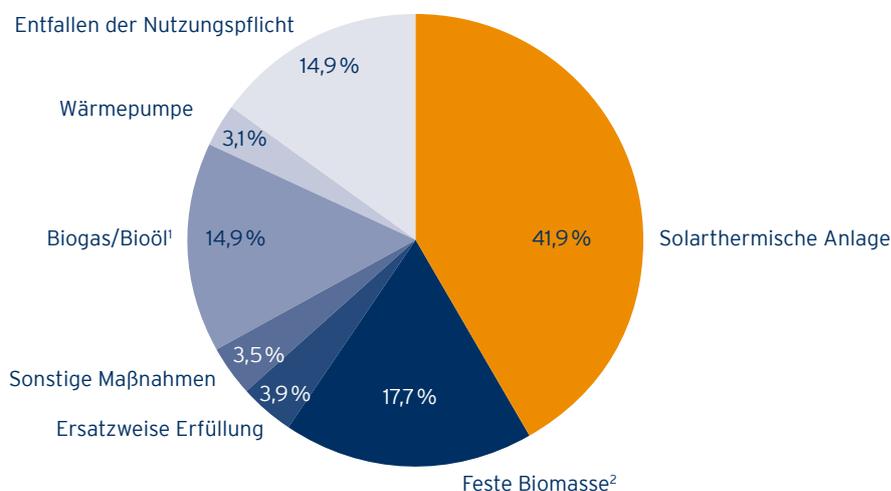
Für die Wirkungsanalyse ordnungsrechtlicher Vorgaben wurden im Rahmen dieses Projektes die wesentlichen Erkenntnisse des Erfahrungsberichts Baden-Württemberg 2011 für die Modernisierung evaluiert. [Bericht des Landes Baden-Württemberg zum Vollzug des EEWärmeG, 2011].

In Baden-Württemberg ist seit dem 1. Januar 2008 das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG BW) in Kraft getreten. Das EWärmeG BW regelt eine Pflicht zur Nutzung von 20% erneuerbarer Energien bei der Errichtung neuer Wohngebäude. Diese Vorgaben wurden zum 1. Januar 2009 durch das EEWärmeG des Bundes abgelöst. Seit dem 1. Januar 2010 müssen gemäß EWärmeG BW

im Falle eines Heizungsaustausches in bestehenden Wohngebäuden künftig 10% des jährlichen Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien erzeugt werden.

Die Modellrechnung im Rahmen des Erfahrungsberichtes bescheinigt der Solarwärme als Erfüllungsart mit 41,9% einen sehr hohen Stellenwert. Mit großem Abstand folgt mit 17,7% feste Biomasse. Die Berechnungen des statistischen Landesamtes weisen eine Einsparung von 16% der geschätzten Gesamtemissionen der Altheizungen aus. Die EWärmeG wird damit als ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz bewertet.

3 | Abbildung 57 | Anteil der Erfüllungsarten gemäß EEWärmeG im Bestand, Baden-Württemberg



¹ davon: 78,2% Biogas, 21,8% Bioöl, ² davon: 64,5% Einzelraumfeuerungsanlagen, 35,5% Zentralheizungen, Quelle: Bericht des Landes Baden-Württemberg zum Vollzug des EEWärmeG, Juli 2011

Zu dem Gesetz wurden verschiedene Akteure, von Eigentümern bis „Sachkundigen“ (Handwerk, Architekten, Energieberater, Schornsteinfeger, die nach §7 Abs. 1 EWärmeG Energieausweise ausstellen dürfen) mit Fragebögen und in Workshops befragt. Entsprechend der jeweiligen Position sind die Standpunkte unterschiedlich.

Eigentümer sehen das Gesetz überwiegend neutral, sind aber bei konkreten Maßnahmen vielfach

kritisch. Gleichzeitig bewerten die Energieagenturen den Kenntnisstand der Eigentümer über das Gesetz ambivalent, vielen Eigentümern ist die Nutzungspflicht im Rahmen der EEWärmeG nicht bekannt.

Sachkundige und Vollzugsbehörden bewerten das Gesetz als umsetzbar, es sind kaum Härtefälle aufgetreten.

Gleichzeitig weisen sie darauf hin, dass der Bezug von Solarwärme-Anlagen auf die Wohnfläche zum Teil unwirtschaftlich ist und es bessere Alternativen gäbe. Die gegenwärtige geforderte Größe von Solarwärme-Anlage hat manchmal zur Folge, dass sie für die Brauchwarmwassererwärmung überdimensioniert sind.

Sinnvoller wäre hier die Nutzung einer Anlage zur Heizungsunterstützung, auch wenn dies für den Investor kurzfristige Mehrkosten bedeutet.

Vor allem bei Hauseigentümern mit begrenzten finanziellen Mitteln können sich Schwierigkeiten ergeben, die durch Härtefallregelungen abgefangen werden müssen.

Von den Eigentümerverbänden wird zum Teil gefordert, die Pflichtanteile bei der Solarwärme zu

reduzieren bzw. die Berechnung der Anlagengröße neu zu definieren, in dem die Anzahl der Bewohner eines Hauses statt der Grundfläche als Berechnungsgrundlage dienen soll. Ebenso sollten die finanziellen Belastungen stärker berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse des Erfahrungsberichtes aus Baden-Württemberg zeigen, dass ordnungsrechtliche Vorgaben durchaus positive Wirkungen erzielen können und auch umsetzbar sind. Die Wirkung einer solchen Maßnahme hängt neben der Akzeptanz der Akteure auch und insbesondere von der Ausgestaltung ab.

Dabei spielt eine transparente Informationsvermittlung für alle Beteiligten eine zentrale Rolle.

3.4.1.4 Vergleich von Fördermaßnahmen

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Fördersituationen evaluiert. Im Folgenden ist ein Vergleich zwischen der Fördersituation zwischen Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme beschrieben. Es wurden die 2011 gültigen Förderbedingungen angesetzt, um die Förderung der drei Technologien zu vergleichen. Ebenso wurden verschiedene Anwendungsbereiche berücksichtigt. Verglichen wurde die Förderung von dezentralen Anlagen zur solaren Erzeugung von Wärme und Strom für den Eigenverbrauch sowie dezentrale Anlagen zur Stromeinspeisung ins öffentliche Netz, solar und über ein Gas-BHKW (siehe Abbildung 3|92).

Die Photovoltaik-Förderung berechnet sich als Differenz aus EEG-Tarif und Großhandelspreis, der zwischen 6Ct und 7Ct liegt. Für die Berechnung wurde ein Mittelwert von 6,5Ct genommen. Dargestellt werden soll mit dem Vergleich die tatsächliche staatliche Förderung, die auch mit der staatlichen Förderung im Rahmen des MAP vergleichbar ist.

In der Abbildung 3|58 sind die Berechnungsparameter dargestellt. Die Parameter sind differenziert nach den verschiedenen Möglichkeiten der Energienutzung (Eigenverbrauch und Einspeisung) aufgelistet.

3 | Abbildung 58 | Berechnungsparameter zur Förderung von Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme

Dezentrale Anlage zur solaren Wärmeerzeugung für den Eigenverbrauch		Dezentrale Anlage zur solaren Stromerzeugung für den Eigenverbrauch	
5.000 kWh/a Leistung (Endenergieeinsparung)	11 m ² angefangene Bruttokollektorfläche	1.350 kWh/a Leistung entspricht	
120€ MAP/m ²	100.000 kWh Gesamtenergieerzeugung (Laufzeit)	30% Eigenverbrauch von 4.500 W Leistung einer typischen EFH-PV-Anlage von	
1.320 € Barwert Förderung		5.000 Nennleistung (W _p)	
81 € Annuität Förderung		27.000 kWh Gesamtenergieerzeugung (Laufzeit)	
0,013 € Förderung/kWh		0,1674 € Vergütung Eigenverbrauch (≥ 30%)	
		3.695 € Barwert Förderung	
		226 € Annuität Förderung	
		0,137 € Förderung/kWh	
Dezentrale Anlage zur solaren Stromerzeugung für die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz		Dezentrale Anlage zur Stromerzeugung über ein Gas-BHKW für die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz	
3.150 kWh/a Leistung; entspricht Anteil von einer typischen EFH-PV-Anlage	70% Leistung (W)	3.150 kWh/a Leistung; entspricht Anteil von einem typischen Mini-Gas-BHKWs ¹	70% Leistung (W)
4.500 kWh Gesamtenergieerzeugung (Laufzeit)		4.500 kWh Gesamtenergieerzeugung (Laufzeit)	
63.000 kWh Gesamtenergieerzeugung (Laufzeit)	0,2874 € Einspeisevergütung /kWh	63.000 kWh Gesamtenergieerzeugung (Laufzeit)	357 € Einspeisevergütung (inkl. Erstattung Energiesteuer und KWK-Bonus/10J.) p.a.
0,0650 € Strompreis ² /kWh			
11.455 € Barwert Förderung		5.830 € Barwert Förderung	
701 € Annuität Förderung		357 € Annuität Förderung	
0,182 € Förderung/kWh		0,093 € Förderung/kWh	

Annahmen: 2% Zinssatz p.a., 20 Jahre Laufzeit, Verhältnis Photovoltaik-Jahresertrag kWh zu kWp: 90%
¹ Auslegung 1,0 kW Strom, 2,8 kWh Wärme, ² Preis für Industriestrom, Quelle: Technomar 2011, Stand: Dezember 2011

Neben den technischen Leistungsdaten der Anlagen wurde ein Zinssatz von 2% p.a. und eine Laufzeit von 20 Jahren angenommen. Für die Solarwärme wurde eine Förderung von 120 € pro angefangenem Quadratmeter Kollektorfläche unterstellt. Der Eigenverbrauchsanteil der Photovoltaikanlage wurde in der Beispielerrechnung mit 0,1674 € vergütet, der Einspeiseanteil mit einer

Vergütung von 0,2874 € / kWh bei einem Strompreis für Industriestrom von 0,065 € / kWh. (Diese Angaben entsprechen in etwa dem Preisniveau von Mitte 2011). Basierend auf den beschriebenen Annahmen wurde die Barwertförderung nach Nutzungsart der Energie als Absolut-Wert und indiziert berechnet, deren Ergebnisse in der Abbildung 3|59 dargestellt sind.

3 | Abbildung 59 | Vergleich der Förderung von Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme

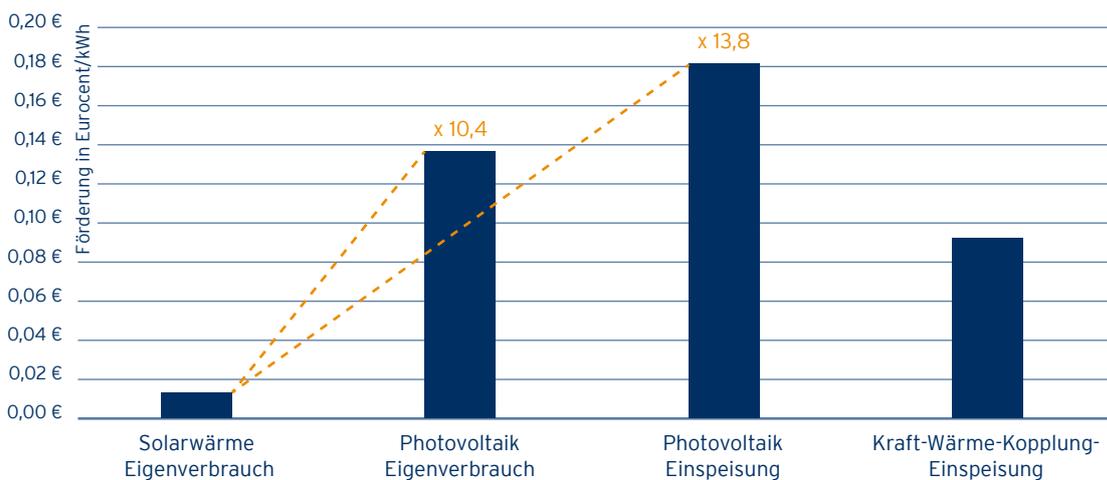
	Leistung kWh/a	Barwert Förderung	Förderung kWh/a	Barwert Förderung	Förderung kWh/a
		in €		indiziert	
Dezentrale Anlage zur solaren Wärmeerzeugung für den Eigenverbrauch	5.000	1.320 €	0,013 €	1,0	1,0
Dezentrale Anlage zur solaren Stromerzeugung für den Eigenverbrauch	1.350	3.695 €	0,137 €	2,8	10,4
Dezentrale Anlage zur solaren Stromerzeugung für die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz	3.150	11.455 €	0,182 €	8,7	13,8
Dezentrale Anlage zur Stromerzeugung über ein Gas-BHKW für die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz	3.150	5.830 €	0,093 €	4,4	7,0

Berechnungsparameter gemäß Fahrplan Solarwärme Abb. 3-58, Quelle: Technomar 2011

Berücksichtigt man die Förderung der Technologien über die Laufzeit, ergeben sich deutliche Unterschiede. Der Zuschuss bei Solarwärme beträgt ca. 15% der Investitionskosten [BMU, 2010a]. Für die Photovoltaik ergibt sich eine garantierte Refinanzierung via EEG von über 100% der Investitionssumme (real).

Bei Solarwärme ist derzeit die Förderung des Eigenverbrauchs über das Zehnfache geringer als bei Photovoltaik. Wird der erzeugte Strom ins Netz eingespeist, ist die Differenz der Förderung der Photovoltaik noch größer und liegt um das Dreizehnfache über der Solarwärme, wie in der Abbildung 3|60 zu sehen ist.

3 | Abbildung 60 | Vergleich der Förderung von Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme



Berechnungsparameter gemäß Fahrplan Solarwärme Abb. 3|58, Quelle: Technomar 2011

Damit hat die Solarwärme auf Grund der Fördersituation deutliche Wettbewerbsnachteile

gegenüber der Photovoltaik und der Kraft-Wärme-Kopplung.

In anderen Ländern sind die Rahmenbedingungen für die Solarwärme deutlich besser als in Deutschland. Als Beispiele sind hier Dänemark, Frankreich und Österreich dargestellt. In diesen Ländern existieren verschiedene Förderkonzepte für Solarwär-

me, von steuerlichen Vergünstigungen bis hin zu Direktzuschüssen. Ebenso wird über die Energiepreisgestaltung, wie z.B. in Dänemark, Einfluss genommen.

3 | Abbildung 61 | Vergleich Förderbedingungen ausgewählter Länder

Land	Konzept	Anmerkung
Frankreich	Seit 2005 Afa-Modell: 50% der Systemkosten bis max. 8.000,-	Strompreis unter deutschem Niveau
Dänemark	Regulativ Energiepreise	Gaspreis 95% höher als in Deutschland; Stromverbrauch im Sommer 50% geringer als im Winter
Österreich	Direktförderung, Steuerabschreibung	Seit Jahren sehr hohe Förderung
Niederlande	Seit 1997 44% Steuerabschreibung, seit 2008 Tarifmodell mit 200 € pro 278 kWh für Solarwärme bis 6m ² Solarwärme und 180 € über 6m ²	Positive Solarwärme-Entwicklung
Schweden	Ertragsorientiertes Tarifmodell: 0,25 € pro kWh _{th} Ertrag	Zertifizierte Kollektoren mit berechnetem Ertrag gelistet; Regionaler Ertrag unterschiedlich

Quelle: Technomar 2011

Der Vergleich der Förderung von Solarwärme mit Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland sowie der internationale Vergleich der Förderung für Solarwärme in Abbildung 3|61 zeigen, dass für einen signifikanten Ausbau dieser Technologie wesentlich ambitioniertere Maß-

nahmen notwendig sind, um in Deutschland eine Chancengleichheit der Erzeugertechnologien Solarwärme, Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung zu erreichen und im internationalen Vergleich der Solarwärme-Förderung zu bestehen.

3.5 Wirtschaft

Neben dem technischen und politischen Umfeld wird der Markterfolg der Solarwärme von den Herstellern heizungstechnischer Produkte und durch den SHK-Fachgroßhandel sowie das SHK-Hand-

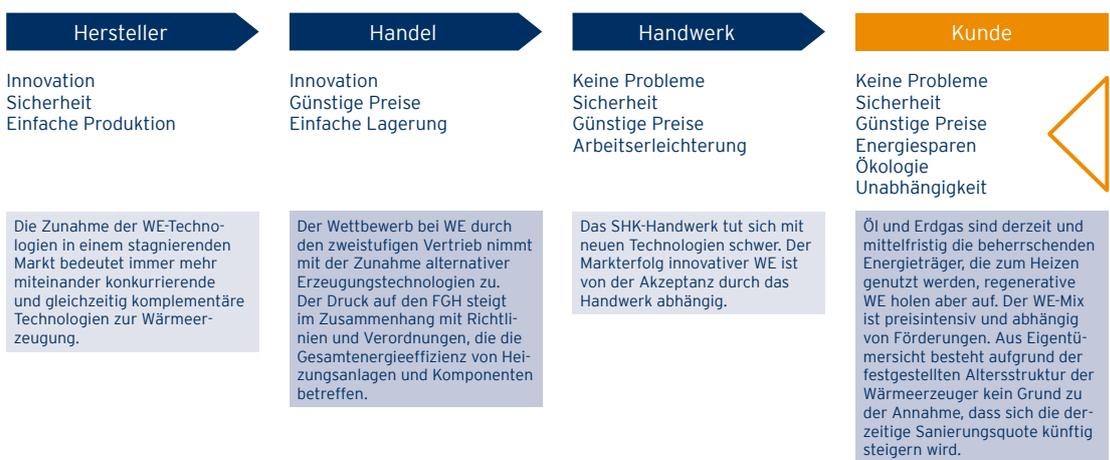
werk maßgeblich beeinflusst. Obwohl die genannten Akteure die Solarwärme aus unterschiedlichen Positionen wahrnehmen, ist die Solarwärme für alle von wachsender Bedeutung.

3.5.1.1 Einfluss und Entwicklung der relevanten markt beteiligten Gruppen SHK-Handwerk und SHK-Großhandel

Der Erfolg einer Technologie hängt vor allem davon ab, ob alle Akteure, die zum Teil unterschiedli-

che Interessen haben, auch einen entsprechenden Nutzen für sich erkennen.

3 | Abbildung 62 | Ziele und mögliche Entwicklungen bei den Akteuren



SHK = Sanitär, Heizung, Klima, EVU = Energieversorgungsunternehmen, WE= Wärmeerzeuger, FGH= Fach- und Großhandel, Quelle: Technomar 2011

Für die Entwicklungsszenarien der jeweiligen Akteure wurden die Positionen und Handlungsfelder

der wichtigsten Akteure analysiert.

3.5.1.2 Position der Hersteller

In den vergangenen Jahren ist der Absatz an Anlagentechnik kontinuierlich zurückgegangen. Gleichzeitig ist die Vielfalt der Wärmeerzeuger gestiegen und die Komplexität der Anlagen hat zugenommen. Als Folge davon haben Hersteller im-

mer mehr komplementäre Produkte im Portfolio. Durch diese Entwicklung gab es bei den Herstellern strukturelle Veränderungen. Ein Konzentrationsprozess auf internationaler Ebene fand statt sowie auch eine Expansion außerhalb Europas.

Im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung des Systemgedankens decken einige Hersteller als „Global Player“ die gesamte Bandbreite an Komponenten ab: von dem Wärmeerzeuger inklusive Solarwärme über Verteilung, Speicherung, Regelung bis zur Wärmeübergabe. Sie fungieren als Vollsortimenter für sämtliche Leistungsbereiche, vom Einfamilienhaus bis zum Bürogebäude.

Mittelständische Unternehmen, die keine Vollsortimenter sind, haben sich auf bestimmte Technologien spezialisiert und versuchen, durch technologische Differenzierung in Nischen wie

z.B. Pellets erfolgreich zu sein. Die meisten sind regional tätig und können Marktschwankungen nur schwer kompensieren. Es ist nach Expertenschätzungen davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren noch eine weitere Konsolidierung stattfinden wird.

Die Solarwärme haben nahezu alle Hersteller im Fokus. Sowohl die „Global Player“ als auch die Wärmeerzeuger-Spezialisten. Damit wird das Geschäft mit Solarwärme-Komponenten zunehmend schwieriger und Hersteller müssen sich entsprechend anpassen.

3.5.1.3 Position des SHK-Großhandels

Bei dem SHK-Fachgroßhandel (FGH) hat in den vergangenen Jahren eine Konzentration auf europäischer Ebene stattgefunden. Dadurch, dass etwa 50% der Solarwärme-Produkte über den dreistufigen Vertriebsweg geliefert werden, hat der Fachgroßhandel eine starke Position.

Gleichzeitig steht der Fachgroßhandel durch die Zunahme der angebotenen Produkte - sowohl im Bereich Sanitär als auch Heizungstechnik - unter steigendem Kostendruck.

Auch der Fachgroßhandel spürt die Auswirkungen des Inkrafttretens der EnEV und der komplexer werdenden Anlagentechnologie durch die Zunahme der Nachfrage nach Systemtechnik. Damit steigt die zu erbringende Beratungsleistung die erwartet wird, um mit den zweistufig agierenden Anbietern mithalten zu können.

Dies führt zum Teil dazu, dass der FGH sein Produktportfolio weiter ausbaut und unabhängig vom Hersteller mit Systemlösungen optimieren kann. Solche Systemangebote erleichtern dem Handwerk die Auswahl an gut aufeinander abgestimmten Komponenten.

Mit der Zusammenstellung von Anlagensystemen ist aber auch die Frage der Haftung bezüglich der

Anlageneffizienz im Rahmen der Einführung der ErP-Richtlinie (Ökodesign-Richtlinie) für den FGH relevant.

Durch die Zunahme komplementärer Wärmeerzeugertechnologien muss der FGH die Anzahl der Zulieferer reduzieren, um das gebunden Kapital nicht unverhältnismäßig erhöhen zu müssen.

Eine zukünftige Veränderung der Nachfrage nach beratungsintensiven erneuerbaren Techniken wie WP und Biomasse (die eher für den zweistufigen Vertrieb sprechen) könnte auch dazu führen, dass der FGH durch eigene Herstellung oder Beteiligungen an Herstellern die gesamte Prozesskette abbildet, was zu einem quasi zweistufigen Absatzkanal führt und natürlich alle relevanten Komponenten, vom Wärmeerzeuger über den Speicher bis hin zu Solarwärme und Regelung, betrifft. In der Solarwärme sieht der FGH nach Expertenaussagen eine der Anlagenkomponenten, die in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden. Deshalb unterstützen viele FGH auch durch eigene Kampagnen oder Gemeinschaftskampagnen mit Herstellern und Handwerk sowie Energieversorgern die Verkaufsförderung von Solarwärme. Der FGH erwartet eine kontinuierliche Entwicklung der Solarwärme.

3.5.1.4 Position des Handwerks

Das SHK-Handwerk mit etwa 52.500 Betrieben ist sowohl im Bereich Sanitär als auch Heizungstechnik engagiert, wobei sich viele Betriebe spezialisiert haben. Nach Schätzungen beschäftigen sich schwerpunktmäßig ca. 60% der ca. 273.000 im SHK tätigen Mitarbeiter mit Sanitär und 40% mit Heizungs- Klima- Lüftungstechnik.

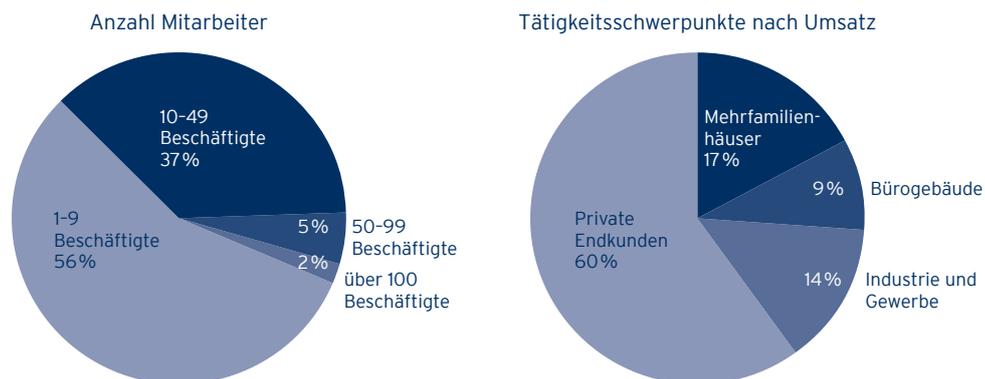
Neben der Lieferung und Montage der Heizungsanlage werden auch Energieberatung und Kenntnisse über die aktuellen Förderbedingungen – vor allem von privaten Endkunden – erwartet, da nach wie vor der Heizungsbauer der wichtigste Ansprechpartner für diese Zielgruppe ist.

Das traditionell eher konservative Handwerk steht immer mehr vor der Herausforderung einer steigenden Komplexität der Anlagentechnologie. Gleichzeitig wird erwartet, dass der SHK-Handwerker sich mit allen Produkten, von der 30-jährigen Ölheizung bis zur Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung, auskennt.

Das Handwerk hat auf den zukünftigen Erfolg der Solarwärme einen maßgeblichen Einfluss. Wachstum der Solarwärme bedarf des Engagements des Handwerks. Im Rahmen einer repräsentativen Befragung von 500 SHK-Handwerksbetrieben [Technomar, 2011a] wurde das aktuelle Stimmungsbild des Handwerks erfasst und für den Fahrplan analysiert, wie das Handwerk sich gegenwärtig für Solarwärme engagiert, welchen Stellenwert die Solarwärme hat und wie die (kurzfristige) Entwicklung der Solarwärme eingeschätzt wird.

Die Mehrzahl der befragten SHK-Betriebe beschäftigt unter neun Mitarbeiter. Knapp 37% liegen in der Klasse zehn bis 49 Beschäftigte, von denen allerdings die allermeisten deutlich unter 20 Mitarbeiter haben. Das Hauptbetätigungsfeld liegt im Bereich der EFH/ZFH. MFH und Industrie spiele eine untergeordnete Rolle.

3 | Abbildung 63 | Größe und Tätigkeitsschwerpunkte von SHK-Handwerksunternehmen

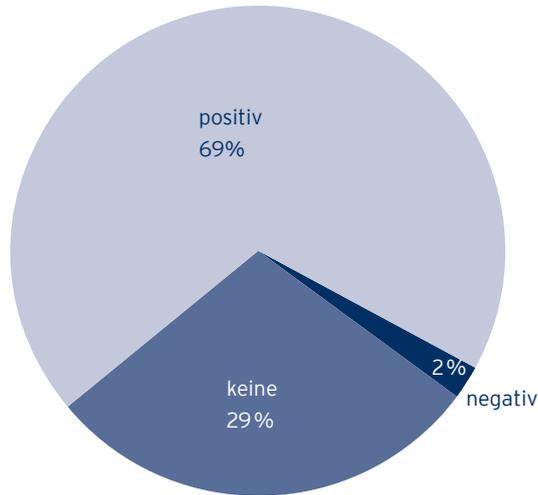


Basis: 500 Befragte, SHK = Sanitär, Heizung, Klima, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

69% der befragten Handwerksbetriebe haben generell eine positive Einstellung zu Solarwärme, immerhin 29% betrachten das Thema ambivalent und nur 2% lehnen Solarwärme ab. Tendenziell

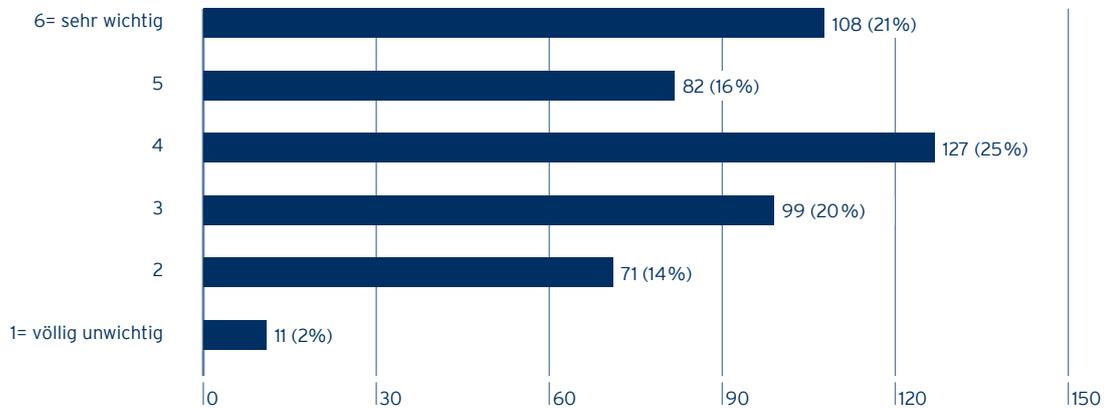
wird Solarwärme für das Geschäft als eher wichtig bewertet. Hier ist noch Entwicklungspotential für den weiteren Ausbau der Solarwärme.

3 | Abbildung 64 | Meinung zur Solarwärme



Basis: 500 Befragte, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

3 | Abbildung 65 | Wirtschaftliche Bedeutung solarthermischer Anlagen für das SHK-Handwerk

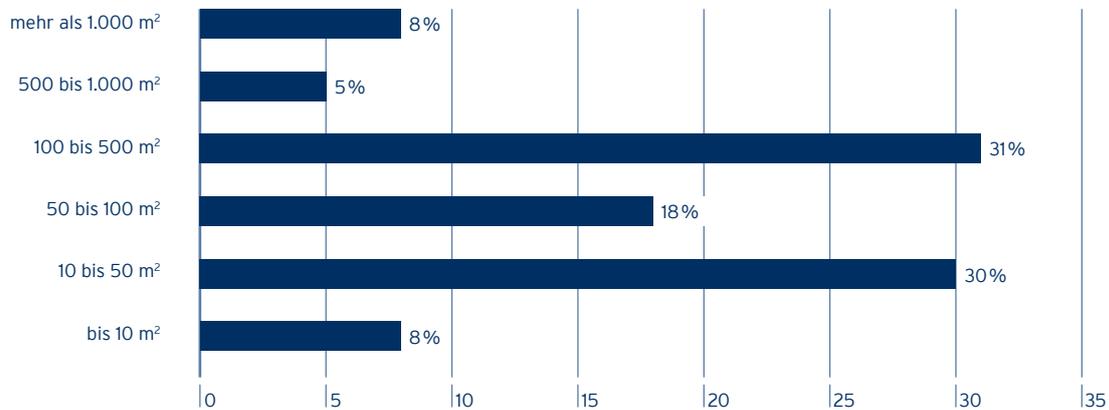


SHK = Sanitär, Heizung, Klima, Basis: 500 Befragte, auf 500 fehlende Antworten: keine Angabe, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Ein Indikator für die tatsächliche Bedeutung der Solarwärme für das Geschäft ist die jährlich installierte Kollektorfläche. Etwa 20% der Befragten installiert gar keine Solarwärme oder liegt pro Jahr unter 100 m², was deutlich zeigt, dass diese Unternehmen keinen Fokus auf Solarwärme le-

gen. Hier ist zu berücksichtigen, dass das Ergebnis auch die Aussagen der Betriebe, die sich nur auf Sanitärinstallation spezialisieren und Kessel oder Solarwärme-Anlagen nur auf besonderen Wunsch verbauen, enthält.

3 | Abbildung 66 | Größe der von den Handwerksunternehmen verbauten Kollektorfläche pro Jahr

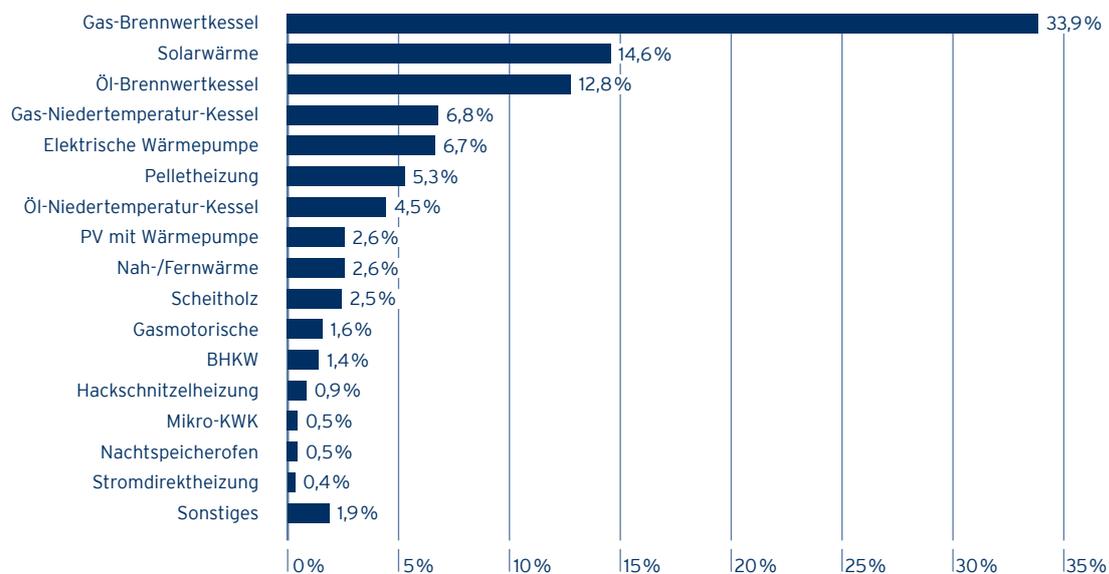


Basis: 500 Befragte, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Gegenwärtig ist der klassische Heizkessel (Gas/Öl-Brennwert) das wichtigste Produkt für SHK-Betriebe. Die Solarwärme nimmt heute schon eine bedeutende Stellung unter den Anlagentechnolo-

gien, insbesondere in Kombination mit Gasbrennwertgeräten ein. WP und Biomasse gewinnen erst langsam an Bedeutung.

3 | Abbildung 67 | Vom SHK-Handwerk verbaute Heiztechnologien in Prozent



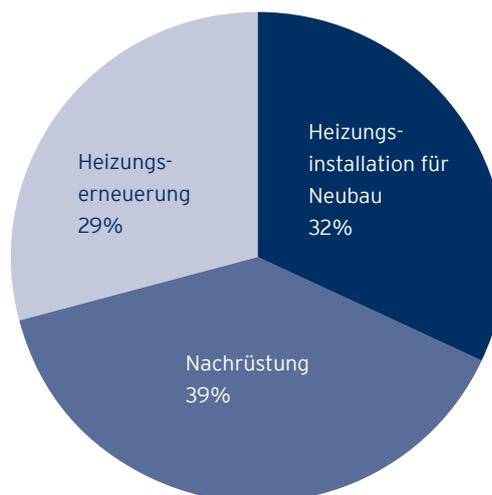
Basis: 500 befragte Handwerker - Fragestellung: „Welche Heiztechnologien verbauen Sie anteilig in Prozent bezogen auf Einheiten heute?“, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Neue Wärmeerzeugertechnologien bedeuten für das Handwerk ein höheres Risiko, sind erklärungsbedürftiger und bieten für den Handwerker kaum einen signifikanten Vorteil (z.B. bezüglich Marge, Zeitersparnis durch einfachere Installation, etc.). Auch der Beratungsaufwand und die Vertriebskosten steigen, die aber nur bedingt an den Endkunden weitergegeben werden können. „Energieberatung“ wird häufig als kostenlose Dienstleistung im Rahmen der Angebotserstellung erwartet.

Mit Solarwärme bedienen die SHK-Betriebe drei Segmente: die Nachrüstung bestehender Hei-

zungsanlagen, die Installation von Solarwärme im Rahmen einer Heizungsmodernisierung und die Installation im Neubau. Etwa 68% der installierten Solarwärme Anlagen gehen in Bestandsgebäude. Bei der Nachrüstung entfallen etwa 50% auf Gas-Brennwertkesseln, Öl-Brennwertkessel liegen mit ca. 15,2% deutlich dahinter. Andere Wärmeerzeuger wie Biomasse und Wärmepumpe folgen mit je ca. 7%. Dies kann zum Teil auch daran liegen, dass der Anteil der Pelletkessel, die gleich mit Solarwärme installiert werden, deutlich höher ist als bei Gas- bzw. Ölkesseln.

3 | Abbildung 68 | Vom SHK-Handwerk verbaute Solarwärmeeinrichtungen bezogen auf Installationsanlass



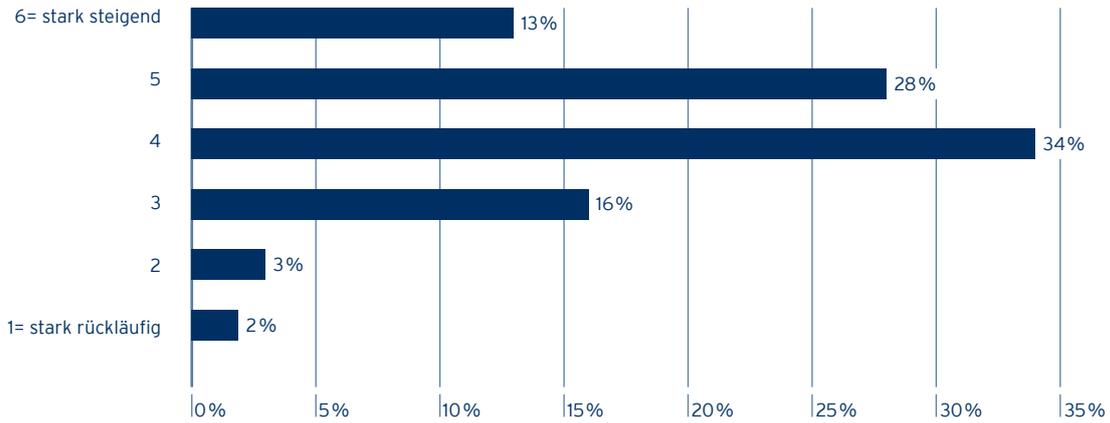
Basis: 500 Befragte, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Die Entwicklung der Solarwärme in den kommenden drei Jahren sehen die Handwerksbetriebe eher positiv. Über 40% der Befragten erwarten eine steigende bzw. stark steigende Nachfrage

nach Solarwärme-Technologie. Lediglich 20% rechnen eher mit einem rückläufigen bzw. stark rückläufigen Markt.

3 | Abbildung 69 | Erwartungen des Handwerks an die Solarwärme bis 2014

Einschätzung der Geschäftsentwicklung als:

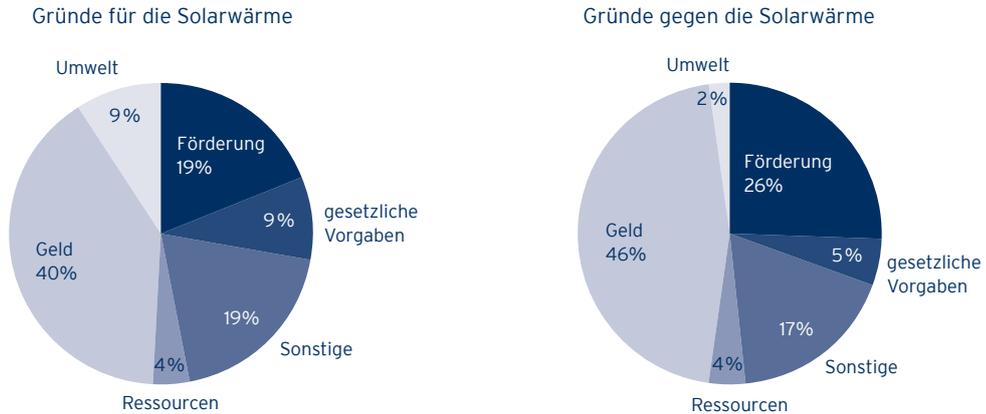


Basis: 500 Befragte, auf 500 fehlende Antworten: keine Angabe, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Bemerkenswert ist der Vergleich bei den Begründungen zwischen denen, die die Entwicklung der Solarwärme als positiv sehen (Optimisten) und denen, die sie negativ einschätzen (Pessimisten). Für beide Gruppen spielt Geld eine wesentliche Rolle. Während die „Pessimisten“ Geld als Hindernis gegen die Solarwärme ansehen („fehlendes

Geld der Investoren“), betrachten „Optimisten“ Geld als positives Argument für die Solarwärme und begründen dies mit der Möglichkeit der „Geldeinsparung“. Ähnlich wird auch die Förderung gesehen, für die „Optimisten“ ist die Förderung hilfreich, für die „Pessimisten“ nicht ausreichend.

3 | Abbildung 70 | Bisherige Gründe des Handwerks für und gegen die Solarwärme



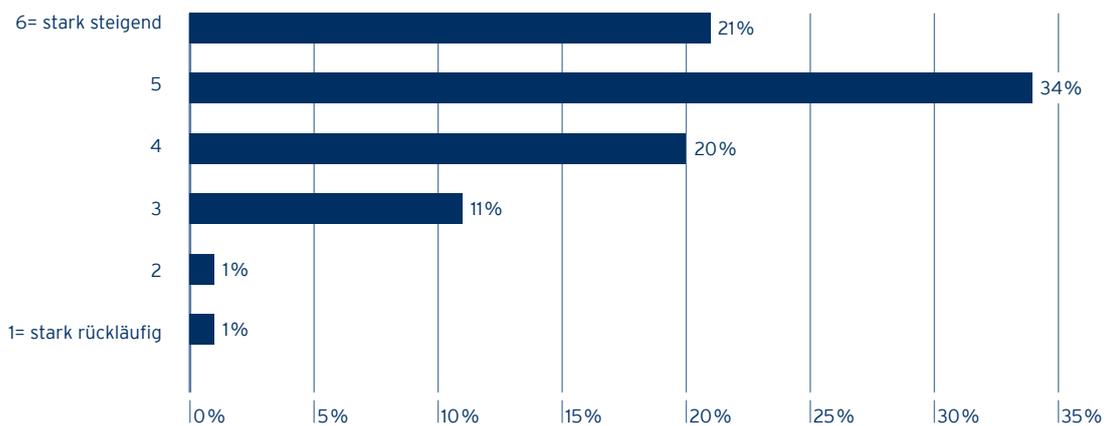
Basis: 500 Befragte, Mehrfachnennungen möglich; Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Langfristig sehen die befragten Handwerker die Zukunft noch optimistischer. Bis 2020 sind 55%

der Meinung, dass der Bedarf an Solarwärme steigend bzw. stark steigend sein wird.

3 | Abbildung 71 | Erwartungen des Handwerks an die Solarwärme bis 2020

Einschätzung der Geschäftsentwicklung als:

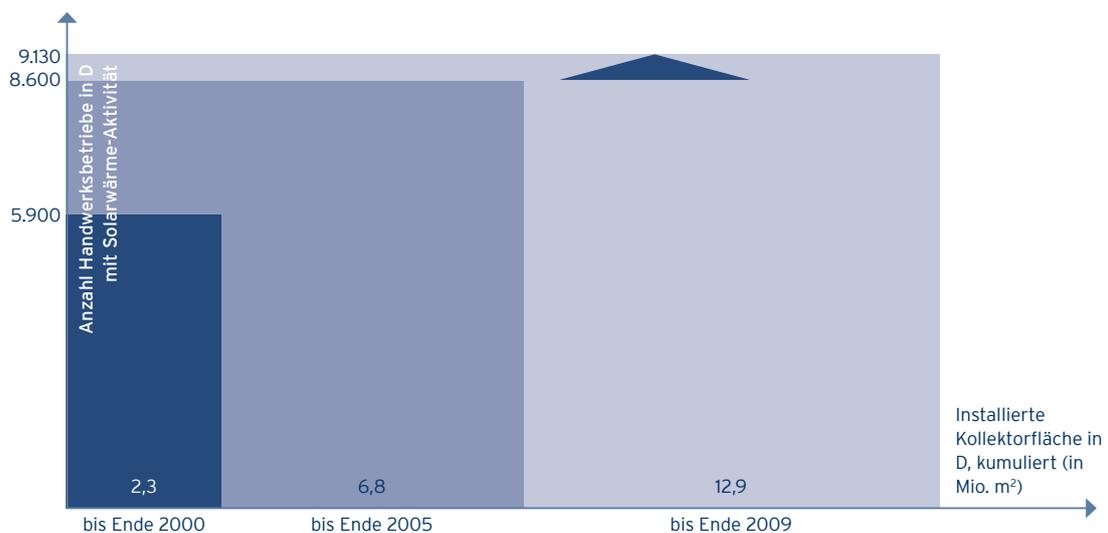


Basis: 500 Befragte, auf 500 fehlende Antworten: keine Angabe, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Für die Solarwärme engagieren sich etwa 6.500 Betriebe, von denen nach Expertenschätzungen 38% auch Photovoltaik anbieten. In den vergangenen Jahren ist die Zahl der SHK-Betriebe kaum gestiegen. Bis Ende 2000 haben ca. 5.900 Betriebe etwa 2,3 Mio. m² Kollektorfläche installiert, d.h. im Durchschnitt 390 m² pro Unternehmen. In den kommenden fünf Jahren stieg die Zahl der SHK-Unternehmen weiter auf ca. 8.600, die kumulierte installierte Kollektorfläche auf 6,8 Mio. m² bis 2005. Damit erhöhte sich auch die durchschnittliche installierte Kollektorfläche auf 523 m² pro Unternehmen. Zwischen 2005 und 2009 hat sich die installierte Kollektorfläche mit 12,9 Mio. m² fast verdoppelt, aber es kamen lediglich 530 neue SHK-Betriebe dazu, die durchschnittliche installierte Kollektorfläche ist lediglich auf 668 m² pro Unternehmen gestiegen.

mulierte installierte Kollektorfläche auf 6,8 Mio. m² bis 2005. Damit erhöhte sich auch die durchschnittliche installierte Kollektorfläche auf 523 m² pro Unternehmen. Zwischen 2005 und 2009 hat sich die installierte Kollektorfläche mit 12,9 Mio. m² fast verdoppelt, aber es kamen lediglich 530 neue SHK-Betriebe dazu, die durchschnittliche installierte Kollektorfläche ist lediglich auf 668 m² pro Unternehmen gestiegen.

3 | Abbildung 72 | Entwicklung der Anzahl SHK-Betriebe

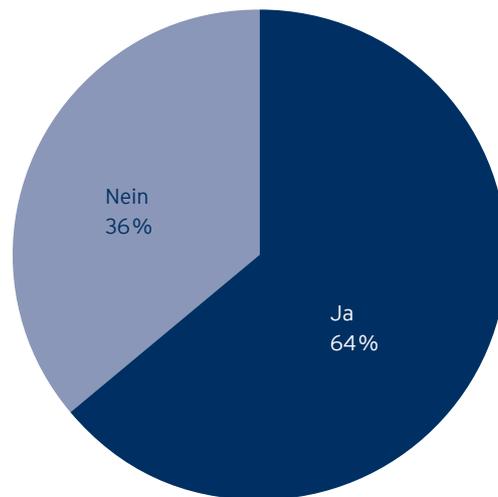


Quellen: BSW-Solar, EuPD, Technomar

Da Solarwärme fast ausschließlich über das SHK-Handwerk an Endkunden verkauft wird, ist dieser Vertriebsweg eines der Schlüsselkriterien für den weiteren Ausbau der Solarwärme.

Heute bieten etwa 64% der Betriebe Solarwärme standardmäßig an.

3 | Abbildung 73 | Solarwärme als Bestandteil des Heizungsanlagenangebots



Basis: 500 Befragte SHK-Handwerksunternehmen, Quelle: Technomar Akteursanalyse 2011

Fazit

Solarwärme hat insgesamt ein gutes Image bei den Handwerksbetrieben. Die Umstellung auf EE-Technologien fällt dem Handwerk offensichtlich schwer. Solarwärme hat (noch) nur für ca. 30% der Befragten eine hohe Bedeutung für das Geschäft. Mittelfristig wird der Gasbrennwertkessel

kombiniert mit Solarwärme als die meistverkaufte Erzeugertechnologie eingeschätzt. Tendenziell sind eher größere Unternehmen mit Solarwärme erfolgreich. Langfristig sehen die meisten Befragten für die Solarwärme einen zunehmenden bzw. stark zunehmenden Markt.

3.5.1.5 Analyse der Potentiale für Solarwärme-Anlagen am Gesamtmarkt (Heizungen, Warmwasser, Prozesswärme (bis 100°C))

Wie in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben, sind das Marktpotential und dessen Entwicklung von vielen Faktoren abhängig. Entsprechend muss bei der Diskussion der zukünftigen Ausbaumög-

lichkeiten der Solarwärme zwischen den jeweiligen Segmenten und dem technisch möglichen Marktpotenzial und dem wahrscheinlich realisierbaren Marktpotenzial differenziert werden.

3.5.1.6 Technische Potentiale und marktseitig realisierbare Potentiale der Solarwärme

Der vorliegende Fahrplan setzt in seinen Erkenntnissen und Schlussfolgerungen auf der DSTTP-Forschungsstrategie auf. Dennoch gibt es wesentliche Unterschiede. Während die DSTTP in ihren Potentialaussagen auf das technisch realisierbare Solarwärme-Potential fokussiert und vom Basisjahr 2008 ausgeht, konzentriert sich der Fahrplan auf die am Markt absetzbare Absatzmenge. Diese

Absatzmenge ist abhängig von der möglichen Positionierung der Solarwärme im Wettbewerb der Erzeugertechnologien, der Fördersituation der Technologien, dem physikalisch bedingt sinkenden Grenznutzen bei hohen solaren Deckungsgraden sowie dem Kundeninteresse und der jeweiligen Budgetsituation der möglichen Investoren.

3 | Abbildung 74 | DSTTP-Perspektive der Solarwärme-Marktdurchdringung in Deutschland und Europa

	Einheit	Deutschland			Europa		
		2008	2020	2030/2050	2008	2020	2030/2050
Gesamt inst. Leistung	GW _{th}	7,9	56	448	15,4	336	2.400
Gesamt inst. Kollektorfläche	Mio. m ²	11,3	80	640	22,0	480	3.400
Jährlich inst. Leistung	GW _{th}	1,5	5,7	24	1,9	35	120
Jährlich inst. Kollektorfläche	Mio. m ²	2,1	8,2	34	2,7	50	170
Jährliches Investitionsvolumen	Mrd. € ₂₀₀₅	1,7	3,7	7,2	2,2	23	36
Jährliche Energieeinsparung	TWh	4,5	32	256	8,8	192	1.360
Jährliche CO ₂ -Einsparung	Mio. t	1,2	8,5	68	2,3	51	363

Quelle: Deutsche Solarthermie-Technologieplattform (DSTTP) 2010

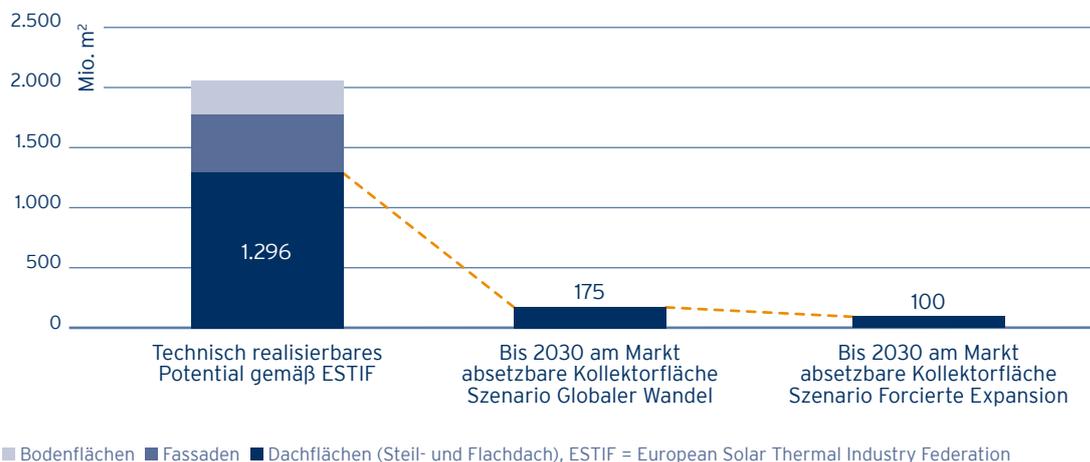
Die von der DSTTP beschriebenen sehr hohen Potentiale (vgl. Abbildung 3|74) können in dem (Fahrplan zugrunde liegenden) Szenario „Forcierte Expansion“ im Betrachtungszeitraum bis 2030 noch nicht erreicht werden. Die in der DSTTP unterstellte „Wettbewerbsfähigkeit in hohem Maße“ hängt neben den Möglichkeiten der Solarwärme-Branche zur Kostensenkung und der technischen Entwicklung der Wettbewerbstechnologien auch insbesondere von der künftigen Entwicklung der Energiepreise und weiterer Rahmenbedingungen ab. Den DSTTP-Potentiale entsprechende Rahmenbedingungen sind in diesem Fahrplan im vergleichsweise sehr optimistischen Szenario „Globaler Wandel“ dargestellt.

Die Abweichung zwischen beiden Studien ist auch methodisch bedingt. Beide Berechnungen basieren auf linearen Wachstumsraten, die insgesamt

zu einem exponentiellen Anstieg der in Deutschland installierten Kollektorfläche führen. Die DSTTP basiert auf dem hohen Absatz-Ausgangswert von 2008, der Fahrplan hingegen auf den deutlich niedrigeren Werten von 2009 und 2010. Beide Berechnungen unterstellen im Wesentlichen lineare, relativ konstante Wachstumsraten, die insgesamt zu einem exponentiellen Anstieg der in Deutschland installierten Kollektorfläche führen.

Aus den oben stehenden Argumenten ist auch gleichermaßen der Unterschied zwischen dem vorliegenden Fahrplan und den technischen Potentialen der ESTIF [ESTIF 2009] erklärbar (vgl. Abbildung 3|75). Ferner sind im technischen Potential Fassaden und Bodenflächen berücksichtigt, im Fahrplan aufgrund der derzeit noch sehr geringen Kundenakzeptanz jedoch nicht.

3 | Abbildung 75 | Vergleich technisches und wirtschaftliches Potential der Solarwärme bis 2030 in Deutschland



3.5.1.7 Realisierbare Solarwärme-Potentiale im Wohnbereich

Für die Berechnung der realisierbaren Solarwärme-Potentiale wurden verschiedene Studien ausgewertet. Die meisten Untersuchungen basieren auf Erhebungen, die für die Photovoltaik-Nutzung erstellt worden sind, die Ansätze zur Ermittlung der Potentiale sind unterschiedlich. Ein Ansatz ist, die Anzahl der geeigneten Dächer zu bestimmen,

ein weiterer Ansatz ist die Bestimmung der Dachflächen. Freiflächen wurden in dem Fahrplan nicht berücksichtigt.

Die wesentlichen Studien sind hier zusammengestellt.

3 | Abbildung 76 | Dachflächeneignung für Solarenergie - Studienvergleich

Studie/Quelle	SW/PW	Potential	Bezugsbasis
Kaltschmidt/Wiese	PV	60%	Anzahl Dächer (Wohn-, Nichtwohn- und Nebengebäude)
Quaschnig	PV	30%	Anzahl Dächer
DLR/IFEU/Wupp. Inst.	PV	25%	Gesamt-Dachfläche
SUN-AREA	PV	20%	Gesamt-Dachfläche, nicht: Anzahl Dächer (durchschnittliche Verdichtung, Mindestfläche für PV: 20 m²)
SUN-AREA	SW	(60-70%) Schätzung Wohngebäude ¹ : ca. 40%	alle Dächer inkl. Nebengebäude, Nicht-Wohngebäude etc. (Potential: Mindestfläche für Solarwärme von 5m²; auch reine Ost-West-Ausrichtung)
EuPD	PV/SW	41,5% ²	Anzahl Dächer (nur Wohngebäude ohne Nebengebäude), Durchschnittsbetrachtung Stadt-Land

¹Schätzung Technomar aus dem Gespräch mit SUN-AREA (nur Wohngebäude, leicht erhöhte Verschattung), ²Schätzung EuPD auf Basis der Auswertung verschiedener Studien und Expertengespräche ohne Berücksichtigung der Flächenkonkurrenz mit PV

In der Abbildung 3|76 sind die Dachflächen der einzelnen Studien dargestellt. In der Potentialberechnung nach Quaschnig wird nach Wohngebäude (WG) und Nichtwohngebäude (NWG) sowie der Dachart Schräg- und Flachdach differenziert.

Die Gebäude- und Dachtypologien sind in zwei Klassen je nach Eignung (Ausrichtung, Verschattung) eingeteilt. Die Klassifizierung ist in der Abbildung 3|77 dargestellt.

3 | Abbildung 77 | Klassifizierung der Dachflächen für Solarenergie

Klasse	Dachart	Azimutwinkel	Neigungswinkel	Verluste durch		Gesamtverluste (im Mittel)
				Neigung (mittel)	Abschattung und Verschmutzung f_B	
Klasse I	Schrägdächer Flachdächer	bis $\pm 45^\circ$ 0°	bis 60° 30°	10% 0%	5% 10%	15% 10%
Klasse II	Schrägdächer Flachdächer	$\pm 90^\circ$ 0°	bis 60° 30°	15% 0%	5 bis 15% 10 bis 20%	25% 15%

Quelle: Fraunhofer IWES 2011

3 | Abbildung 78 | Solarwärme-Potential gemäß geeigneter Dachfläche in Deutschland

PV-Potentiale nach Quaschnig lt. Fraunhofer (2011)		Brutto Mio. m ²	Klasse I Mio. m ²	Klasse II Mio. m ²	I + II Mio. m ²	Klasse I	Klasse II	I+II
Wohngebäude	Schrägdach	2.181	164	491	654*	7,5%	22,5%	30,0%
Wohngebäude	Flachdach	164	25	25	49*	15,0%	15,0%	30,0%
Zwischensumme		2.345	188	515	704			
Nicht-Wohngebäude	Schrägdach	800	60	180	240	7,5%	22,5%	30,0%
Nicht-Wohngebäude	Flachdach	1.200	180	180	360	15,0%	15,0%	30,0%
Summe		4.345	428	875	1.304	9,9%	20,1%	30,0%

Dachfläche	Anz. in Mio.	m ² /Haus	Brutto Mio. m ²	Klasse I Mio. m ²	Klasse II Mio. m ²	I + II Mio. m ²	Brückenrechnung EuPD-Quaschnig
EFH/ZFH	14,8	120,0	1.776	133	400	533	
MFH	3,1	183,6	569	43	128	171	
Summe	17,9		2.345	176	528	704	
Wachstum des Wohngebäude-Bestands 1994-2010			17%			823	

SW-Fläche	Anz. in Mio.	m ² /Haus	Brutto Mio. m ²	Klasse I Mio. m ²	Klasse II Mio. m ²	I + II Mio. m ²	Solarwärme-Potential in Mio. m ² nach Quaschnig 6,7% der PV-Dachfläche
EFH/ZFH	14,8	8	118	9	27	36	
MFH	3,1	21,5	67	10	10	20	
Summe	17,9		185	19	37	56	

SW-Fläche	Anz. in Mio.	m ² /Haus	Brutto Mio. m ²	Eignung 41,50%		Solarwärme-Potential in Mio. m ² nach EuPD 9,3% der PV-Dachfläche
EFH/ZFH	14,8	8	118	49		
MFH	3,1	21,5	67	28		
Summe	17,9		185	77		

*Rundungsdifferenz

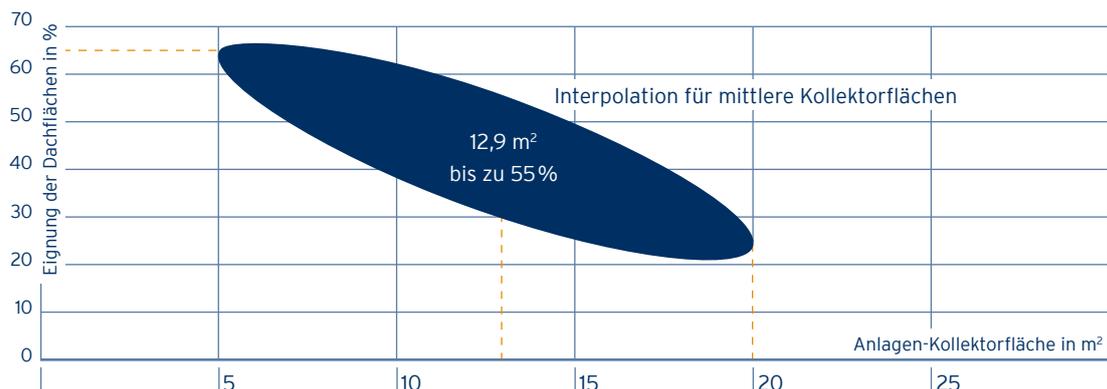
Zusätzlich zu den beschriebenen Studien wurde eine Vielzahl von Expertengesprächen geführt. Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist der Zusammenhang von Kollektorgröße und geeigneter Dachfläche. Je größer die zu installierende Kollektorfläche, desto geringer die Zahl der geeigneten Dachflächen. Eine eindeutige Korrelation herzustellen ist kaum möglich, deshalb ist es sinnvoller, von Korridoren an geeigneten Dächern zu sprechen.

Berücksichtigt werden müssen auch die Häuser, die über Fernwärme beheizt sind und daher zwar unter Umständen geeignet sind, aber mit großer

Wahrscheinlichkeit dort kaum Solarwärme realisiert wird.

Zu beachten ist ebenfalls, dass der Begriff „geeignete Fläche“ auch von den Rahmenbedingungen abhängig ist. Gemeint ist damit, dass beispielsweise durch steigende Energiepreise auch Flächen in Betracht kommen können, die unter anderen Umständen wohl nicht genutzt würden. Das Szenario Forcierte Expansion geht im Durchschnitt von einer Kollektorfläche von 12,9 m² aus. Dieser Wert wurde bei der weiteren Betrachtung herangezogen.

3 | Abbildung 79 | Abhängigkeit des Dachflächenpotentials von Kollektorfläche
Je kleiner die Kollektorfläche, desto höher der Anteil geeigneter Dachflächen



Abschläge für Fern-/Nahwärme (ca. 50% von 2,1%) und Teil-Nichteignung von Nicht-Wohngebäuden nicht enthalten,
Quelle: Technomar 2011

Zum beschriebenen Sachverhalt gibt es unterschiedliche Annahmen. Nach Abwägung aller Parameter scheinen je nach Kollektorgröße zwischen 23% und 65% der Dachflächen (Anzahl) für die Solarwärme geeignet. Für den Durchschnittswert von 12,9 m² liegt die Eignung damit zwischen 45% und 55%.

Zu berücksichtigen sind auch die Konkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarwärme sowie die bereits mit Photovoltaik bzw. Solarwärme belegten Dächer. Nach Einschätzung der beiden Industrieverbände in Deutschland, BSW-SOLAR und BDH gibt es in Deutschland ein erschließbares Marktpotential von 3,8 Mio. m² Kollektorfläche p.a. für das Jahr 2020. Die Solarisierungsquote soll bis dahin mindestens 50% betragen. Der Anteil der heizungsunterstützenden Anlagen von heute ca.

60% wird bis 2020 auf mindestens 70% steigen. Im Grundsatz kann eine solche Prognose in dieser Studie nachvollzogen werden.

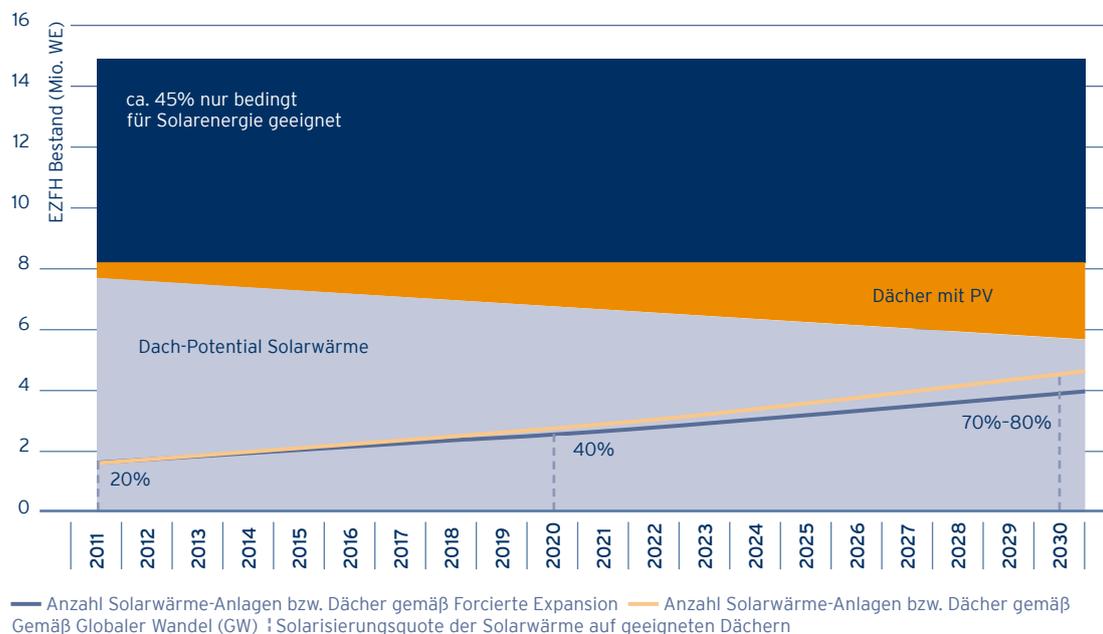
Legt man den Gebäudebestand von ca. 17,9 Mio. Wohngebäuden zugrunde, wären etwa 8 - 10 Mio. Dächer geeignet. Abzüglich der bereits belegten Dächer (ca. 2 Mio. Photovoltaik und Solarwärme, Ende 2010) verbleibt ein Restpotential zwischen 6 und 8 Mio. Dachflächen.

Im linken Diagramm der Abbildung 3|80 ist der deutsche Bestand von ca. 14,8 Mio. EZFH dargestellt, der im Zeitablauf nahezu konstant bleibt. Die graue Fläche zeigt den Anteil daran, der für Solarwärme und Photovoltaik aufgrund von Verschattung etc. nicht oder nur bedingt geeignet ist. Die rote Fläche beschreibt den Zubau an Pho-

tovoltaik. Die übrige grüne Fläche entspricht dann dem Dachflächenpotential, das für Solarwärme zur Verfügung steht. Dabei wird keine direkte Dachflächenkonkurrenz zwischen Solarwärme und Photovoltaik angenommen. Im Zeitablauf wird dieses Potential (grüne Fläche) durch den Solarwärme-Zubau immer mehr in Anspruch genommen. Bis 2030 sind je nach Zubau-Szenario zwischen 70%

und 80% des zur Verfügung stehenden Dachflächenpotentials ausgeschöpft. Es ist erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass mit zunehmender Ausschöpfungsquote des Dachflächenpotentials, diese Kennzahl ist synonym zur Kennzahl Marktdurchdringung, auch der Aufwand für Marketing und Vertrieb von Solaranlagen ansteigt.

3 | Abbildung 80 | Ausschöpfung des solaren Dachflächenpotentials auf Ein- und Zweifamilienhäusern bis 2030

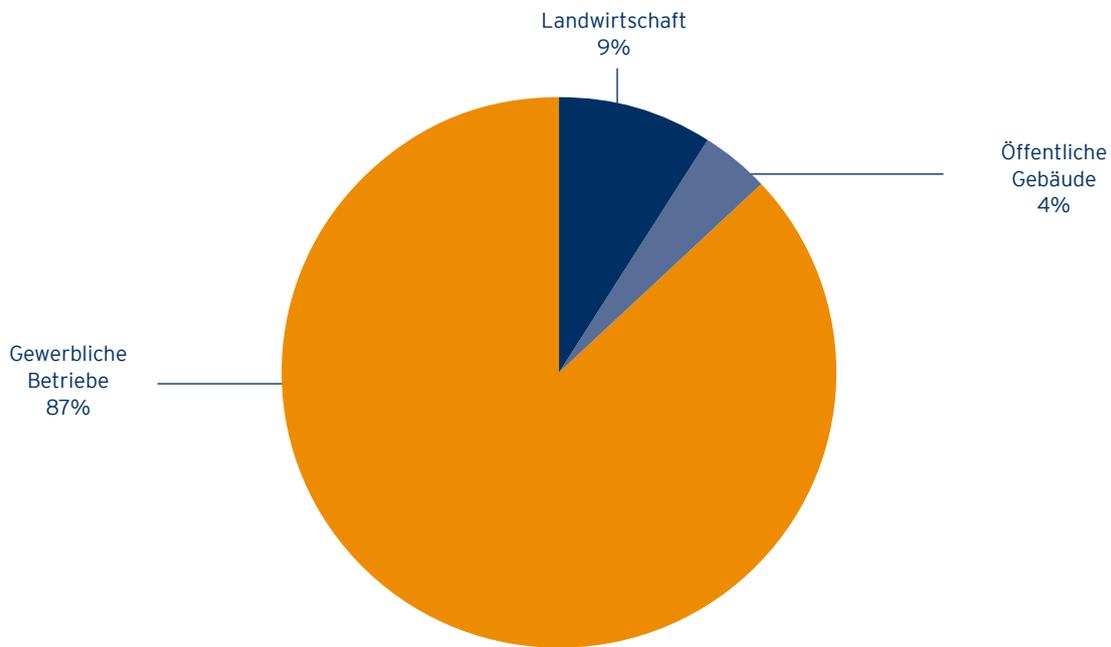


3.5.1.8 Realisierbare Solarwärme-Potentiale im Nichtwohnbereich

Für den Nichtwohnbereich sind zum Teil die gleichen Parameter gültig wie für den Wohnbereich. In diesem Segment ist die Nutzungsart der Gebäude ein wichtiges Kriterium. Der Gesamtbestand an Nichtwohngebäuden liegt bei 4,35 Mio. Gebäuden.

Der überwiegende Teil von 87% entfällt auf die gewerbliche Nutzung, etwa 9% werden landwirtschaftlich genutzt und 4% sind öffentliche Gebäude wie Schulen, Krankenhäuser, Theater, etc.

3 | Abbildung 81 | Struktur der Nicht-Wohngebäude in Deutschland



Quelle: EuPD

Nach einer Studie von EuPD [EuPD, 2010] sind von den 4,35 Mio. Nichtwohngebäuden etwa 1 Mio. für die Solarwärme geeignet. Diese Zahl errechnet sich u.a. aus der Struktur der Betriebsgrößen, der Größe der landwirtschaftlichen Betriebe, dem Standort und der Bebauungsdichte. Je größer ein Betrieb, desto größer die Wahrscheinlichkeit,

dass ein eigenes Betriebsgebäude meist in einem Gewerbebetrieb vorliegt und z.B. Verschattung keine wesentliche Rolle spielt. Auch hier ist die Größe der Kollektorfläche zu berücksichtigen. Im Szenario der Forcierten Expansion wird von einer durchschnittlichen Kollektorgröße von 21 m² ausgegangen.

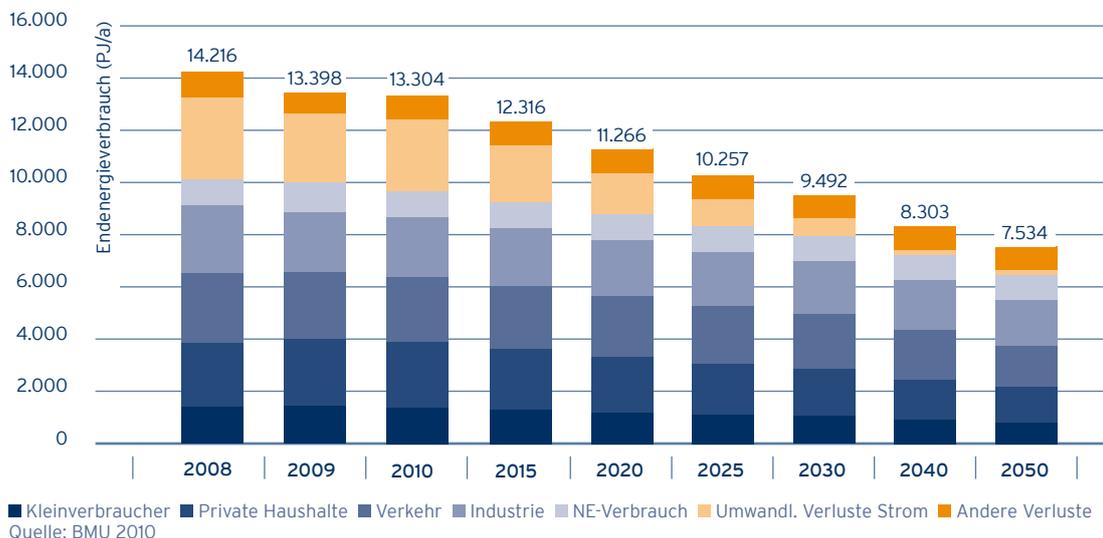
3.5.1.9 Realisierbare Solarwärme-Potentiale im der Prozesswärme

Laut BMWi betrug der Endenergiebedarf der deutschen Industrie im Jahr 2010 rund 607 TWh [BMWi, 2011]. Davon gingen ca. 75% in den Wärmebedarf bzw. ca. 70% in den Prozesswärmebedarf [BMU, 2010]. Das BMU Basisszenario A geht davon aus, dass sich der Wärmebedarf in der Industrie durch Rationalisierung, Effizienzsteigerung, bessere Isolierung etc. bis 2030 um ca. 30% reduzieren wird (vgl. Abbildung 3|82). Laut [GroSol, 2007] liegen

- ca. 14% im Temperaturbereich bis 100°C
- ca. 19% im Temperaturbereich zw. 100°C und 200°C
- der Rest liegt darüber.

Es sollte erwähnt werden, dass in der statischen Struktur des BMWi neben dem Segment „Industrie“ ein weiteres Segment „Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)“ existiert, dessen Wärmebedarf an dieser Stelle nicht betrachtet wird.

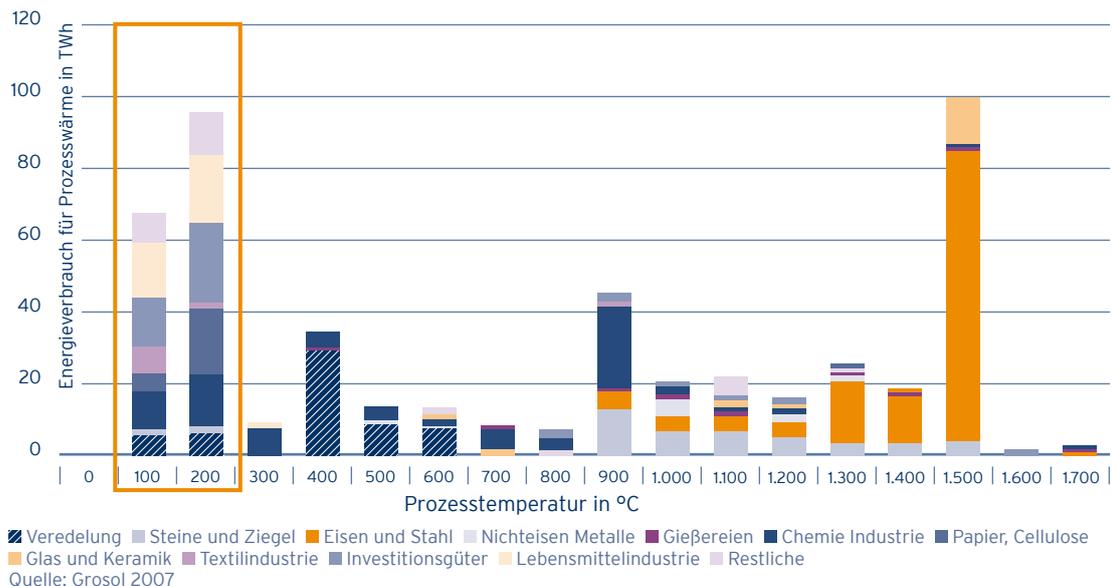
3 | Abbildung 82 | Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der BMU-Leitstudie, Basisszenario 2010 A



Wie die Abbildung 3|83 zeigt, verteilt sich der Prozesswärmebedarf der Industrie auf Temperaturen zwischen 50°C (Lebensmittelindustrie) und über 1.500°C (Stahlerzeugung und -verarbeitung). Je nach Branche und Produktionsprozessstufe sind

ganz unterschiedliche Temperaurbedarfe zu identifizieren. Im für die Solarwärme relevanten Temperaturbereich im Bereich bis 200°C dominieren die Branchen Veredelung, Investitionsgüter, Papier und Cellulose sowie die Lebensmittelindustrie.

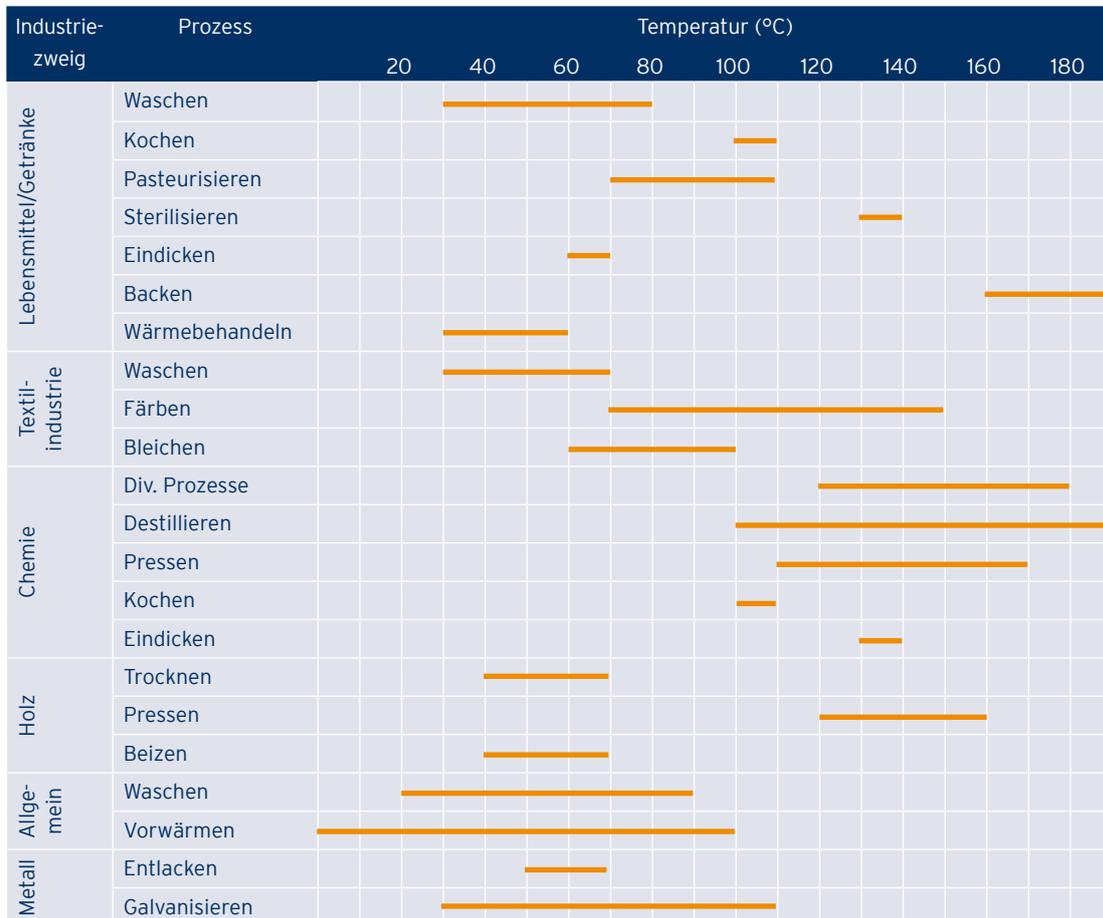
3 | Abbildung 83 | Endenergieeinsatz für Prozesswärme nach Temperaturniveaus



Wie die Abbildung 3|84 demonstriert, sind verschiedenste Prozesse im Temperaturbereich bis

200°C angesiedelt, von denen ca. zwei Drittel im Bereich unter 100°C liegen.

3 | Abbildung 84 | Erforderliche Temperaturniveaus für Prozesse ausgewählter Industriezweige



Quelle: Forschungsstelle Erneuerbare Energien

Dieser Temperaturbereich von ca. 50°C bis 100°C ist deshalb für die Solarwärme besonders relevant, weil nur in diesem Temperaturbereich Standard-Flachkollektoren eingesetzt werden können, die keine Anforderungen an eine erhöhte Temperaturstagnationsfestigkeit aufweisen.

Geht man davon aus, dass in der Industrie Solarwärme-Anlagen mit einem solaren Deckungsanteil bis ca. 40% realisiert werden, entspricht alleine der Temperaturbereich bis 100°C einer Kollektorfläche von ca. 60 Mio. m². Demzufolge beträgt das technisch-wirtschaftliche Potenzial für die solar unterstützte Prozesswärme ca. 22 TWh. Dabei wird unterstellt, dass im industriellen Bereich nur zu vernachlässigende Verschattungsprobleme auftreten, weil genügend geeignete Flächen zur Verfügung stehen. Kollektoren in Leichtbauweise

bzw. unter Einsatz gewichtssparender Materialien (insbes. Kunststoff) und entsprechender Aufständungen machen den großflächigen Solarwärme-Einsatz auch auf den Dächern normaler Industriehallen ohne Verstärkung der Tragfähigkeit möglich. Dies wurde durch Expertenbefragungen bestätigt. Der vergleichsweise hohe solare Deckungsgrad sowie die Annahme einer hohen Dachflächeneignung erklären mögliche Unterschiede zu anderen Potentialabschätzungen der industriellen Prozesswärme für die Solarwärme. Abweichungen nach oben ergeben sich zuletzt auch dadurch, dass im Rahmen des Fahrplans Solarwärme alle Marktsegmente unabhängig von ihrer teils geringen Größe betrachtet wurden.

Nach Expertenmeinung können bis zu einem Temperaturbereich von 90°C optimal Flachkollektoren

eingesetzt werden, bis zu 150°C eignen sich derzeit nur Vakuumröhrenkollektoren. Wird ein Temperaturbereich bis 200°C angestrebt, kommen derzeit nur konzentrierende Solarwärme-Systeme in Frage, für deren Einsatz in Deutschland müsste das Problem des hohen diffusen Strahlungsanteils

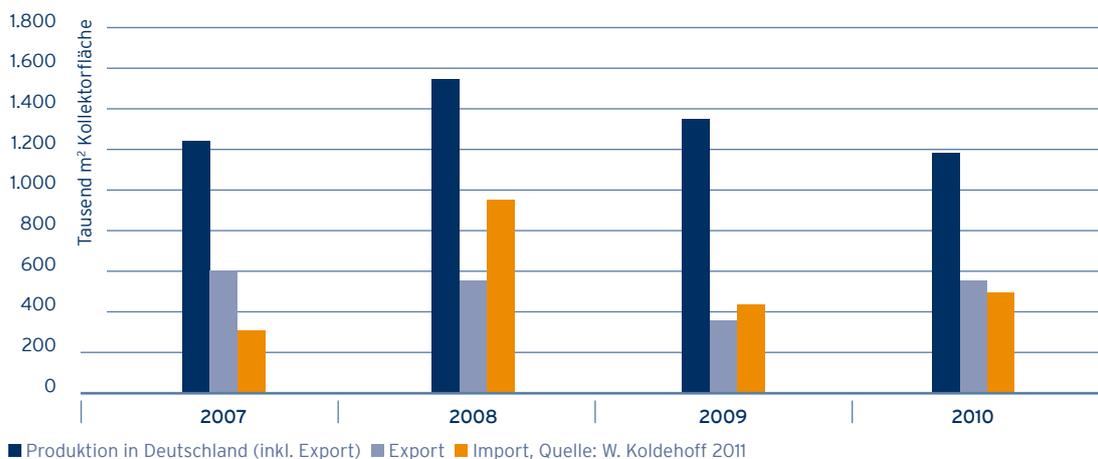
von ca. 50% gelöst werden. Für den Export - insbesondere in Länder mit höherer direkter solarer Einstrahlung - ergibt sich dieses Problem nicht. Rechnet man Prozesstemperaturen bis 200°C zum Potential hinzu, ergibt sich theoretisch ein Absatzpotential, das ca. 135 Mio. m² entspricht.

3.5.1.10 Potenzialanalyse des Exports für deutsche Solarwärme-Unternehmen

Nach einer Studie von DIW [DIW, 2011] ist der Export bereits seit vielen Jahren ein wichtiger Bestandteil für die Solarwärme-Branche. In den vergangenen Jahren lag die Exportquote zwischen 40% und 60% der deutschen Produktion.

Die wichtigsten Absatzländer waren 2005 bis 2010 die Niederlande, die Schweiz und Frankreich. Gleichzeitig sind diese Länder starke Exporteure nach Deutschland [DIW, 2011].

3 | Abbildung 85 | Import- und Exportentwicklung der Solarwärme in Deutschland



Der Export wird heute nicht von einer marktwirtschaftlichen Nachfrage beeinflusst, sondern von den (Förder-)Rahmenbedingungen. Auch sind die heutigen Pilotprojekte zu heterogen, um auf globale Potentiale schließen zu können. Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass einige deutsche Hersteller Solarwärme auch im Ausland produzieren, zum Teil für die dortigen Märkte, zum Teil aber auch für den Import nach Deutschland. Prinzipiell ist in allen Ländern, in denen Primärenergie teuer ist, mit einer Nachfrage an Solarwärmetechnik zu rechnen. Gleichzeitig ist auf globalen Märkten wie Nord-Südamerika, Afrika, Indien, Asien auch mit wachsender Konkurrenz insbesondere aus Nord-Südamerika sowie China zu rechnen.

China ist der mit Abstand größte Solarwärme-Markt, auch auf dem Gebiet der Großanlagentechnik, der solaren Kühlung sowie der Prozesswärme. Eckpunkte des Marktes [PtJ, 2011], Stand 2011:

- 168 Mio. m² installierte Kollektorfläche
- Jahresinstallation 2010: 52 Mio. m²
- Jährlicher Wachstumsrate 80%
- Ziel in 2020 sind 300 Mio. m²
- 87% des heutigen Marktes sind nach Expertenmeinung Vakuumröhren-Kollektoren in kompakten Warmwasserbereitungs-Systemen (87%), die 80 bis 300 € Kosten.
- Zunehmender Markt an großen Anlagen zur Raumheizung, Prozesswärme sowie solarthermische Kühlung (derzeit mehr als zehn Anlagen).

→ Es gibt entsprechende Unterstützung aus der Politik, 2020 soll 15% des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien kommen.

Aus dieser Wettbewerbssituation, insbesondere mit China, ergibt sich, dass es massiver Anstren-

gungen der Solarwärme-Branche und der Politik bedarf, um zukünftig im Exportgeschäft technologisch und preislich weiter eine führende Rolle einzunehmen.

3.6 Gesellschaft

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist nicht nur ein technisches und wirtschaftliches, sondern auch ein gesellschaftliches Thema und damit im Zusammenhang mit Nutzerverhalten und Wertorientierung zu sehen. Trotz vieler Ereignisse in den vergangenen Jahren, von Umweltkatastrophen bis Lebensmittelskandalen, haben diese nur bedingt direkten Einfluss auf das längerfristige

Nutzerverhalten. Dies zeigt sich auch bei der Frage der energetischen Gebäudemodernisierung, zu der auch die Nutzung von Solarwärme gehört. Eine Fragestellung ist ebenfalls, wie sich die demographische Entwicklung und die neuen Kommunikationsmedien in diesem Zusammenhang bis 2030 entwickeln könnten.

3.6.1.1 Mögliche künftige Änderungen im Nutzerverhalten

Das Verhalten von Hauseigentümern in Bezug auf energetische Investitionen hat sich in den vergangenen zehn Jahren kaum verändert. Bereits 1999 sind folgende Hemmnisse der energetischen Gebäudemodernisierung analysiert worden [Fraunhofer, 1999]:

- Informationsdefizite, z.B. der Entscheidungsträger
- Vorurteile gegenüber der Modernisierung, z.B. Zweifel an der Wirksamkeit energetischer Maßnahmen
- Hohe Kosten, die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen wird infrage gestellt
- Eigentumsverhältnisse, z.B. Teilmaßnahmen für einzelne Wohneinheiten in MFH nicht möglich
- Technik, z.B. Zweifel an der Zuverlässigkeit

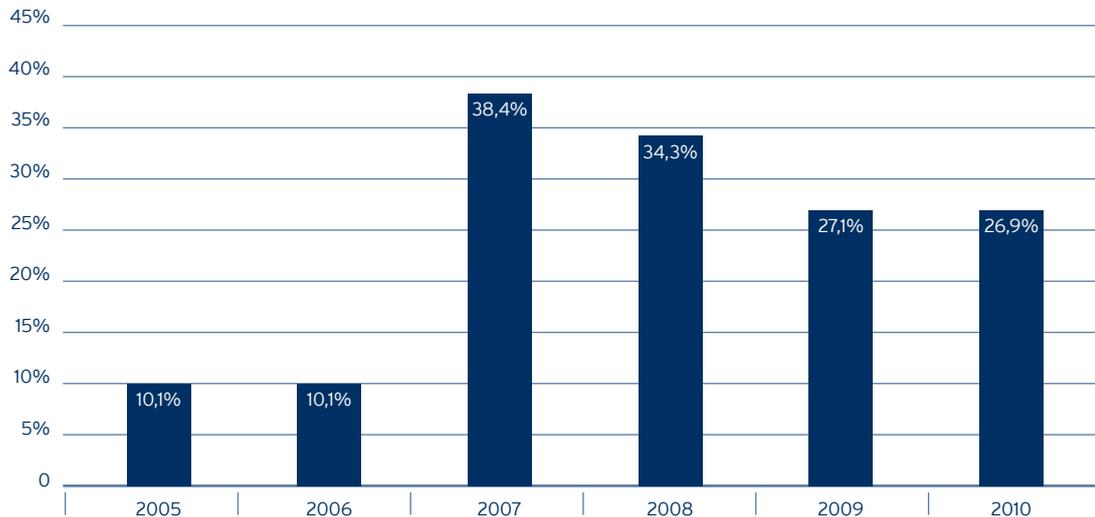
In einer Untersuchung zum Thema Hemmnisse bei der energetischen Gebäudemodernisierung stellt auch eine neuere Untersuchung die o.a. Hemmnisse fest [Technomar, 2005]. Folgende kamen seit 1999 noch hinzu:

- Politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen
- Soziodemografische Rahmenbedingungen
- Ausführung / Bauorganisation
- Administration

Die meisten Gründe haben nach Expertenmeinung auch heute noch Gültigkeit. Betrachtet man Themen wie Umweltschutz durch CO₂-Einsparung, so ist festzustellen, dass keine Erhöhung der Bedeutsamkeit des Umweltschutzes zu erkennen ist. Durch veränderte Rahmenbedingungen sind heute andere Problemfelder wie Sicherheit des Arbeitsplatzes, Renten, Kosten der Sozialsysteme etc., in den Vordergrund getreten. Das Thema wird eher aus der emotionalen Sichtweise betrachtet. Daneben liegen die Gründe auch in der mangelnden Kooperation mit der Öffentlichkeit im Zusammenhang mit Naturschutzmaßnahmen, politischen Handlungs- und Kommunikationsstrategien im Umsetzungsprozess mit potenziell Betroffenen [Stoll-Kleemann, 2001]. In den folgenden Kapiteln werden die für das Verhalten der Eigentümer relevanten Aspekte wie Demografie, Soziale Netzwerke, Wertewandel u.a. erörtert.

Im Rahmen einer aktuellen Online-Erhebung hat co2online eine Analyse der gegenwärtigen Beweggründe der Nutzer und Nichtnutzer von Solarwärme-Anlagen erhoben [co2online, 2011]. Die Ergebnisse basieren auf einer Befragung von Nutzern des co2online-Ratgebers.

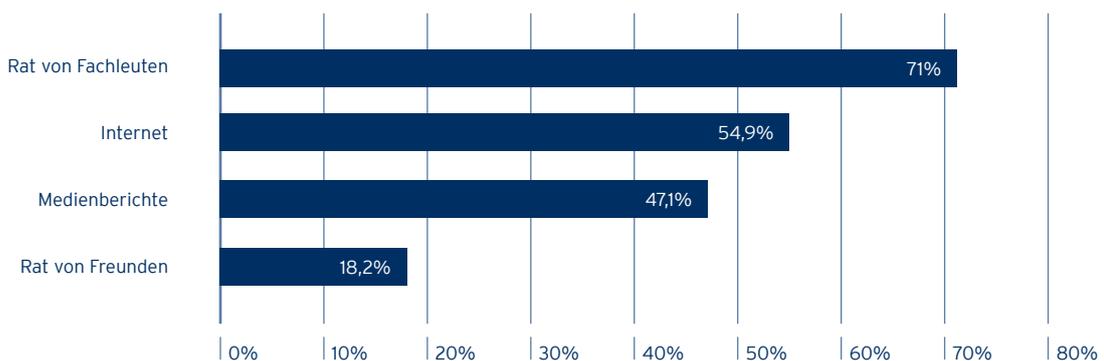
3 | Abbildung 86 | Solarwärme-Interessenten an allen Nutzern des co2online-Modernisierungsratgebers



Quelle: co2online 2011

Wie die Abbildung 3|86 zeigt, ist die Zahl der Nutzer des CO₂-Modernisierungsratgebers von 2006 auf 2007 sprunghaft gestiegen und liegt trotz eines Rückgangs in den vergangenen zwei Jahren auf einem wesentlich höheren Niveau als 2006.

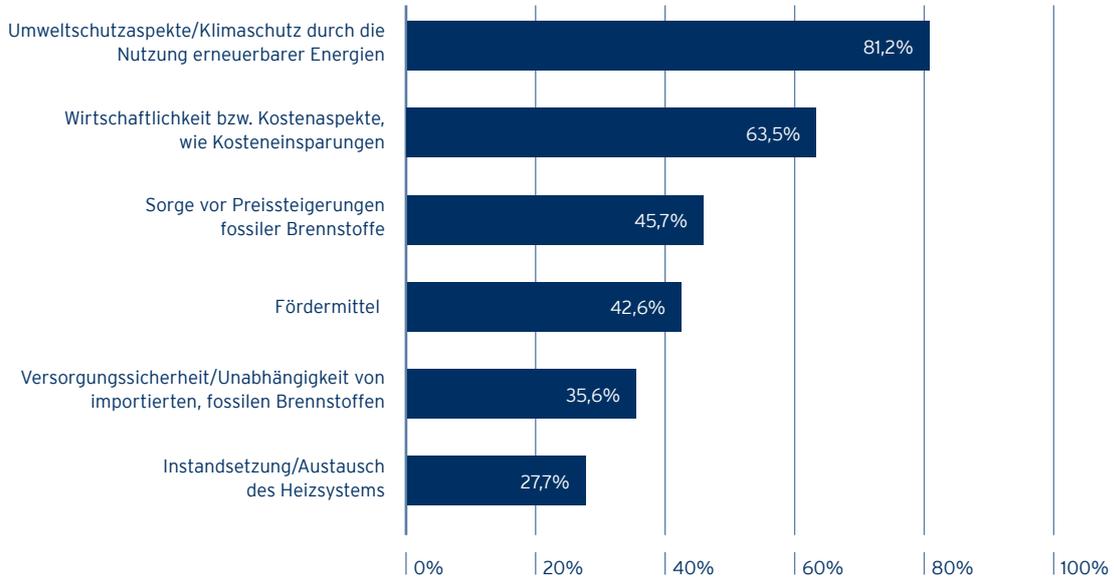
3 | Abbildung 87 | Informationsquelle von Solarwärme-Nutzern bei Kaufentscheidung



Basis: Befragung von 1.469 Solarwärme-Nutzern und -Interessenten, Quelle: co2online 2011

Mehr als die Hälfte der Nutzer von Solarwärme-Anlagen hat sich im Internet erkundigt. Die Kombination von Internetnutzung mit dem „Rat von Freunden“ geht in Richtung soziales Netzwerk, das im folgenden Kapitel behandelt wird.

3 | Abbildung 88 | Gründe für die Nutzung von Solarwärme

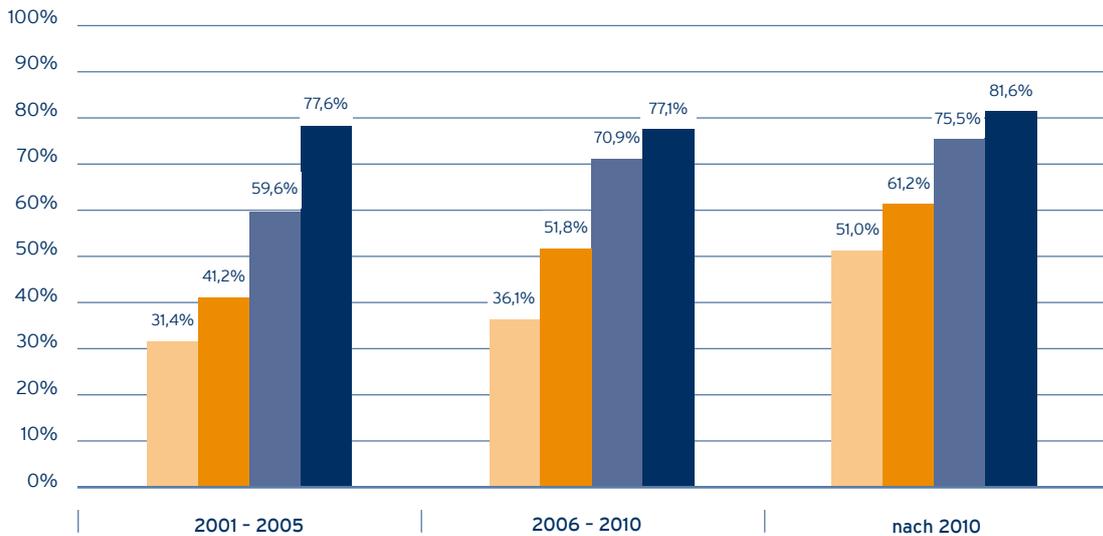


Basis: Befragung von 1.469 Solarwärme-Nutzern und -Interessenten; Quelle: co2online 2011

Bei der Frage nach den Gründen für die Nutzung von Solarwärme-Anlagen wird zunächst der Umweltschutzaspekt genannt. An zweiter Stelle stehen wirtschaftliche Gründe. Betrachtet man

die beiden Gründe über eine Zeitreihe ist klar zu erkennen, dass das Thema Wirtschaftlichkeit an Bedeutung gewinnt, der Umweltschutzaspekt hingegen schwankt.

3 | Abbildung 89 | Gründe für die Nutzung von Solarwärme nach Baujahr der Anlage



■ Umweltaspekte und Klimaschutz ■ Wirtschaftlichkeit und Kostenaspekte ■ Sorge vor Preissteigerungen fossiler Energieträger ■ Versorgungssicherheit und Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern

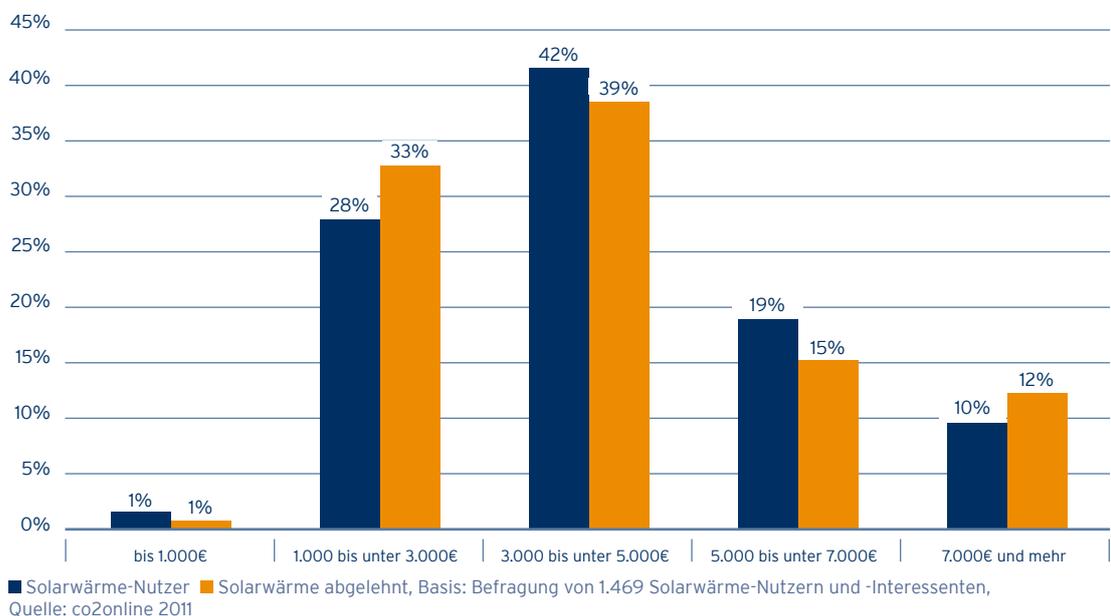
Basis: Befragung von 1.469 Solarwärme-Nutzern und -Interessenten, Quelle: co2online 2011

Die dargestellte Entwicklung ist wesentlich von den Rahmenbedingungen beeinflusst. Die Bedeutung der Wirtschaftlichkeit entwickelt sich parallel zu der Steigerung der Energiepreise und dem Wunsch nach Versorgungssicherheit.

Betrachtet man die Einkommensstruktur der Solarwärme Nutzer und an Solarwärme interessier-

ten Personen, die sich aber gegen eine Solarwärme Anlage entschieden haben, ist zu erkennen, dass sie tendenziell zu den Besserverdienern gehören. Dies ist deshalb bemerkenswert, weil die Wirtschaftlichkeit trotz eines hohen Einkommens sowohl für die Nutzer als auch für die Nichtnutzer eine wichtige Rolle spielt.

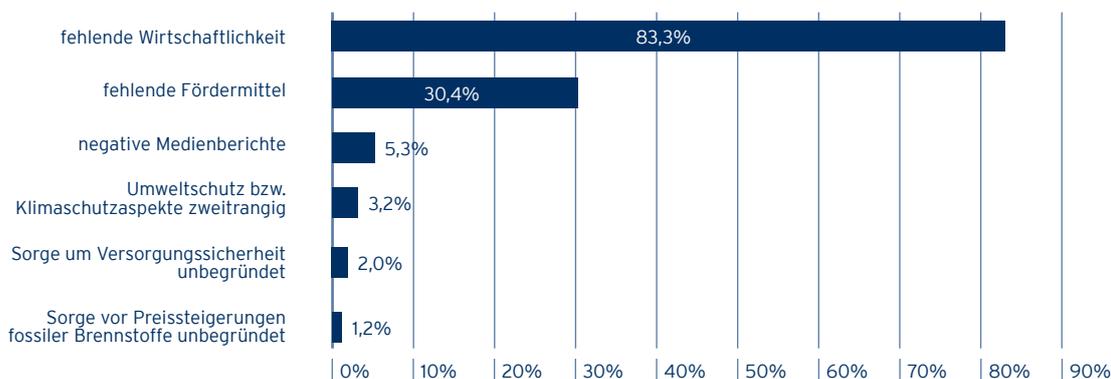
3 | Abbildung 90 | Einkommen von Nutzern und Ablehnern der Solarwärme



Wie in Abbildung 3|91 dargestellt, ist die fehlende Wirtschaftlichkeit der Hauptgrund, warum ein

Interessent sich gegen eine Solarwärme-Anlage entscheidet.

3 | Abbildung 91 | Gründe der Solarwärme-Ablehner für ihre Entscheidung



Basis: Befragung von 1.469 Solarwärme-Nutzern und -Interessenten, Filter: Solarwärme-Ablehner, Quelle: co2online 2011

Die Solarwärme-Nutzer und Solarwärme-Interessenten haben häufig eine Hochschulausbildung. Zunehmend kommen aber auch Personenkreise mit Real- oder Hauptschulabschluss dazu. Bei der Altersstruktur der Solarwärme-Nutzer waren die meisten zwischen 40 und 60 Jahren zum Zeitpunkt der Installation der Anlage. Dies ist schlüssig, da der durchschnittliche Immobilienkäufer 40 Jahre alt ist und im Alter von 60 Jahren bei gebrauchten Immobilien Modernisierungsmaßnahmen durchführt.

Sicher ist die Entwicklung auch von der EnEV beeinflusst, da bei der Nutzung von Gas oder Öl als Energieträger die Solarwärme sicher die gängigste Möglichkeit ist, die EnEV zu erfüllen. Ansonsten zeigt die Untersuchung, dass Umweltschutz wichtig ist aber auch auf die Wirtschaftlichkeit geachtet wird.

Ohne weitere Anstrengungen der Akteure oder signifikante Veränderungen der Rahmenbedingungen erscheint eine Verhaltensänderung bezüglich der energetischen Gebäudemodernisierung eher unwahrscheinlich.

3.6.1.2 Einfluss von sozialen Netzwerken

Soziale Netzwerke, deren Entwicklung im Grunde erst am Anfang steht, bieten völlig neue Möglichkeiten der Kommunikation und der Interaktion. Plattformen wie Facebook sind bereits heute kaum wegzudenken. Die Entwicklung des Umgangs mit diesen Medien wird deshalb sehr interessant, weil die schnelle Verbreitung von Informationen sowohl positive, als auch negative Folgen haben kann. Schlechte Nachrichten können sich extrem schnell ausbreiten und sind wohl ein Grund, warum soziale Netzwerke heute noch relativ wenig von Firmen genutzt werden.

Im Rahmen der Untersuchung Akteursanalyse wurde erhoben, dass ein Großteil der Nutzer von Solarwärme sich auch bei Nachbarn und Freunden über Solarwärme informiert hat. Zukünftig wird man sich über die verschiedenen Themen in Netzwerken noch stärker erkundigen. Bei zufriedenen Nutzern ist dies eine ideale Möglichkeit der Weiterempfehlung bzw. für Empfehlungsmarketing. Umgekehrt sind schlechte Erfahrungen mit Dienstleistern oder Produkten - auch wenn es sich um Einzelfälle handelt - ebenso schnell verbreitet und in der Regel bedarf es einer wesentlich größeren Anstrengung, eine Negativmeldung wieder umzukehren. Dies mag der Grund sein, warum Unternehmen ihren Facebook-Auftritt so einstellen, dass nur sie, aber nicht der Nutzer Nachrichten posten und nur auf vorgegebene Nachrichten und Darstellungen antworten kann. Gleichzeitig können Nutzereinträge von den Unternehmen

fast immer ausgeblendet werden. Als Plattform mit mehr als 600 Mio. Nutzern ist Facebook als das prominenteste soziale Netzwerk gegenwärtig vor allem für die Erhöhung der Markenbekanntheit interessant, wird jedoch in der Regel nur für eine Einweg-Kommunikation genutzt. Die Möglichkeiten von sozialen Netzwerken zum Aufbau von Kundenbeziehungen werden kaum genutzt. [t&m, 6/2011].

Besonders erfolgreich sind Facebook-Auftritte, wenn sie einen emotionalen Bezug zu dem Nutzer bieten, direkt nach der Meinung des Nutzers fragen oder zu einer Beteiligung z.B. eines gemeinnützigen Projektes aufrufen.

Die Nutzung von sozialen Netzwerken ist auch eine Kostenfrage, da die Kommunikation in „Echtzeit“ passiert, d.h. Firmen müssen in der Lage sein, sehr schnell auf Nachrichten zu reagieren, was vielen Unternehmen große Schwierigkeiten - auch organisatorisch - bereitet.

Soziale Netzwerke haben sicher ein großes Potential, was mittelfristig nicht nur die Kommunikation, sondern auch die Bereiche Vertrieb und Service betreffen wird. Sie bieten auch der Solarwärme-Branche gute Möglichkeiten der Kommunikation, jedoch ist der Aufwand verhältnismäßig groß. Aus den im Rahmen der Studie angestellten Untersuchungen wäre eine gemeinsame Aktion der Branche empfehlenswert.

3.6.1.3 Wertewandel

Schon seit den siebziger Jahren zeichnet sich eine Veränderung von der dominierenden Materiellen- und Sicherheitsorientierung zu mehr immateriellen Werten ab und macht sich inzwischen auf sehr vielen Ebenen bemerkbar.

In 2009 fanden im Bundeskanzleramt mehrere Expertenanhörungen und Diskussionen zu den Themen Zukunft und Wertewandel in der Bundesrepublik Deutschland mit folgenden Themenfeldern statt:

- Werte, Leitbilder und Lebensziele
- Arbeit und Bildung
- Wohlstand und Lebensqualität

Die Ergebnisse der Hearings zu den Themenfeldern sind in den folgenden drei Absätzen dargestellt, die nach P. Felixberger: „Deutschlands nächste Jahre“ zitiert sind. Die Dokumentation der Zukunftshearings geschah unter maßgeblicher Gestaltung von Sinus Sociusvision, Prognos und BAT (BKAm2009).

Werte, Leitbilder und Lebensziele

1. Sinnggebung, Identitätssuche und Glücksstreben werden als Motivation und Triebfeder für das, was man tut, immer wichtiger.
2. Institutionen wie Gemeinschaft, Nation, Gemeinwohl oder Solidarität stehen massiv unter Druck und beginnen zu bröckeln. Sie verlieren ihre Richtlinienkompetenz.
3. Die Menschen entscheiden selbst über ihren Lebensentwurf und befreien sich von traditionellen Vorgaben aus der Vergangenheit.
4. Die Polarisierung im Sinne einer Pluralisierung von Werten nimmt zu. Flexible Menschen empfinden das als Befreiung und nutzen ihre Chancen. Überforderte Menschen suchen Schutz und Geborgenheit, Fairness und Ausgleich bei den Institutionen. Politik soll diese Erwartungshaltung erfüllen, kann diese Führungsrolle (im Sinne eines Top-down-Prozesses) aber immer weniger spielen.
5. Die neuen Medien und Kommunikationstechnologien erobern immer stärker den Alltag der Menschen. Damit entstehen neue Wirklichkeiten und Erörterungslagen, die wir erst verarbeiten müssen.

Arbeit und Bildung

1. Deutschland wird als eine kreative und innovative Dienstleistungsgesellschaft mit einem starken industriellen Kern wahrgenommen.
2. Deutschlands Vision ist eine Wissensgesellschaft, in der die sozialen und wirtschaftlichen Chancen jedes Einzelnen steigen.
3. Bildung wird der zentrale Schlüssel zu Arbeit, Selbstbestimmung, Wohlstand und Erfolg gesehen.
4. Die Arbeitswelt erfährt eine Zweiteilung. Gewinner sind Kernbelegschaften und hochqualifizierte Selbständige. Verlierer sind Randbelegschaften und Selbstbeschäftigte.
5. Flexibilität, Selbstverantwortung, Selbstorganisation und die Bereitschaft und Fähigkeit zum lebenslangen Lernen werden als unverzichtbar betrachtet, um in der Arbeitswelt von morgen bestehen zu können

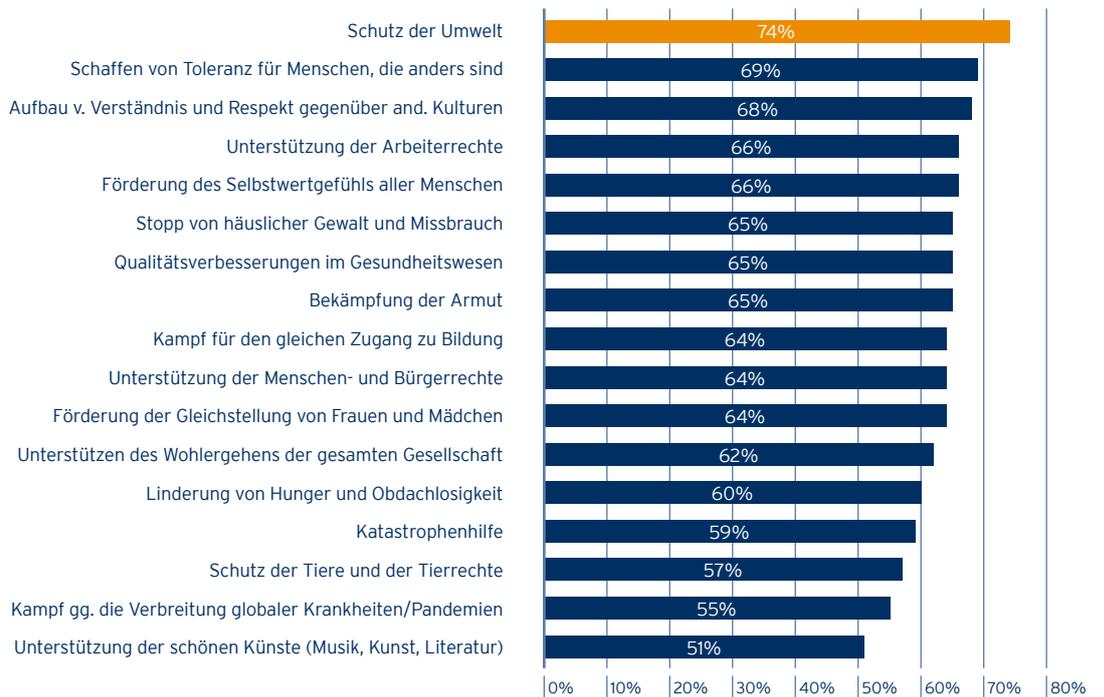
Wohlstand und Lebensqualität

1. Die Deutschen entdecken die ursprüngliche Bedeutung des Wohlstandsbegriffs wieder: Wohllieben und glücklich sein. Wohlstand heute basiert weniger auf Geld und Vermögen als auf persönlichem Wohlbefinden und Wohlergehen.
2. Lebensqualität heißt, Vorsorge zu treffen für Ökonomie (angemessen mit Geld ausgestattet), Gesundheit (fit und gesund bleiben), Soziales (Zusammenhalt mit Freunden, in der Familie) und Mentales (lebenslang neugierig und offen bleiben). Das Ziel für den Einzelnen heißt Selbsterkundung und lebenslange vervollkommnung.
3. Vertrauen, Verantwortung und Verlässlichkeit werden als die Eckpfeiler künftigen Zusammenlebens in einer aktiven Bürgergesellschaft betrachtet
4. Den Menschen wird mehr zugetraut, damit sie selbstverantwortlich ihre Entscheidungen treffen können. Gute Menschen sind geradlinig, geben Fehler zu, sind echt, meinen, was sie sagen und handeln so und halten ihre Versprechen
5. Verantwortung zu übernehmen heißt, dies nicht mehr nur für sich und andere zu tun, sondern auch für die Umwelt und kommende Generationen.

Die Themenwahl und in die in den drei Absätzen beschriebenen Statements zeigen, dass zwischen Wertewandel, Wohlstand und Bildung ein kausaler Zusammenhang gesehen wird.

Für die Beurteilung des möglichen Wertewandels ist es wichtig zu wissen, welche Themen die Gesellschaft beschäftigen. Im Rahmen einer Untersuchung wurden folgende Ergebnisse erhoben:

3 | Abbildung 92 | Themen, die die Deutschen beschäftigen

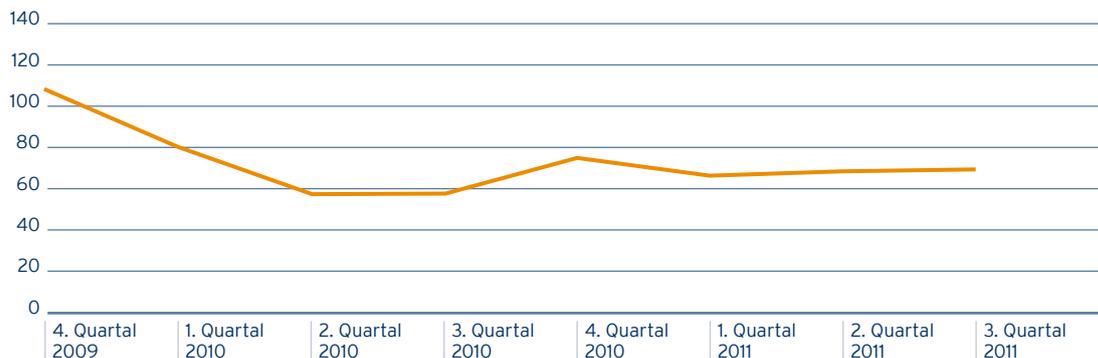


Quelle: Edelman Goodpurpose Studie 2010

Umweltschutz ist eines der Themen, die nach der Edelman-Studie [Edelman, 2010] die Menschen am meisten bewegt. Gleichzeitig zeigt der „Klima-

barometer“ von co2online, dass sich das Interesse in den vergangenen Jahren – trotz diverser Katastrophen – kaum verändert hat.

3 | Abbildung 93 | Klima-Barometer: Index zum Klimaschutzinteresse



Quelle: Klimabarometer co2online März 2011

Besonders interessant ist, dass gerade im Jahr 2010, in dem der „Deepwater Horizon“-Unfall im Golf von Mexiko geschah, tendenziell eher eine Abnahme des Interesses an Klimaschutz festzustellen war.

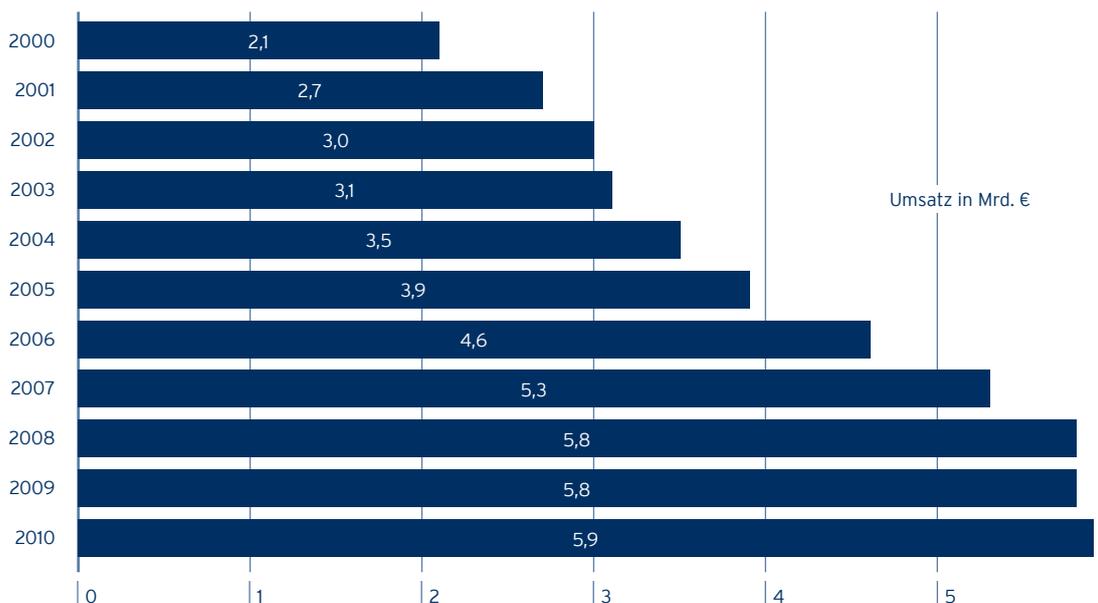
Aus den Ergebnissen des Hearings und der Edelman-Studie ist erkennbar, dass viele verschiedene (Werte- und Sach-) Themen ein ähnlich hohes Interesse wecken. Dies kann ein Indiz dafür sein, dass es zukünftig sehr heterogene Interessenslagen und unterschiedliche Wertvorstellungen geben könnte.

Einen direkten Bezug zwischen Wertewandel und Verbraucherverhalten zu erstellen ist schwierig. Als Beispiel soll hierzu das Thema Bio-Lebensmittel dienen.

In der Vergangenheit wurden Bio-Lebensmittel „aus Überzeugung“ konsumiert, ein höherer Preis wurde bewusst in Kauf genommen. Kunden waren in erster Linie ökologisch orientierte Personen.

Der Absatz an Bio-Produkten konnte in den vergangenen Jahren ein stetiges Wachstum verzeichnen.

3 | Abbildung 94 | Umsatzentwicklung Bio-Lebensmittel in Deutschland



Quelle: Hamm, Universität Kassel, AMI, AC Nielsen, GfK

Inzwischen haben Bio-Produkte in Discountern Einzug gehalten und sind deutlich günstiger geworden. Dadurch kaufen auch eher kostenbewusste Kundengruppen solche Produkte. Gleichzeitig schauen auch ökologisch orientierte Personen mehr auf den Preis als früher.

Das Beispiel der Bio-Lebensmittel ließe sich auch auf andere Produkte übertragen. Immer häufiger stellen sich Verbraucher die Frage, welchen ökologischen Einfluss Waren haben und unter welchen Bedingungen (Arbeitsbedingungen, Umwelt) diese produziert werden.

Experten gehen davon aus, dass es langfristig eine Werteveränderung geben werde, bei der zwischen ökonomischen und ökologischen Werten kein „entweder, oder“ sondern ein „sowohl als auch“ von den Verbrauchern gefordert und es damit zu einer Gleichstellung der beiden Werte kommen werde.

Ähnliches ist heute bereits im Bereich der Auswahl von Arbeitsplätzen erkennbar. Während früher das Einkommen an erster Stelle stand, spielen heute Punkte wie interessanter Arbeitsinhalt (93%), Anerkennung der eigenen Leistung (86%)

und Ausgewogenheit zwischen Arbeits- und Privatleben (82%) eine Rolle. Das hohe Einkommen halten lediglich 42% für wichtig bzw. entscheidend [IBE, 2011].

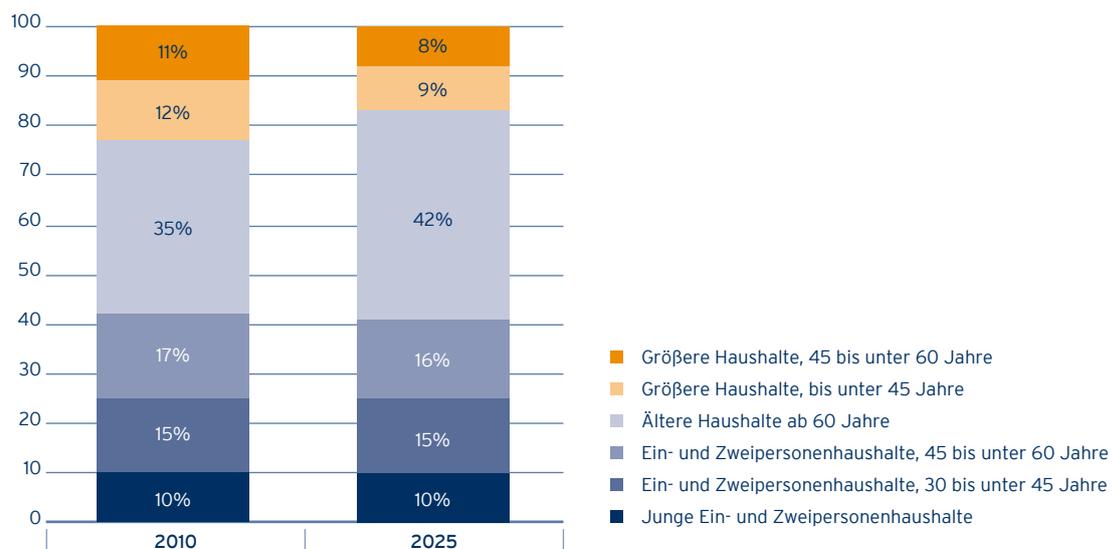
Als Fazit lässt sich zusammenfassen, dass ein Wertewandel in vielen Bereichen bereits im Gange ist und zukünftig andere Schwerpunkte bei den Wertvorstellungen existieren werden.

3.6.1.4 Demographische Entwicklung

Die demografischen Veränderungen werden in den kommenden Jahren erhebliche Veränderungen der gesamten Gesellschaft bewirken und in vielen Teilen der Wirtschaft spürbar sein. Durch

die seit Jahren niedrige Geburtenrate und die steigende Lebenserwartung wird sich die Altersstruktur der Bevölkerung in Deutschland signifikant verändern.

3 | Abbildung 95 | Altersstruktur der Deutschen 2010 und 2025



Quelle: BBSR Haushaltsprognose 2010-2025

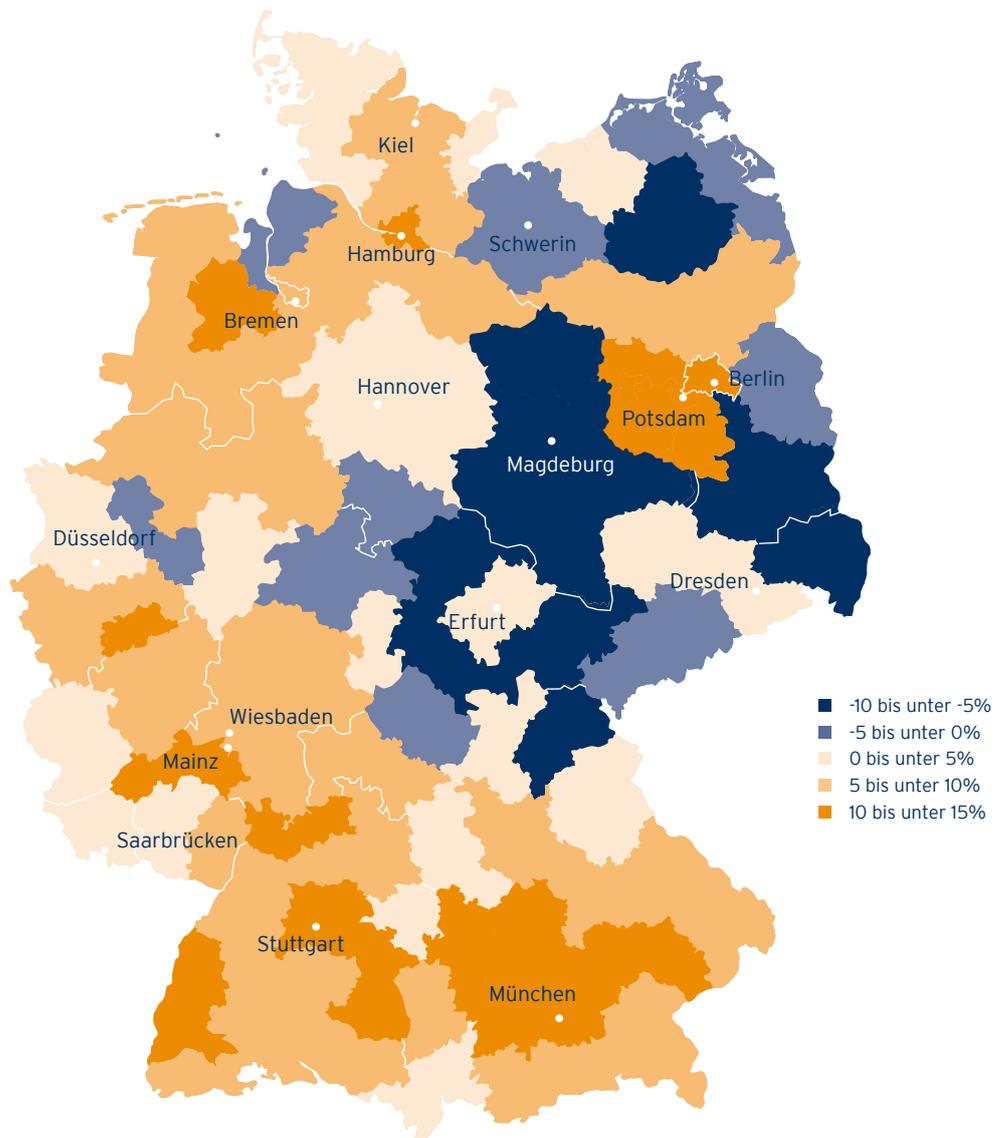
Bereits bis 2025 wird der Anteil an Haushalten mit Personen über 60 Jahren mehr als 42% betragen. Gleichzeitig geht der Anteil an Personen im erwerbsfähigen Alter zurück. Man rechnet mit einem Rückgang der Gesamtbevölkerung von etwa 10% bis 2030.

Diese Veränderungen können durch Einwanderung mit großer Wahrscheinlichkeit nicht kompensiert werden. Konkret bedeutet die Entwicklung einen Rückgang der Hauskäufer (größere Haushalte mit Bewohnern bis zum Alter von 45 Jahren) um 28%

und einen Rückgang der Hausmodernisierer (größere Haushalte mit Bewohnern im Alter von 40 bis 60 Jahren) um 25% und damit auch eine Verringerung des Bedarfs an anlagentechnischen Produkten.

Der demografische Wandel hat auch strukturelle Auswirkungen. Tendenziell ist mit einer weiteren Verdichtung von wirtschaftlich starken Regionen zu rechnen. Gleichzeitig werden andere Gebiete entvölkert. Die Konsequenzen sind die langfristige Verringerung der Nachfrage nach EZFH und die leicht steigende Nachfrage nach MFH.

3 | Abbildung 96 | Entwicklung der Wohnflächennachfrage 2010 bis 2025

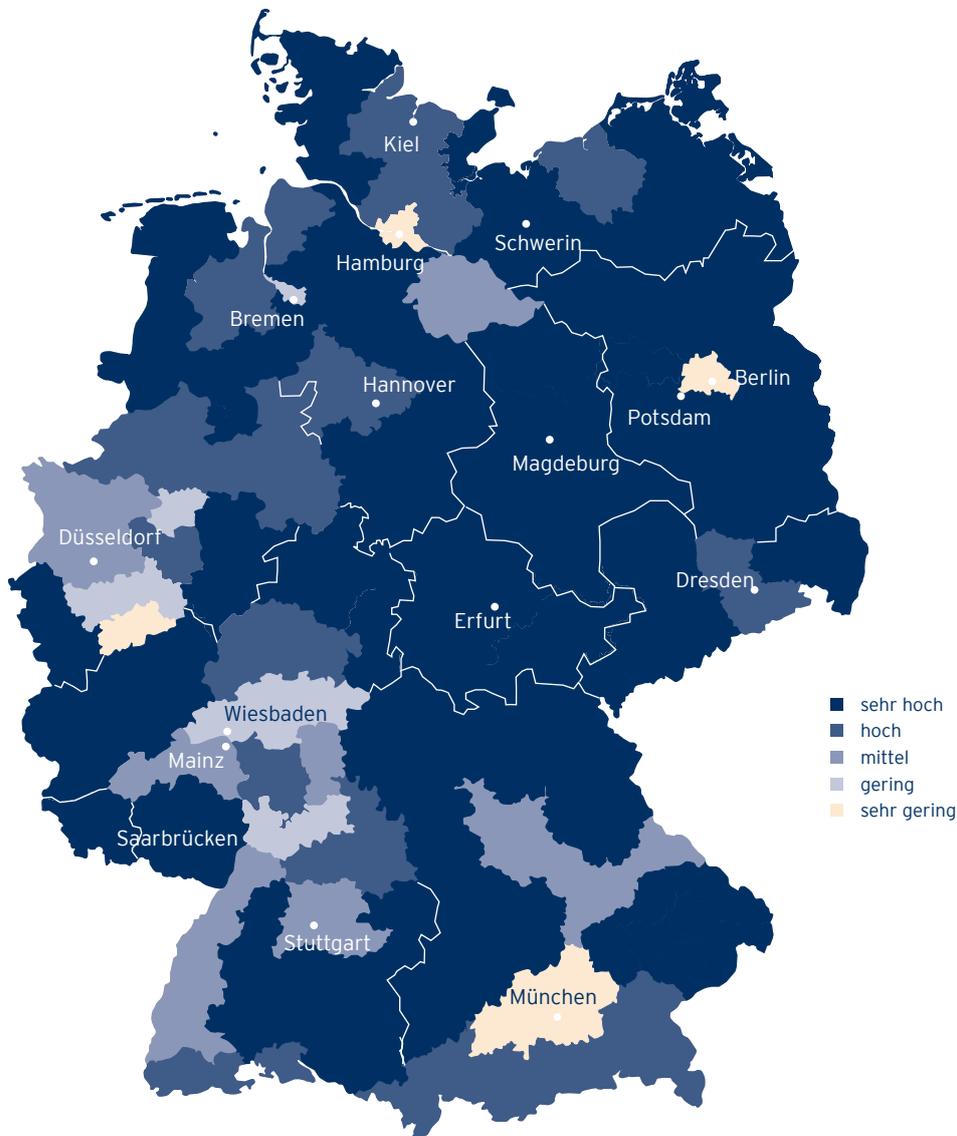


Quelle: BBSR Wohnungsmarktprognose 2009

Vor allem in Süddeutschland und im Gebiet Berlin/Potsdam ist mit einer erhöhten Nachfrage nach Wohnfläche zu rechnen. Hingegen steigt das

Leerstandsrisiko in ländlich geprägten Gebieten und in östlichen Grenzgebieten.

3 | Abbildung 97 | Erwartetes Leerstandsrisiko in Mehrfamilienhäusern



Quelle: BBSR Wohnungsmarktprognose 2009

Mit der Verschiebung der Altersstruktur wird sich auch die durchschnittliche Kaufkraft der Einwohner verändern und im Laufe der kommenden zwanzig Jahre deutlich zurückgehen.

Fazit

Die demografische Entwicklung wird zu massiven Veränderungen in der gesamten Gesellschaftsstruktur führen. Durch die hohe Zahl der Personen über 60 Jahre und dem gleichzeitigen Rückgang der jüngeren Erwerbstätigen ist mit einer Abnah-

me der Kaufkraft zu rechnen. Die Nachfrage nach EZFH wird sinken und MFH werden vorrangig in Ballungszentren entstehen. Der Wertewandel hin zu immateriellen Werten und der Umweltaspekt gewinnen an Bedeutung und sind langfristig mit den ökonomischen Aspekten als gleichgewichtig anzusehen. Soziale Netzwerke haben sich etabliert, werden von Unternehmen heute aber noch kaum intensiv genutzt. Sie bieten eine gute Kommunikationsplattform, der aber mit erheblichem Aufwand verbunden ist.

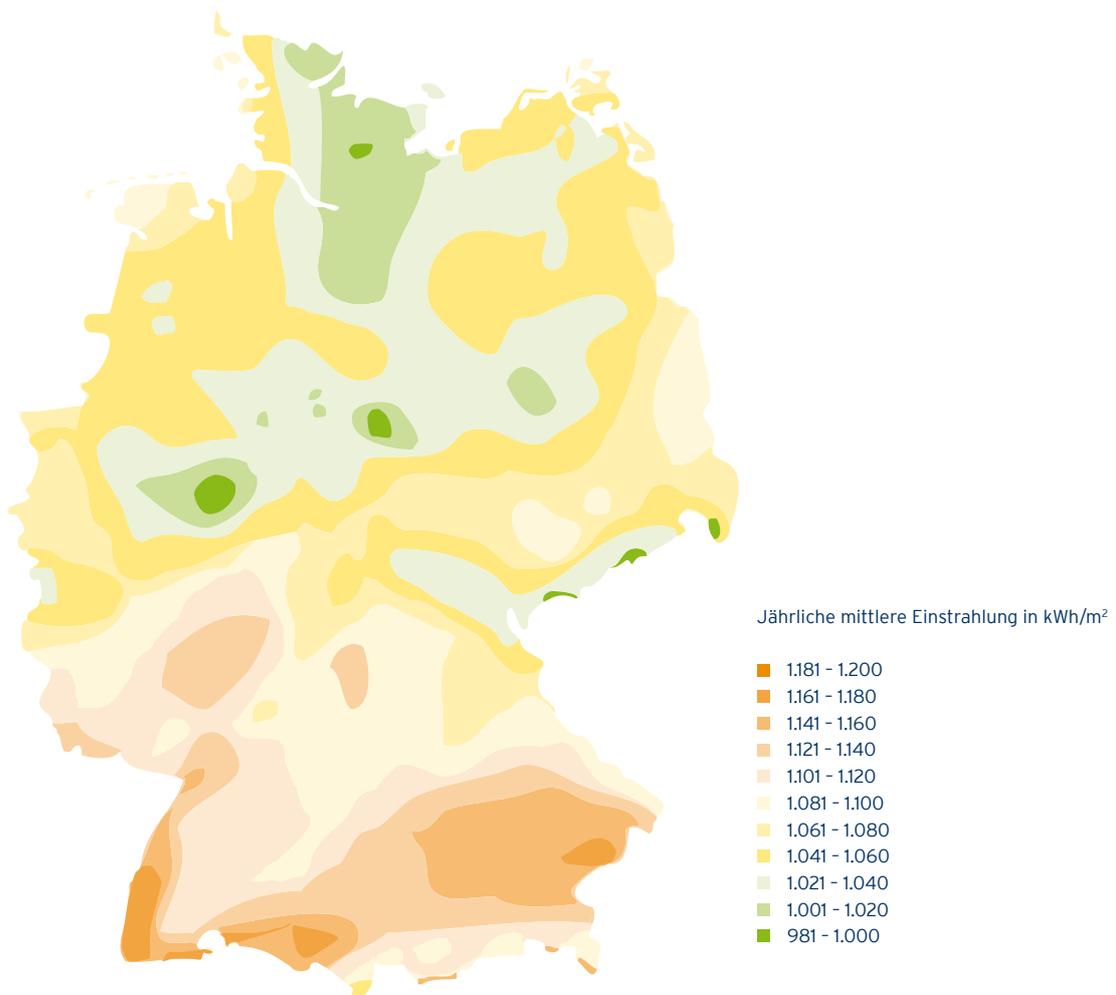
3.7 Weitere Aspekte der Untersuchung

3.7.1.1 Mögliche regionale Erträge aus der Sonne

Der überwiegende Teil Deutschlands ist für die Solarwärme gut geeignet, trotzdem sind gegenwärtig über 50% der Solarwärme-Leistung in Bayern und Baden-Württemberg installiert. Für

einen deutlichen Ausbau der Solarwärme muss auch in anderen Bundesländern verstärkt Solarwärme genutzt werden.

3 | Abbildung 98 | Regionale Solarerträge in Deutschland

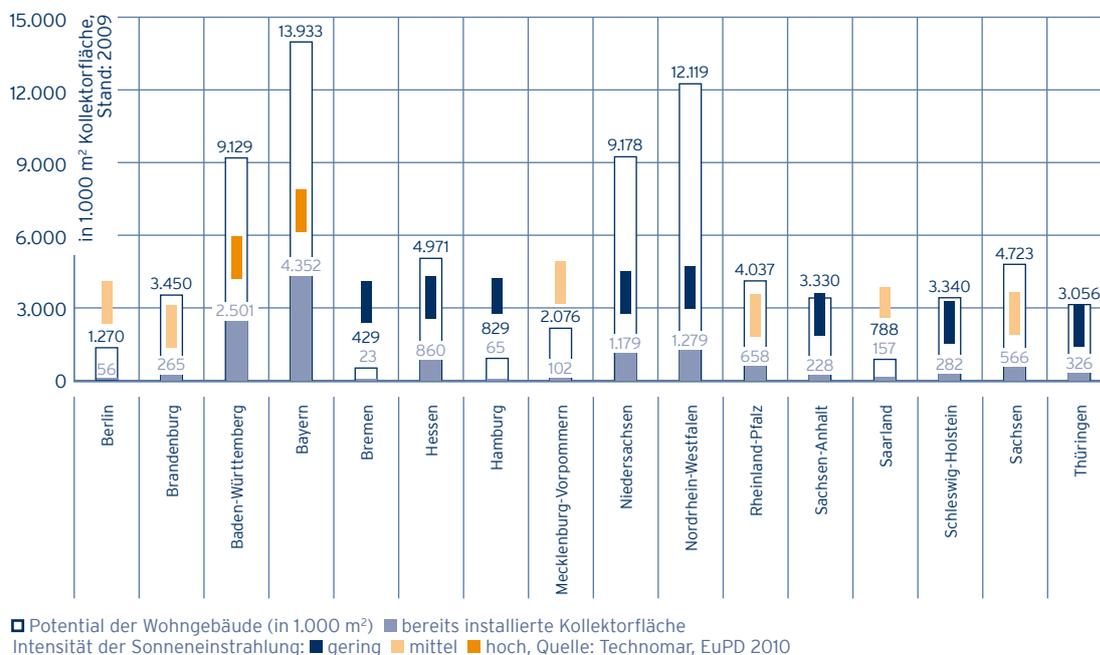


Quelle: DWD

In vielen Regionen ist das Potential der Solarwärme kaum ausgeschöpft. Zu berücksichtigen sind dabei allerdings die unterschiedlichen finanzielle Möglichkeiten von Regionen, sowohl der öffentli-

chen Hand als auch der Bürgerinnen und Bürger. Hier sind geeignete Förderkonzepte notwendig, um die Hindernisse zu überwinden.

3 | Abbildung 99 | Solarwärme-Ausbau und -Potential sowie Sonneneinstrahlung je Bundesland



3.7.1.2 Solarwärme und Denkmalschutz

Die Installation von Solarwärme-Anlagen kann zu Konflikten mit dem Denkmalschutz führen, wenn es sich um historische Gebäude oder historische "Dachlandschaften" handelt.

Solarwärme-Anlagen auf Dachflächen von denkmalgeschützten Gebäuden können Sichtachsen stören und historische Ortsbilder beeinträchtigen. Einen einheitlichen juristischen Sachstand zum Themenkomplex Solar und Denkmalschutz gibt es bislang nicht. Als Orientierungshilfe können die bislang vorliegenden Gerichtsurteile dienen. Dazu drei Beispiele:

„Das Anbringen einer Solar- und einer Photovoltaikanlage auf dem Dach eines denkmalgeschützten Hauses ist zu genehmigen, wenn dadurch der Denkmalwert nicht wesentlich beeinträchtigt wird.“ [Verwaltungsgericht Braunschweig Az.: 2 A 180/05].

In diesem Fall war für die Richter entscheidend, dass die „Nutzung der Sonnenenergie durch eine

Solaranlage“ nicht nur im privaten, sondern auch im öffentlichen Interesse liege. „Da die Anlage nur ein Viertel der Fläche der Süddachfläche des Objektes einnehme, bleibe beim Betrachten von der Straße aus ein entsprechender Eindruck, wie die Gestaltung des Gebäudes einmal gewesen sei.“

In einem anderen Fall wollte der Besitzer eines denkmalgeschützten Hauses aus dem Jahre 1889 8,52% der Dachfläche mit Photovoltaikmodulen belegen. Bei der Abwägung zwischen Beeinträchtigung des Denkmalwertes und den umweltschutzrechtlichen Belangen des EEG (§1) stufte das Gericht eine Beeinträchtigung des Denkmalwertes als geringfügiger ein. „Den Belangen des Umweltschutzes sei der Vorrang einzuräumen“ [Verwaltungsgericht Göttingen, Az.: 2 A 50/05]. „Verschiedene Städte und Gemeinden bieten inzwischen auch die Bündelung von Solar- und Photovoltaikanlagen als Gemeinschaftsanlagen auf kreis- oder gemeindeeigenen Ersatzflächen außerhalb sensibler, denkmalgeschützter Bereiche“ [Denkmalpflege Hessen, 2011].

3.7.1.3 Solar-Contracting, insbesondere für Gewerbe und Industrie

Die in Deutschland vorhandenen ca. 16 Mio. Wohneinheiten haben einen Nutzwärmeverbrauch von ca. 220 TWh/a. Diese Nutzwärmenachfrage ist je nach Gebäudegröße, eingesetzter Energieträger und Baualtersklasse der Gebäude (bzw. Alter der Heizungsanlage) unterschiedlich für Contracting geeignet. Rund 12 TWh/a sind bevorzugt, 102 TWh/a eingeschränkt und 105 TWh/a kaum geeignet [BMVBS, 2009].

Es besteht eine Überalterung der Wärmeerzeuger: Fast 20% der Heizungsanlagen sind über 24 Jahre alt und ineffizient, d.h. sie haben einen Wirkungsgrad von unter 65%. Alternativen wären die Installation von Kraft-Wärme-Kopplung, der Wechsel des Energieträgers oder Solarwärme ist eine Option der Effizienzsteigerung.

Die Einbeziehung der Gebäudehülle in ein ganzheitliches Konzept sehen alle Contractoren als wichtig an, doch damit sind höhere Investitionen verbunden, was in der Regel Vermieter scheuen. Solarwärme hat derzeit keine „treibende Kraft“ bei Contractoren.

Generell ziehen sich Contractoren aus dem Mietwohnungsmarkt zurück, da in der Wohnungswirtschaft überwiegend nur Wärmeliefer-Contracting etabliert ist und dies für Contractoren nur bedingt wirtschaftlich interessant ist.

Folgende Hemmnisse des Contracting existieren aus der Sicht der Contractoren:

rechtliche Hemmnisse

- Frage der Kostenübertragung auf die Mieter
- Bedenken der Hauseigentümer, den Anlagenbesitz bzw. den Anlagenbetrieb an Dritte abzugeben
- Zustimmungspflicht der Mieter
- Umlagefähigkeit

Wirtschaftliche Hemmnisse

- Wirtschaftliche Chancen-Risiken-Bewertung der Contractoren
- Hoher Anteil verbrauchsgebundener Kosten

- Keine großen Kostenvorteile des Contractings ggü. Eigenregie für den Eigentümer/Vermieter
- Die Anreize, als Vermieter in Energieeffizienzmaßnahmen zu investieren, sind noch relativ gering.

Solar (Anlagen-)Contracting muss als ganzheitliches Konzept zur

- Errichtung
- Finanzierung und
- Betrieb

einer thermischen Solaranlage bzw. der Gesamt-Wärmeversorgung betrachtet werden.

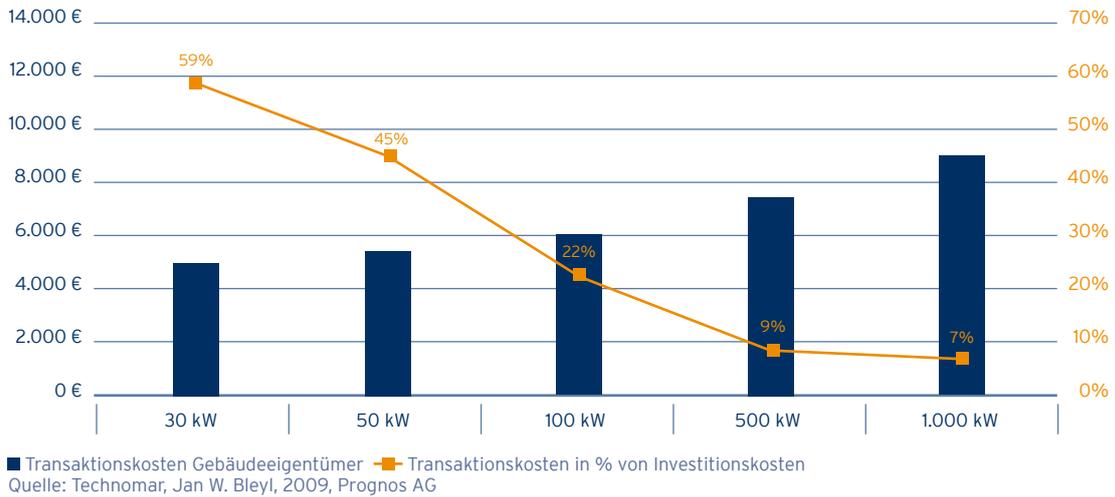
Der Contractor plant, finanziert, errichtet, wartet und betreibt die Solaranlage und die Wärmeversorgungsanlage und trägt damit das Risiko. Über einen vertraglich festgelegten Wärmepreis werden die Aufwendungen des Contractors refinanziert.

Solar Contracting bietet sich vor allem bei Großanlagen (ab ca. 100 m²) zur Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung an, wie z.B. bei

- Sport- und Freizeitanlagen;
- Öffentlichen Gebäuden (z.B. Ämter, Krankenhäuser);
- Gewerbetrieben (Bürogebäude, Dienstleistungsbetriebe, Industrieanlagen);
- Wohnanlagen.

Die Rentabilität eines Contractingprojektes hängt wesentlich von dem Verhältnis Transaktionskosten zu Investitionskosten, also den Kosten, die sich auf den Aufwand bis zum Abschluss eines Energie-Contractingvertrages beziehen, ab. Dies wiederum richtet sich nach der Anlagengröße. Ab einem Verhältnis von ca. 22% Transaktionskosten zu Investitionskosten ist Contracting interessant [Jan W. Bleyl, 2009]. Dies entspricht einer Anlagengröße von 100 kW (siehe Abbildung 3|100). Je größer die installierte Anlage, desto rentabler das Contracting. Da es gegenwärtig kaum große Solarwärme-Projekte gibt (über 100 kW), ist Solarwärme auch für Contracting (noch) uninteressant.

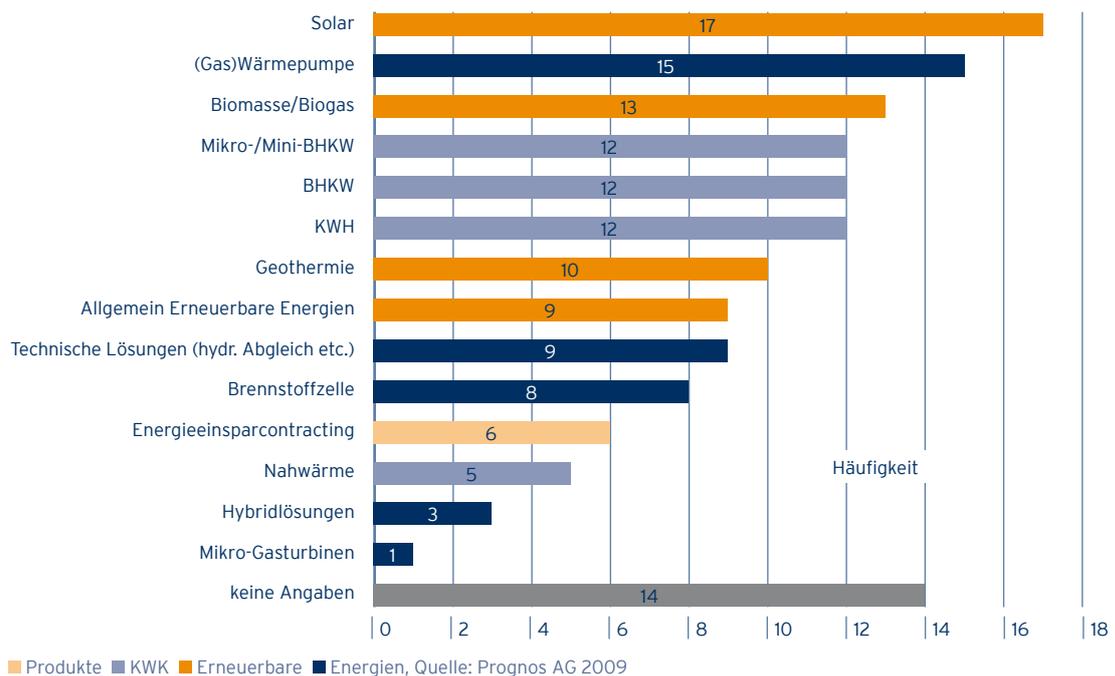
3 | Abbildung 100 | Wärmeliefer-Contracting: Transaktionskosten und Investitionskosten nach Anlagengröße



Da ein Großteil der Contracting-Kosten Brennstoffkosten sind, wird Solarwärme mit steigenden Energiepreisen zunehmend attraktiver. Entsprechend sehen Contractoren Solarwärme als eine der Technologien mit großem Zukunftspotential [Prognos, 2009].

In Abbildung 3|101 sind die Ergebnisse einer Befragung der PROGNOSE AG von Unternehmen, die sich mit Contracting beschäftigen, dargestellt. Solar wird von den Befragten als die innovativste Technologie mit der höchsten Erwartung an die Zukunft genannt.

3 | Abbildung 101 | Umfrage unter Contractoren: Zukunftspotential von Energietechnologien und -produkten



Damit sich Contracting - und damit auch Solarwärme-Contracting - weiter entwickeln kann, müssten sich die rechtlichen Rahmenbedingungen ändern. Contractoren sehen weniger die fehlenden technischen Möglichkeiten als vielmehr die **rechtliche Situation** als Grund für die geringe Akzeptanz von Contracting im Wohnungsbereich. Die Kritikpunkte im Einzelnen:

- Keine gesetzliche Definitionen;
- Kein gesetzliches Modell des Contracting-Vertrages;
- Rechtliche Regelungen für die Wärmelieferung in der Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVB);
- Wichtige Fragen, z.B. Zulässigkeit einer Umlage von Kosten der Wärmelieferung auf die Mieter, offen;

→ Heizkostenverordnung (HeizkostenV) bietet keine Rechtsklarheit.

Die Kritikpunkte sind allerdings nicht im Rahmen einer Solarwärme-Strategie zu lösen, sondern müssen durch geeignete energiepolitische Vorgaben angegangen werden. [Technomar, 2005], [BMVBS 2009]

Fazit

Solarwärme sehen Contractoren langfristig generell positiv. Solarwärme-Contracting wird sich erst dann entwickeln, wenn die rechtlichen Rahmenbedingungen geklärt sind. Generell ist Contracting erst für Anlagen deutlich über 100 KWhth attraktiv, dies gilt auch für Solarwärme-Contracting.

3.8 Ausgangsbasis für Solarwärme-Vision, -Mission und -Grundstrategie

Neben der Analyse der gegenwärtigen Situation der Solarwärme ist für die Entwicklung des Fahrplans auch die Frage zu diskutieren, wie sich die Rahmenbedingungen für die Solarwärme bis 2030 verändern könnten. Basierend auf den bisherigen Ergebnissen des Analyseteils wird im Folgenden der Inhalt aus mehreren Workshops zu

Zukunftsthese dargestellt und diese in Szenarien zusammengefasst. Die Szenarien zeigen, wie die jeweiligen Themenfelder sich bis 2030 entwickeln könnten. Die Ergebnisse dienen als Fundament für die Erstellung der Grundstrategie und sind im Folgenden zusammengefasst.

3.8.1.1 Thesen zur Technik in 2030

Die Auswahl an Erzeugertechnologien wird zukünftig weiter steigen. Geht man davon aus, dass neben den etablierten Anlagen noch weitere Entwicklungen wie Gas-Absorptionswärmepumpe oder Solar-Wärmepumpe auf den Markt kommen, wird die Komplexität zunehmen. In diesem Umfeld muss sich die Solarwärme als eine technische Option behaupten und ihre Position weiter ausbauen.

Strombasierte Technologien sind sehr stark vertreten und werden aller Wahrscheinlichkeit nach - vor allem im Neubau - auch langfristig eine bedeutende Marktstellung haben. Photovoltaik hat ebenfalls eine große öffentliche Wahrnehmung. Zwar ist das Thema Speicherung noch nicht ge-

löst, langfristig wird dies aber sicher der Fall sein, vor allem im Zusammenhang mit dem Ausbau der Elektromobilität.

Die Dämmziele sind bis 2030 noch nicht erreicht. Durch eine engagierte Forschung kann in den kommenden zehn Jahren ein Durchbruch bei Wärmespeichern erzielt werden. Dies geschieht unabhängig von der Solarwärme, die Technologie kommt allen Wärmeerzeugern zugute.

Solarwärme bietet für Produktionsprozesse Einsparpotentiale und die Anwendungen in verschiedenen Branchen werden sukzessive ausgebaut.

3.8.1.2 Thesen zur Wirtschaft in 2030

Nach Einschätzung des World Energy Outlook steigen die Preis für Rohstoffe, Öl, Gas und Strom moderat an. Indizien dafür sind das Überangebot an Gas auf dem Weltmarkt, neue Ölfunde und bessere Infrastruktur (z.B. Ostseepipeline).

Für die Solarwärme sind keine signifikanten Impulse von Fachgroßhandel und Handwerk zu erwarten. Der FGH wird Solarwärme weiter unterstützen aber zusätzliche Vertriebsmaßnahmen sind nicht zu erwarten. Das Handwerk spezialisiert sich auf bestimmte Wärmeerzeuger um die Komplexität der Anlagentechnologie zu reduzieren. Mehr Handwerksbetriebe werden sich mit Solarwärme beschäftigen.

Es gibt neue Vertriebswege außerhalb des SHK-Handwerks, beispielsweise über das Internet. Viele ausländische Solarwärme-Billiganbieter sind auf dem deutschen Markt, da bei guten Förderbedingungen und Marktzuwächsen die Marktattraktivität steigt.

Andere Branchen entdecken die Solarwärme als „Bundle“ (=Koppel-Produktangebot). Durch äußeren Wettbewerbsdruck müssen sich die deutschen Solarwärme-Hersteller konsolidieren/konzentrieren und in der ganzheitlichen Marktbearbeitung effizienter werden.

3.8.1.3 Thesen zur Gesellschaft in 2030

Die globalen ökonomischen und ökologischen Probleme nehmen deutlich zu. Durch die demografische Veränderung und dem rapide gestiegenen Anteil älterer Menschen sind die sozialen Systeme stark belastet. Die Überalterung und die geringe Geburtenrate haben zur Folge, dass deutlich weniger Erwerbstätige in einem Beschäftigungsverhältnis sind. Es herrscht ein Mangel an Fachkräften.

Das Leben wird ungewisser: Steigendes Sicherheitsbedürfnis, verschiedene, stark heterogene

Gesellschafts- bzw. Zielgruppen entwickeln sich. Wirtschaftliche Aspekte finden auch bei ökologisch orientierten Zielgruppen stärkere Beachtung. Im Gegenzug wird für die eher ökonomisch orientierten Personen auch der ökologische Gedanke wichtiger. Immaterielle Werte, wie Zufriedenheit, Sicherheit, Nachhaltigkeit, setzen sich in breiteren Gesellschaftsschichten durch.

3.8.1.4 Thesen zur Politik in 2030

Durch die Verschiebung der Alterspyramide und der dadurch entstehenden hohen Kostenbelastung liegt die staatliche Hauptaufgabe in der Sicherstellung der Grundversorgung der Bevölkerung.

Die Klimaziele werden möglicherweise nicht erreicht, da zu spät mit den verschiedenen Maßnahmen begonnen wird. Die für die Erreichung der Klimaschutzziele vorhandenen Förderprogramme wie MAP sind mehr performanceorientiert. Nur eine marginale weitere Verschärfung der EnEV ist durchsetzbar.

Veränderungen des Mietrechts vereinfachen die Modernisierung und führen besonders in vermieteten Objekten zu Modernisierung. EcoDesign zwingt zur Kombination von Brennwert-Kesseln und Solarwärme, vor allem in der Modernisierung.

Ineffiziente Wärmeerzeuger könnten verboten werden. Durch die Internalisierung externer Kosten (z.B. Wärmeprämie) ist ein haushaltsunabhängiges Förderinstrumentarium geschaffen. Das zunächst stärkere Interesse der Politik an anderen Technologien/Themen als an der Solarwärme könnte sich ändern.

3.9 Analyse und Bewertung der ökonomischen und energiewirtschaftlichen Voraussetzungen und Herausforderungen für eine erreichbare Zielvision: Ausbauszenarien

In den Workshops Technik, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft wurden verschiedene Teilszenarien erstellt, diskutiert und bewertet. Ergebnis ist eine Liste von Einflussfaktoren, die für die Zukunft der Solarwärme im Rahmen des Fahrplans von maßgeblicher Bedeutung sind. Diese Szenario-Einflussfaktoren wurden mithilfe von Verfahren wie dem analytischen Hierarchie-Prozess sowie SWOT-

Analysen überprüft und gewichtet. Basierend auf den Ergebnissen der Kapitel 3.2 bis 3.8 wurden für den Fahrplan drei Ausbauszenarien für die Solarwärme im Zeitraum 2012 bis 2030 erstellt. Das mittlere Szenario **„Forcierte Expansion“** dient als Grundlage für die Maßnahmen des Fahrplans.

Hauptcharakteristika der drei Szenarien sind:

3 | Abbildung 102 | Charakteristika der drei Szenarien

Szenario „Business as usual“ BAU	Szenario „Forcierte Expansion“ FE	Szenario „Globaler Wandel“ GW
	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassende Realisierung der Maßnahmen im Rahmen des Fahrplans 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassende Realisierung der Maßnahmen im Rahmen des Fahrplans
<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der fossilen Energiepreise um Ø 3-5% p.a. • Förderung wie bisher 	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der fossilen Energiepreise um Ø 8% p.a. • Verstärkte Förderung bis 2023 • Im Anschluss: selbsttragender Wachstumseffekt 	<p>Deutliche Veränderung der Rahmenbedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zunahme der globalen ökologischen Probleme • Steigerung der fossilen Energiepreise um Ø 11% p.a. • Gleichstellung der Solarwärme-Förderung

Im Szenario **„Forcierte Expansion“ (FE)** werden alle im Fahrplan Solarwärme beschriebenen Maßnahmen in vollem Umfang erfolgreich umgesetzt. Gleichzeitig steigen die fossilen Energiepreise um durchschnittlich 8% p.a., was etwa der durchschnittlichen Energiepreissteigerung p.a. in Deutschland zwischen 2000 und 2010 entspricht. Bis 2023 wird die öffentliche Förderung in den Wohnbausegmenten deutlich erhöht (Steigerung ca. 100%). Im Anschluss daran entwickelt sich, gestützt auf deutlich niedrigere Systempreise und hohe Energiekosten, ein selbsttragender Wachstumseffekt.

den Segmenten industrielle Prozesswärme und Nicht-Wohnbau erforderliche Amortisationszeit von 5-8 Jahren etwa ab 2018. Ab 2015 beginnt der erste prototypische Einsatz neuer Technologien, insbesondere Kollektoren aus Kunststoff oder ähnlichen Materialien und hocheffiziente Speicher. Diese Technologien finden ab ca. 2018 einen breiteren Einsatz, was aber zunächst aufgrund der geringen Stückzahlen und erst allmählich steigenden Erfahrung zunächst zu leichten Mehrkosten führt. Substanzielle Kostensenkungseffekte sind erst im ersten Drittel der 2020er Jahre zu erwarten.

Bis 2015 wird die in den Entwicklungssegmenten erforderliche Amortisationszeit einer Solarwärme-Anlage von 8 bis 10 Jahren erreicht. Die in

Gerade kleinere und flexible Solarwärme-Hersteller bauen für die Entwicklungssegmente des Marktes notwendigen Kompetenzen und Zugänge auf

um die dort vorhandenen Absatzpotentiale zu erschließen. Die etablierten Segmente der Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) werden von Solarwärme- großen Systemanbietern dominiert, die einfache, kostengünstige und effizienz- und montageseitig optimierte System- und Paketlösungen produzieren (Systemlösung = Wärmeerzeuger +

Kollektor + Speicher; Paketlösung = Kollektor + Speicher).

Der Vertrieb wird in diesem Szenario deutlich gestärkt, d.h. es wird die Zusammenarbeit mit dem Handwerk intensiviert und viele neue Partner aus dem Handwerk dazugewonnen.

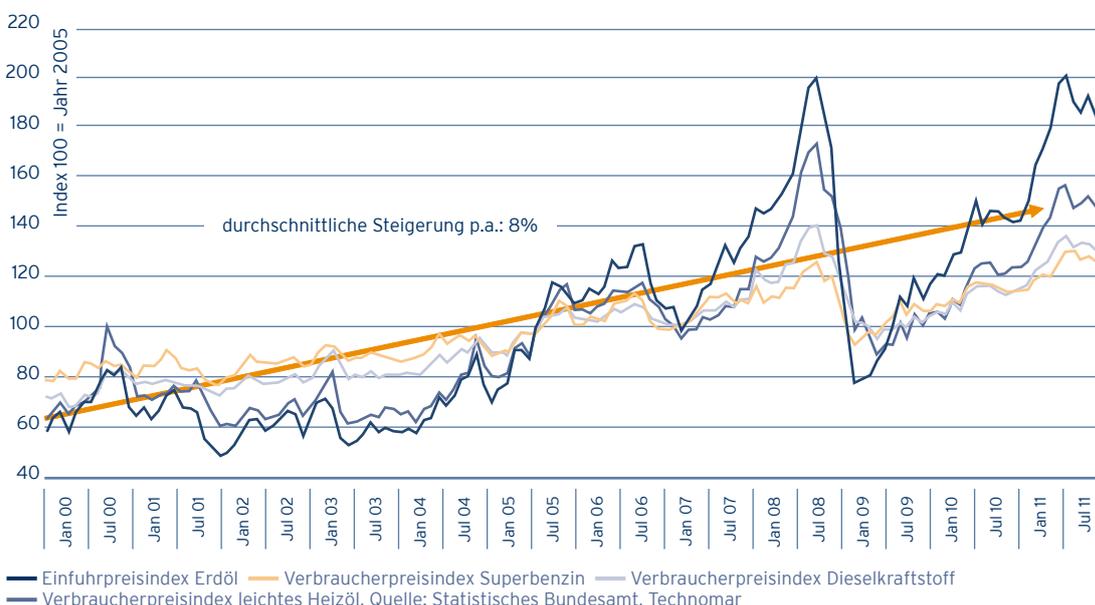
3 | Tabelle 1 | Charakteristika des Szenarios „Forcierte Expansion“

Szenario „Forcierte Expansion“ (FE)
Kostensenkung im System bis 2015 auf die in den Entwicklungssegmenten erforderliche Amortationsdauer
Kostensenkung bis ca. 2018 auf die im Segment Prozesswärme erforderliche Amortationsdauer
Ab 2015 erster Einsatz neuer Technologien (Kunststoffkollektor, hocheffizienter Speicher), ab 2018 breiterer Einsatz, ab 2020 bis 2022 substantielle Kosteneffekte
Aufbau der für die Entwicklungssegmente notwendigen Kompetenzen, Marktzugänge etc. durch SW-Spezialisten
Proaktive Gestaltung des Strukturwandels in der Branche zur Optimierung der Paket- und Systemangebote (Ko. + Sp. bzw. WE+Ko.+Sp.) und Realisierung von Skaleneffekten
Deutliche Stärkung des Vertriebs
Steigerung der fossilen Energiepreise um 8% p.a.
Verstärkte Förderung bis 2023 (Bestand EZFH, Entwicklungssegmente, neue Segmente)

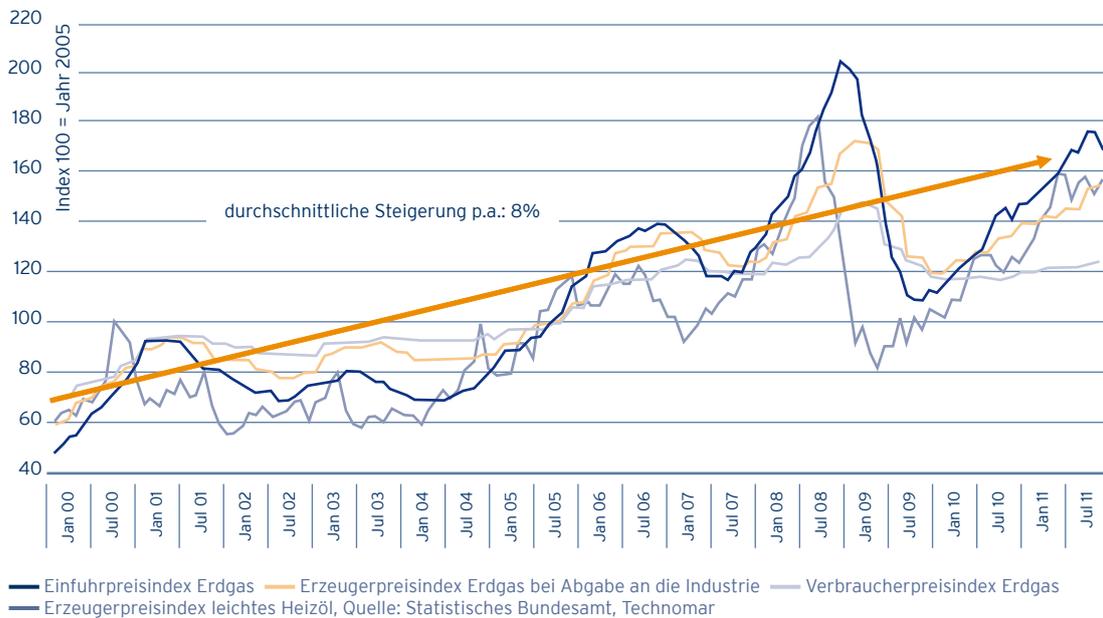
Das Szenario FE legt eine Steigerung der fossilen Energiepreise um 8% p.a. zugrunde. Die beiden Abbildungen 3|103 und 3|104 verdeutlichen, dass

eine Steigerung von 8% nahezu identisch ist mit dem durchschnittlichen Preisanstieg von Öl und Gas während der letzten 10 Jahre.

3 | Abbildung 103 | Entwicklung der Ölpreise von 2000 bis 2011



3 | Abbildung 104 | Entwicklung der Gaspreise von 2000 bis 2011



Zusätzlich zur Realisierung der im Fahrplan beschriebenen Maßnahmen basiert das Szenario „Globaler Wandel“ (GW) auf einer deutlichen Zunahme der globalen ökologischen Probleme (Klimawandel, Luftverschmutzung, Ansteigen des Meeresspiegels etc.), sodass weite Kreise der deutschen Bevölkerung ihre persönliche Verantwortung für umweltgerechtes Verhalten deutlich ernster nehmen als bisher. Parallel dazu kommt es zu einer massiven Steigerung der fossilen Energiepreise, beispielsweise ausgelöst durch Konflikte im Nahen Osten. Die Energiepreise steigen in einem Ausmaß, der die meisten Eigentümer

und Mieter von Wohn- und Nichtwohnbauten aus Budgetgründen dazu zwingt, erneuerbare und gleichzeitig energetisch sparsame Wärmeerzeuger einzusetzen. Bedingt durch die fortschreitend unsicher werdende Energieversorgung mit Öl und Gas in diesem Szenario steigt das Bedürfnis nach autarker Energieversorgung. Die Bundesregierung beendet die gegenüber anderen erneuerbaren Energieerzeugungstechnologien bisher deutlich verminderte öffentliche Förderung der Solarwärme und erhöht diese auf ein vergleichbares Maß (siehe dazu auch Kapitel 3.3 Politik).

3 | Tabelle 2 | Charakteristika des Szenarios „Globaler Wandel“

Szenario „Globaler Wandel“ (GW)
Umfassende Realisierung aller Maßnahmen des Fahrplans wie im Szenarion FE
Realisierung von Skaleneffekten bei Nah- und Fernwärme
Deutliche Zunahme der globalen ökologischen Probleme
Massive Steigerung der fossilen Energiepreise durch externe Schocks (Ø 11% p.a.)
Gesteigertes Bedürfnis nach autarker Energieversorgung
Gleichstellung der Förderung der Solarwärme mit anderen erneuerbaren Energien (PV, BHKW)

Das Szenario „**Business as usual**“ (BAU) geht davon aus, dass es gegenüber der derzeitigen Situation in der Solarwärme-Branche zu keinen deutlichen Veränderungen kommt. Kostensenkungen finden maximal im Rahmen des üblicherweise anfallenden technischen Fortschritts statt. Der Effekt wird max. 1% p.a. veranschlagt, was bis 2030 eine Verringerung der Kosten um maximal 17% bedeuten würde. Da aber anzunehmen ist, dass die konkurrierenden Technologien, insbesondere Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk, ebenfalls Kostensenkungen in mindestens gleicher Höhe realisieren können, findet im BAU-Szenario gegenüber dem Wettbewerb keine Verbesserung der Kostenposition statt. Hauptursache für die marginalen Kostensenkungen ist ein technologisches Verharren der Solarwärme auf dem Status Quo. Sowohl beim Einsatz neuer Materialien im Kollektor als auch in der Speicherentwicklung kommt es nicht zu wesentlichen Fortschritten. Die Effizienz des Gesamtsystems kann nicht weiter gesteigert werden, auch Montage und Installation werden nicht signifikant vereinfacht.

Die Solarwärme-Branche konzentriert sich weiter auf die Produktion von Solarwärme-Produkten für den dreistufigen Vertrieb, insbesondere für das SHK-Handwerk. Neben dieser Produktionskompetenz gelingt es nicht, sich weitere Kompetenzen anzueignen, die für die gezielte Bearbeitung von Marktsegmenten außerhalb des Ein- und Zweifamilienhauses notwendig sind. Damit ist es nicht möglich, den eigenen Vertrieb gezielt aktiv auszuweiten, sondern man ist weiterhin auf Absatzmittler angewiesen, die Solarwärme eher sporadische und komplementär zu anderen Lösungen im Bereich Wärmeerzeuger einsetzen. Das BAU-Szenario geht davon aus, dass die Energiepreise im Betrachtungszeitraum um max. 3-5% p.a. steigen. Dies führt tendenziell zu einem Remanenzverhalten der potenziellen Investoren, insbesondere im Bereich EZFH, da keine gravierenden Energiepreis-Sprünge ausgelöst werden, die jedoch Voraussetzung wären für eine deutliche Veränderung im Investitionsverhalten der Hausbesitzer zugunsten der Solarwärme. Die öffentliche Förderung der Solarwärme stagniert auf dem gegenwärtigen Niveau; daher ist von dieser Seite keine weitere Marktstimulierung möglich.

3 | Tabelle 3 | Charakteristika des Szenarios „Business as Usual“

Szenario „Business as Usual“ (BAU)
Kostensenkung im Rahmen des normalen technischen Fortschritts ($\geq 1\%$ p.a.)
keine gravierenden technischen Veränderungen
Keine fokussierte segmentorientierte Marktbearbeitung
Geringfügige Verbesserung der Pakete und Systeme
Vertrieb wie bisher
Steigerung der fossilen Energiepreise um \varnothing 3- 5% p.a.
Förderung wie bisher

Nach intensiver Diskussion sind Kernteam und Lenkungsausschuss des Projektes „Fahrplan Solarwärme“ übereingekommen, das Szenario „Forcierte Expansion“ zur Grundlage für Richtung und Geschwindigkeit des Fahrplans zu machen.

Eine konservativ-pessimistische Perspektive hinterfragt die Erreichung der im FE-Szenario im Rahmen des Fahrplans berechneten Ausbauziele kritisch: Die Amortisationsdauer von Solaranla-

gen ist derzeit noch nicht optimal, die technologischen Innovationspotentiale der Solarwärme sind nicht sehr stark ausgeprägt, der Wettbewerb von Wärmeerzeuger-Technologien und Dämmung nimmt weiter zu, Teile des Handwerks sind gegenüber der Solarwärme immer noch zurückhaltend und möglicherweise entwickeln sich die Energiepreise trotz Peak-Oil möglicherweise in Zukunft nur sehr moderat.

Hingegen machen Ereignisse wie der Ausstieg der Bundesrepublik Deutschland aus der Kernenergie deutlich, dass künftige Entwicklungen nicht nur aus der Perspektive des Status Quo betrachtet werden dürfen. Aus diesem Grund wurde dem „Business as usual“-Szenario mit dem Szenario „globaler Wandel“ ein positiv-optimistisches Szenario gegenübergestellt. Aussagen über Eintrittswahrscheinlichkeiten sind bei Szenarien aus methodischen Gründen nicht zulässig. Die Adres-

saten dieses Fahrplans sind aber möglicherweise gut beraten, auch das Szenario „Globaler Wandel“ in Betrachtung zu ziehen, um die Solarwärme-Branche gegebenenfalls in die Lage zu versetzen, ihren Beitrag zu einer sicheren, erneuerbaren und bezahlbaren Energieversorgung zu leisten.

Seitens der BSW-SOLAR-Mitgliedsunternehmen wird alles getan, um die im Szenario „Forcierte Entwicklung“ gesteckten Ziele zu erreichen.

4 | Der Fahrplan Solarwärme bis 2030

Aufgabe dieses Fahrplans ist es, für die deutsche Solarwärme-Wirtschaft Perspektiven, Ziele und Maßnahmen aufzuzeigen und den beteiligten Unternehmen eine richtungsweisende Orientierung zur erfolgreichen Gestaltung der kurz-, mittel- und langfristigen Zukunft der Solarwärme in Deutschland anzubieten. Dabei geht es sowohl um die intensiviertere Bearbeitung der etablierten Marktsegmente als auch um Chancen und Wege für die Entwicklung weiterer Marktsegmente. Weitere Kostensenkung und Erhöhung der Wirtschaftlichkeit stehen dabei im Vordergrund, um eines der Kernziele der Solarwärme-Branche, die Unabhängigkeit von öffentlichen Fördermitteln, möglichst rasch zu erreichen. Angesichts der derzeit nicht unbedingt zufriedenstellenden wirtschaftlichen Situation der Branche wird der Ge-

nerierung konkreter Maßnahmen, insbesondere zur Mobilisierung des Marktes, ein hoher Stellenwert eingeräumt.

Daneben zeigt dieser Fahrplan auf, wie sich die Solarwärme künftig in den Reigen der erneuerbaren Energien einordnen kann. Er zeigt, welchen Beitrag diese Technologie, welche die mit Abstand natürlichste und nachhaltigste Form der Wärmeerzeugung darstellt, im Rahmen einer ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen Energieversorgung leisten kann und welche Rahmenbedingungen dafür notwendig sind. Der Fahrplan erläutert auch, welche gesamtwirtschaftliche und ökologische Bedeutung die Solarwärme inne hat und welche Potentiale für den Export von Solarwärme-Produkten bestehen.

4.1 Vision, Mission, Positionierung der Solarwärme-Branche

Die folgende Vision und Mission für die Solarwärme in Deutschland sind ein Ergebnis der Abstimmung des Projekt-Kernteam, des Vorstands des BSW-SOLAR und des im Fachbeirat des Projektes vertretenen BSW-SOLAR-Mitgliedsunternehmen und im Verband beim Mitgliederentscheid auf der Mitgliederversammlung 2011 mit 99%tiger Mehrheit akzeptiert.

Während die Vision grundsätzlich eine im hohen Maße lebenswerte, attraktive Zukunft beschreibt, die von weiten Teilen der Gesellschaft angestrebt wird und stark motivierenden Charakter hat, orientiert sich die Mission an der konkreten Zielstellung für die Solarwärme-Branche als Arbeitsgrundlage für das künftige Handeln.

4.1.1.1 Solarwärme-Vision für Deutschland

Die Vision beschreibt das Zielbild einer zukünftig angestrebten energetischen Situation des Gebäudebestands in Deutschland und positioniert die Solarwärme in Kreis der erneuerbaren Technologien zur Wärmeerzeugung.

Das Zielbild baut auf bestehenden Aussagen der DSTTP auf. Es entstand aus dem Nutzenprofil der Solarwärme im Wettbewerbsvergleich sowie der Abschätzung über die mögliche Größe und Struktur des Gebäudebestands bis Mitte des 21ten Jahrhunderts.

Solarwärme-Vision für Deutschland

- Die direkte Nutzung der Energie der Sonne in Form von Solarwärme ist die mit Abstand natürlichste und nachhaltigste Form der Wärmeerzeugung.
- Damit leistet die Solarwärme einen wesentlichen Beitrag für einen künftig annähernd klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland, dessen Energiebedarf weitgehend durch erneuerbare Energien gedeckt wird.
- Die Mitglieder des BSW-SOLAR arbeiten daran, diese Ziele möglichst rasch zu erreichen, indem sie die Entwicklung, Herstellung und Vermarktung effizienter Solarwärme-Systeme optimal vorantreiben zum gemeinsamen Nutzen von Kunden, Mitarbeitern, Gesellschaft und Umwelt.

4.1.1.2 Mission Solarwärme für Deutschland

Die Mission Solarwärme basiert auf den angestrebten Absatzziele und Rahmenbedingungen der Solarwärme-Branche im Szenario „Forcierte Expansion“ und der in den strategischen Fokusthemen formulierten Solarwärme-Grundstrategie (vgl. Kapitel 3.8 und 4.2 und 4.5 dieses Dokuments).

Ferner orientiert sich die Mission an den in Kapitel 4.6 formulierten quantitativen Zielen des Fahrplans Solarwärme, insbesondere an den Kostensenkungszielen.

Mission Solarwärme für Deutschland

- Die Solarwärme wird bei der überwiegenden Zahl der dafür geeigneten Wohngebäude zur Grundausstattung in der Wärmeversorgung.
- Im Bereich der industriellen Prozesswärme leistet Solarwärme einen substanziellen Beitrag, um für die Unternehmen Energiekosten zu senken.
- Durch weitere technologische Erfolge und Kostensenkungen erreicht die Branche eine führende Position im Weltmarkt und erzielt dadurch wachsende Exportanteile, Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland.

Die naturgemäß generischen Formulierungen der Mission Solarwärme werden konkretisiert und detailliert durch die in Kapitel 5 dieses Dokuments

ausführlich beschriebenen Maßnahmen im Rahmen des Fahrplans.

4.1.1.3 Positionierung der Solarwärme

4.1.1.4 Positionierung der Solarwärme gegenüber der Photovoltaik

Die Energiewende ist vom Teilbereich Strom dominiert, sowohl politisch als auch medial. Aber 40% des Endenergiebedarfs in Deutschland werden für die Wärmeversorgung von Gebäuden benötigt. Der größte Bereich sind Wohngebäude mit Heiz- und Warmwasserbedarf. Der reale Zubau an erneuerbare Wärme (Anteil 2010: 9,5%) hinkt den klimapolitischen Erfordernissen und den energiepolitischen Zielen der Bundesregierung hinterher.

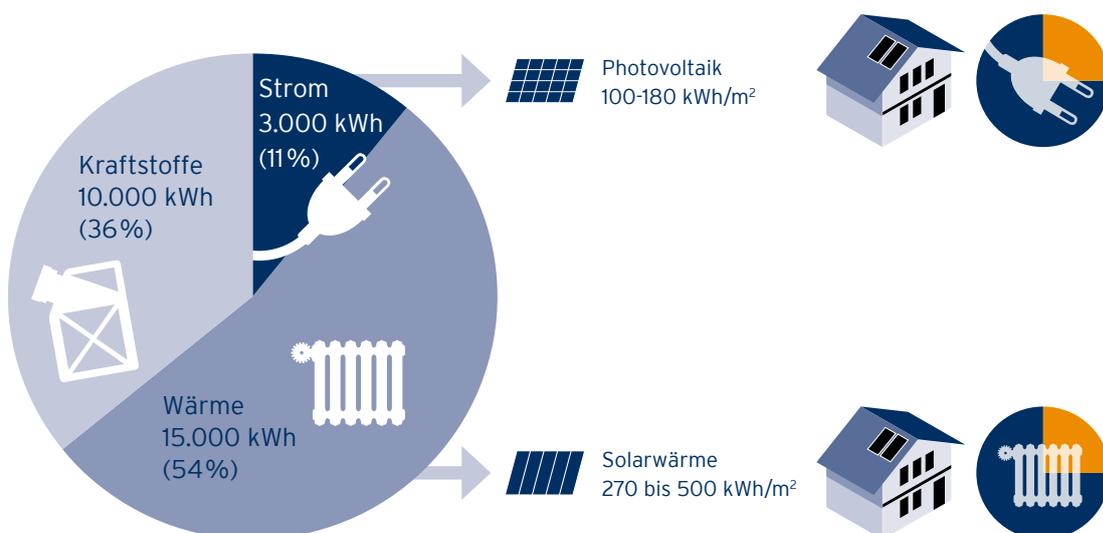
Dabei sind Verbrauchssenkungen im Wärmebereich in Gebäuden und eine Erhöhung des EE-Anteils an der Versorgung sehr kosteneffizient und schnell umzusetzen. Bislang wurde die Wärmeversorgung von Gebäuden hauptsächlich unter wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien betrachtet. In Zukunft kommt als neuer Gesichtspunkt die Integration in ein gemeinsames Energiekonzept mit 100% Erneuerbaren Energien für alle Bereiche (Wärme, Strom, Mobilität) hinzu.

Zur Erreichung einer möglichst hohen Gesamteffizienz ist es sinnvoll, die für die jeweiligen Bereiche Wärme und Strom optimalen Konzepte und Technologien einzusetzen.

Daraus folgt die Konsequenz: Solarwärme für Wärmeanwendungen, Solarstrom für Stromanwendungen.

Um größtmögliche Flexibilität zu erreichen, sollten alle Wärmebedarfe in den Einzelgeräten auch in Form von Wärme bereitgestellt werden, um einen optimalen Mix eines oder mehrerer Wärmeerzeuger zu erreichen. Nur so kann zentral der jeweils optimale Wärmeerzeuger eingesetzt werden. Stromüberschüsse werden (künftig) für Stromanwendungen und Verkehr gespeichert oder als Ersatz von Gas, Öl, Kohle für Wärme in Hoch- und Mitteltemperaturprozessen eingesetzt (bei vorhandener Infrastruktur).

4 | Abbildung 1 | Energieverbrauch im Privathaushalt und Energieernte vom Dach



Basis: Jährlicher Energieverbrauch eines Zwei-Personen-Haushalts, Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien 2008

Der Fahrplan Solarwärme berücksichtigt einen Zubau der Photovoltaik in Höhe von ca. 100.000 Photovoltaik-Anlagen/Jahr (< 10kWp; Basis 2010). Bis 2020 können trotzdem ca. 40%, bis 2030 ca. 75% der geeigneten EZFH mit Solarwärme belegt werden. Eine Konkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarwärme ist daher allenfalls beim Investor in Form seiner individuellen Entscheidung und dem Handwerk anzutreffen.

Hingegen unterscheidet sich gegenwärtig die Förderung für Photovoltaik und Solarwärme sehr

stark. Wie im Kapitel 3.3.2 Vergleich von Fördermaßnahmen näher erläutert, wird unter dem Aspekt „Eigenverbrauch“ eine Photovoltaik-Anlage in einem EZFH derzeit um circa das Zehnfache höher gefördert als eine Solarwärme-Anlage.

Betrachtet man die Wirtschaftlichkeit von Solarwärme-Anlagen unter Abzug des Speichers, wie dies bei der Photovoltaik üblich ist, so reduzieren sich die Kosten einer Solarwärme-Anlage um fast ein Viertel, die Amortisationszeit sinkt um ca. 15% (siehe detaillierte Darstellung in Tabelle 4|1).

4 | Tabelle 1 | Vergleich der Grundcharakteristika von Solarwärme und Photovoltaik

Solarwärme	Photovoltaik
Wirkungsgrad: 50% Umwandlung der Sonnenenergie in Niedertemperatur zwischen 30 bis 60° Celsius	Wirkungsgrad: Je nach Technologie zwischen 10% und 20%
Pufferspeicher-Technologie (Kurzzeit-/Tagesspeicher) mit langen Lebensdauern (30-40 J.) am Markt eingeführt. Kosten um zweistelligen Prozentbereich niedriger als Batteriespeicher	Speichermöglichkeiten noch weitestgehend nur über Stromnetz und im großen Maßstab (v. a. Pumpspeicher)-- dezentrale Speicher derzeit in der Entwicklung
Verlängerung der nutzbaren Sonnenstunden durch Speicher	Sonnenstunden entsprechen Nutzungszeiten
Aber: nicht benötigte kWh verpuffen (Sommer)	Aber: jede nicht benötigte kWh kann eingespeist werden
Pro qm relativ hoher Anteil am Wärmeenergieverbrauch und damit am Endenergieverbrauch eines Haushalts	Pro qm relativ hoher Beitrag zur Veränderung des deutschen Strommixes (z. B. im Vergleich zu Biomasse)
Exergiefaktor 1: Solarwärme ist Niedertemperatur-Wärme	Exergiefaktor 2,6: Strom ist Edelennergie mit vorrangigem Einsatz für Antriebe, Beleuchtung, elektrische Geräte
CO ₂ : Solarwärme eignet sich zur Vermeidung fossiler Energie mit (relativ) geringem CO ₂ -Ausstoß	CO ₂ : Photovoltaik eignet sich zur Vermeidung fossiler Energie mit hohem CO ₂ -Ausstoß im Strommix (v.a. Braun- und Steinkohle)

4.1.1.5 Positionierung der Solarwärme in der Kommunikation

„Die Heizspartechnologie, die Wohlstand und Umwelt schützt“... Umweltschutz und Kosteneinsparung sind heute schon starke Differenzierungsmerkmale und für zwei wesentliche Zielgruppen kaufentscheidend. Der Kostenspareffekt tritt bei der Solarwärme gerade dann am stärksten ein,

wenn der (konventionelle/erneuerbare) Wärmeerzeuger am ineffizientesten ist. Durch die bei der Solarwärme vorhandene Speichertechnologie verlängert sich der Sonnenertrag äußerst wirkungsvoll. Einsparungen werden aufgrund steigender Energiepreise, steigender Steuerlast

und Inflation immer wertvoller. Damit steigt der erwirtschaftete Wert von Solarwärme-Anlagen, was die Handlungsmöglichkeiten ihrer Besitzer erhöht und einen großen Beitrag zur Vorsorge und zu mehr individueller Versorgungssicherheit liefert. Solarwärme spart Heizkosten und sichert ihren Besitzern damit Wohlstand und eine intakte Umwelt.

Mit sinkenden Amortisationszeiten (ab 2015/2020) sollte die Solarwärme verstärkt über ihre „Wirtschaftlichkeit“ positioniert werden. Damit wird sie auch für gewerbliche Zielgruppen außerhalb des EZFH-Segments relevant, da im MFH-, Nicht-Wohnungsbau, Fern-/Nahwärme- und Prozesswärme-Segment hauptsächlich die Amortisationszeiten über das Investment entscheiden.

4 | Abbildung 2 | Positionierung immaterieller Wert-Argumente für die Solarwärme in der Kommunikation

Wert-Argumente	Solarwärme-Vorteile für Investoren ■ und im Vergleich zu Wettbewerbstechnologien ●			Priorität für die Kommunikation
	niedrig	Durchschnitt	hoch	
Natürlichkeit, Unerschöpflichkeit		■	●	*
Ressourcenschonung		■ ●		**
Umwelt- und Klimaschutz			● ■	***
Unabhängigkeit	●	■		*

Eher immaterielle Wert-Argumente

Quelle: BSW-Solar

Unter allen immateriellen Werten treffen beim „Umwelt- und Klimaschutz“ die Differenzierung vom Wettbewerb und die Relevanz für den Investoren am dichtesten aufeinander. „Natürlichkeit“ hat zwar einen hohen Ausschlag, wird aber bei keiner Umfrage als besonders relevant gekennzeichnet. „Ressourcenschonung“ ist zwar positiv, differenziert aber die Solarwärme gegenüber EE-Wettbewerbstechnologien nicht ausreichend. „Unabhängigkeit“ wäre zwar attraktiv, lässt sich aber bei solaren Deckungsanteilen von < 30% nur teilweise nicht realisieren. Man ist lediglich „ein Stück“ unabhängiger.

Alle materiellen Werte haben großes Entwicklungspotential in der Zukunft. Der Schutz vor Preissteigerungen wäre sehr attraktiv, gelingt bei

solaren Deckungsgraden von unter 30% nur unzureichend. Kostenersparnis ist für Solarwärme-Interessenten hochrelevant und tatsächlich gut zu erreichen. Bei zunehmender Kostenersparnis und Wirtschaftlichkeit wird zudem das Vorsorge-Argument stärker. Sobald eine Amortisationsdauer von unter 10 Jahren in den EZFH-Segmenten erreicht ist, kann „Wirtschaftlichkeit/Rendite“ aus der Kommunikationsperspektive das stärkste materiell Wert-Argument für die Solarwärme darstellen. Dabei kann die „Einsparrendite“ eine Alternative zur „Erlösrendite“ darstellen. Die sogenannte „Einsparrendite“ hebt darauf ab, dass Kosteneinsparungen - anders als Erlöse - naturgemäß steuerfrei sind und daher zu höheren Renditen für die Solarwärme führen als eine Betrachtung der Erlöse.

Anlagen mit höheren solaren Deckungsgraden möglichst intensiv zu vermarkten.

Es gilt, das hohe vorhandene Dachflächenpotential möglichst voll auszuschöpfen und dabei die

Zusammenarbeit mit dem Handwerk intensivieren. Dazu ist es notwendig, im Wettbewerb gegenüber singulären Wärmeerzeugern überzeugen und die Anlagenkosten für den Endkunden senken.

4.2.1.2 Strategisches Fokusthema II: Entwicklung weiterer Marktsegmente durch Erwerb von Zusatzkompetenzen

Es existieren einige Marktsegmente, die im Vergleich zu den etablierten Segmenten (vgl. Fokusthema I) erst noch entwickelt werden müssen. Zu diesen Entwicklungssegmenten gehören das sogenannte „Sonnenhaus“, der Mehrfamilienhausbau (MFH), der Nicht-Wohnbau, und das Segment Nah- und Fernwärme.

Die etablierten Segmente im Bereich EZFH sind mittel- und langfristig nicht ausreichend, um ein weiteres substanzielles Wachstum der Solarwärme auf dem deutschen Markt zu gewährleisten. Daher ist die gezielte Entwicklung weiterer Absatzsegmente notwendig.

Diese Entwicklungssegmente weisen andere Charakteristika auf als die etablierten Segmente, und es ist der Erwerb von Zusatzkompetenzen für den Erfolg notwendig. (Beispiele. Systemkompetenz, tieferes Verständnis über die Situation und die Entscheidungskriterien der Kunden etc.. Zu den Charakteristika und Zusatzkompetenzen vgl. Kapitel 4.5).

Es ist für den langfristigen Erfolg von großer Bedeutung, diese Entwicklungssegmente beizeiten systematisch zu entwickeln und nicht erst, wenn die Absatzvolumina im etablierten Bereich Ein- und Zweifamilienhaus zurückgehen.

4.2.1.3 Strategisches Fokusthema III: Entschlossener Eintritt in den Solarwärme-Zukunftsmarkt Industrielle Prozesswärme bis 100°C

Die Entwicklungssegmente (vgl. Fokusthema II) sind nicht für alle Marktteilnehmer der Solarwärme-Branche geeignet. Der Erwerb von Zusatzkompetenzen und die gezielte Markterschließung kosten Ressourcen und Zeit. Es empfiehlt sich daher, eine fokussierte Strategie, das Segment oder die Segmente mit den höchsten Erfolgchancen und Absatzpotentialen gezielt zu entwickeln.

Von allen betrachteten Segmenten weist das Segment **Industrielle Prozesswärme** bis 100°C das bei weitem höchste Zukunftspotential aller Segmente auf. Voraussetzung dafür sind Solarwärmeanlagen mit einer Amortisationsdauer von 5 bis 8 Jahren. Schritte dorthin sind der Einsatz neuer Material-Technologien und die Entwicklung einfacher standardisierter Anla-

gen. Durch die Möglichkeit des direkten Projektgeschäfts zwischen Hersteller und Endkunden können im Vergleich zur heutigen Situation die Kosten deutlich sinken.

Im Bereich Forschung muss der Eintritt in den Zukunftsmarkt Industrielle Prozesswärme unterstützt werden durch die Entwicklung noch stagnationssicherer Komponenten und - wo prozessbedingt notwendig - hocheffizienter Speicher.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, besteht in diesem Segment besser als in allen anderen Segmenten die Möglichkeit zu einer sehr systematischen aktiven Marktbearbeitung aufgrund der vergleichsweise sehr hohen Strukturiertheit der Zielkunden (Bedarfsprofile, Adressen, Ansprechpartner etc.).

Wegen der Wichtigkeit des entschlossenen Markteintritts und der Neuartigkeit der Thematik für viele Marktteilnehmer der Solarwärme

werden in Kapitel 5.3 dieses Dokuments umfangreiche Maßnahmen zur Unterstützung formuliert.

4.2.1.4 Strategisches Fokusthema IV: Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch kostengünstige Systemlösungen und aktive Entwicklung des Strukturwandels

Die technologischen Innovationspotentiale von Solarwärme-Anlagen und deren Komponenten sind naturgemäß nicht unbegrenzt. Anlageneffizienz und -kosten gewinnen jedoch künftig noch weiter an Bedeutung. Um die Wettbewerbsfähigkeit der Solarwärme weiter zu stärken, bietet das Gesamtsystem Wärmeerzeugung weitere Optimierungspotentiale, die unbedingt genutzt werden müssen.

optimalen Einfluss nehmen auf Systemeffizienz und einfache Installation und Montage. Zudem verfügen Systemhersteller meist über deutlich höhere Produktionsvolumina als Hersteller von Komponenten, so dass sie über Größenvorteile in allen Wertschöpfungsstufen verfügen und Synergieeffekte mit anderen Geschäftsfeldern nutzen.

Eine effiziente Solarwärmeanlage besteht aus optimal aufeinander abgestimmten Komponenten, die vom Handwerk fachgerecht konfiguriert und installiert werden. Beim Angebot montagegerechter, kostengünstiger und effizienter Systemlösungen bestehen bei den Vollsortimentern klare Vorteile gegenüber Herstellern von Einzelkomponenten (Kollektor, Speicher etc.). Diese können Systeme „aus einem Guss“ entwickeln und bereits in sehr frühen Entwicklungsstadien

Durch intensive Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Anbietern von Einzelkomponenten, Standardisierung von Schnittstellen und Unternehmenszusammenschlüsse können diese Nachteile zum Teil ausgeglichen werden. Dazu ist es erforderlich, diese Themen möglichst rasch und pro aktiv anzugehen, da sich erfahrungsgemäß Unternehmen, die sich bereits in einer defensiven Situation mit sinkenden Erträgen befinden, äußert schwer tun, erfolgreiche Kooperationen zu realisieren⁶.

4.2.1.5 Strategisches Fokusthema V: Priorisierung der Forschung auf Entwicklung kostengünstiger Lösungen in den etablierten Segmenten und der Industriellen Prozesswärme

Rasche und deutliche Fortschritte in der Forschung und Entwicklung sind für den erfolgreichen Fortbestand der Solarwärme unabdingbar. Um künftig substanzielle, marktseitig realisierbare Ergebnisse deutlich schneller zu erhalten, ist eine Priorisierung der Forschung und der Forschungsförderung notwendig. Im Vergleich zum bisherigen Forschungsprocedere heißt dies sich auf wenige Schwerpunkte mit hohem und schnellem Nutzen für die Branche zu konzentrieren. Die

drei Schwerpunkte sollten aus Sicht des Fahrplans Speicher, Kollektor und Systeme sein.

Im Bereich Speicher ist eine gemeinsame Verbundforschung zwischen Industrie und forschenden Instituten empfehlenswert. Dabei wäre neben der Solarwirtschaft auch die chemische Industrie zu beteiligen. Ein exaktes Projektmanagement mit genauen Zielvorgaben für die Beteiligten erhöht die Effizienz und beschleunigt die Ergebnisse.

⁶Siehe dazu auch den Exkurs in Kapitel 4.2.7 sowie die Maßnahmen in Kapitel 5 dieses Dokuments..

Die Verbundforschung im Bereich Speicher beinhaltet als Ziele einen thermochemischen Hocheffizienzspeicher für EZFH, einen kostengünstigen Standardspeicher für EZFH sowie einen für Prozesswärme optimierten Speicher. Die weiteren Details sollten Gegenstand eines separaten Projektes sein.

Zweiter Schwerpunkt ist die Verbundforschung zur Entwicklung eines Low-Cost-Kollektors unter Ver-

wendung alternativer Materialien (Kunststoff o.ä.) und entsprechender Produktionsverfahren.

Der dritte Schwerpunkt konzentriert sich auf die Entwicklung von für das Segment „industrielle Prozesswärme“ optimierten Solarwärme-Systemen.

4.2.1.6 Strategisches Fokusthema VI: Aktive kommunikative Gestaltung der notwendigen Rahmenbedingungen für das Wachstum der Solarwärme

Die Anforderungen an die Kommunikation der Solarwärme sind vielfältig. Für den Erfolg des Fahrplans sind insbesondere bestimmte Rahmenbedingungen zu schaffen, die nicht im direkten Einflussbereich der Branche selbst liegen⁷. Es empfiehlt sich, die Kommunikation besonders auf die Gestaltung dieser Rahmenbedingungen abzustimmen.

„Fordern und fördern“: Gegenüber der Politik möchte sich die Solarwärmebranche an ihren anspruchsvollen Zielen und Maßnahmen messen lassen⁸. Bis zum mittelfristigen Erreichen einer selbsttragenden Wirtschaftlichkeit der Solarwärme ohne öffentliche Förderung ist die notwendige regierungsseitige Unterstützung ein zentrales Thema der Bestrebungen. Nur mit einer entspre-

chenden Förderung sind die Wachstumsziele der Solarwärme realistischer Weise darstellbar.

Die bis 2023 notwendigen verstärkte Programme zur Förderung der Solarwärme in den Segmenten Bestand EZFH, Sonnenhaus ($\geq 50\%$ Deckungsgrad) MFH und Industrielle Prozesswärme bis 100°C sind im Vorfeld und während der Laufzeit zu gestalten und kommunikativ zu unterstützen.

Flankierend dazu sind die Vorteile der Solarwärme notwendigerweise in der Gesellschaft präsent zu halten. Als Leitlinie für die Kommunikationsinhalte kann die Solarwärme-Vision für Deutschland dienen⁹.

4.2.1.7 Exkurs: Aktive Entwicklung des Strukturwandels

Wie die Abbildung 4|4 zeigt, ist ein substantielles Wachstum des Absatzes insbesondere in den Entwicklungssegmenten und dem neuen Segment industrielle Prozesswärme möglich. Notwendigerweise müssen Solarwärme-Anbieter, die diese

Segmente bearbeiten möchten, die in den jeweiligen Segmenten beschriebenen zusätzlichen Kompetenzen erwerben, um dort erfolgreich tätig zu sein¹⁰.

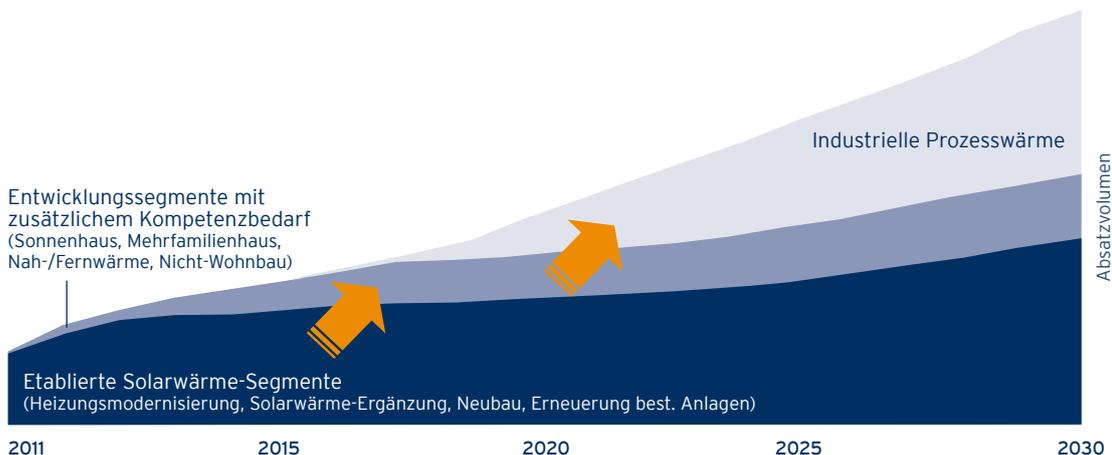
⁷Vgl. dazu die den Szenarien „Forcierte Expansion“ und „Globaler Wandel“ zugrundeliegenden Annahmen in Kapitel 3.8 dieses Dokuments

⁸Vgl. „12 Ziele des Fahrplans“, vgl. Kapitel 4.6 dieses Dokuments

⁹Vgl. Kapitel 4.1

¹⁰Vgl. zu den Segmentbeschreibungen Kapitel 4.5 dieses Dokuments

4 | Abbildung 4 | Entwicklung von Marktsegmenten für Solarwärme-Hersteller

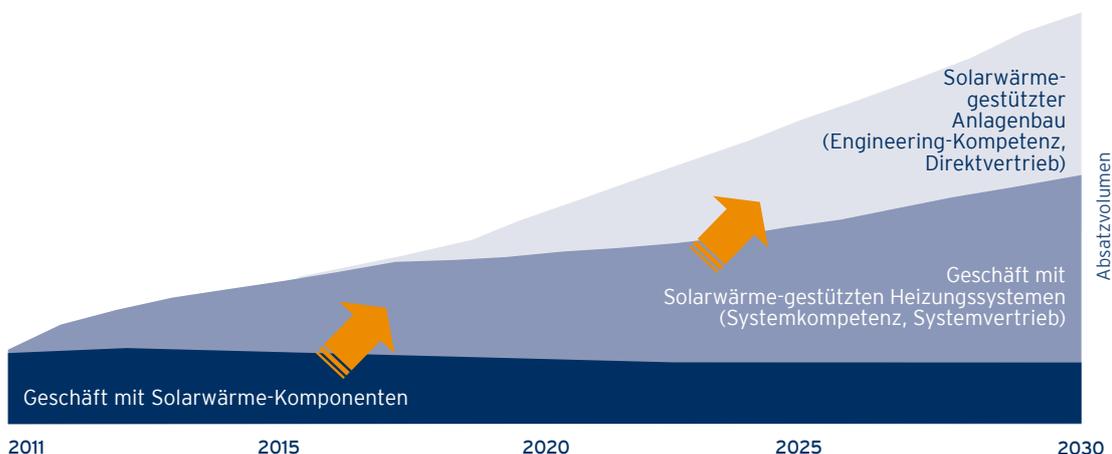


Prinzipiskizze, Quelle: Technomar

Eine deutliche Kostensenkung ist künftig vorwiegend im System möglich. Dazu ist erforderlich, dass die Solarwärme-Anbieter die Systeme im Detail beherrschen, um die entsprechenden Optimierung zu realisieren. Ebenso entscheidet künftig in vielen Marktsegmenten das System darüber, ob eine Solarwärme-Anlage eingesetzt wird oder nicht. Der Erwerb von intensiver Systemkompetenz ist für viele Hersteller ohne eigenen Wärmeerzeuger nicht einfach und wird künftig noch schwieriger. Eine lose Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Herstellern ist dazu meist nicht

ausreichend. Es kann sich daher für etliche Hersteller empfehlen, möglichst frühzeitig intensive Kooperationen, auch mit Kapitalverflechtung, zu verwirklichen. Das reine Geschäft mit Solarwärme-Komponenten wird mittelfristig eher zurückgehen; Chancen bestehen insbesondere für Solarwärme-Hersteller, die sich zum Anbieter optimierter Solarwärme-Heizungssysteme entwickeln bzw. ab dem Ende des Jahrzehnts im Segment industrielle Prozesswärme in den Solarwärme-gestützten Anlagenbau einsteigen.

4 | Abbildung 5 | Entwicklung von Geschäftsmodellen für Solarwärme-Hersteller



Prinzipiskizze, Quelle: Technomar

Etliche Solarwärme-Anbieter befinden sich angesichts des absehbaren Strukturwandels (erweiterte Kompetenzerfordernisse, Systemfähigkeit, Kostensenkungsdruck) aufgrund ihrer Unternehmensgröße derzeit noch nicht in einer günstigen Ausgangssituation.

Marketing und Vertrieb. Weitergehende Skaleneffekte, die ein systematisches Entwicklungs- und Innovationsmanagement betreffen, sowie professionelles Produktdesign, Produktionsplanung und -steuerung, Einkauf, Marketing und Vertrieb, sind erst ab einer Unternehmensgröße mit einer Jahreskapazität über 100.000 m² möglich. Bei dieser Jahreskapazität liegt etwa die Schwelle zu der Möglichkeit einer substantziellen Industrialisierung von Entwicklung und Produktion.

Wie die Abbildung 4|6 zeigt, sind Skaleneffekte schätzungsweise ab einer Unternehmensgröße von ca. 20.000 m² pro Jahr möglich. Diese betreffen in erster Linie die Produktentwicklung sowie

4 | Abbildung 6 | Mögliche Skaleneffekte von Solarwärme-Herstellern unterschiedlicher Größe

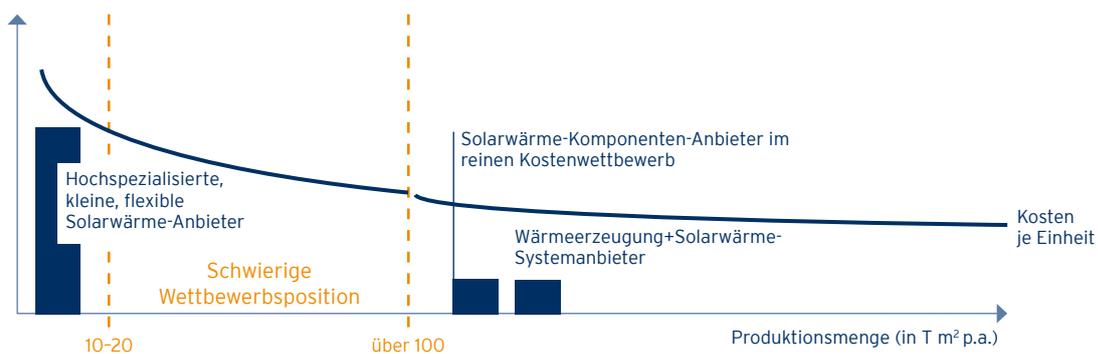


■ Anzahl Unternehmen auf dem dt. Solarwärme-Markt, Quelle: Technomar

Unterhalb einer Absatzmenge von ca. 20.000 m² pro Jahr besteht für Solarwärme-Hersteller künftig die Chance, mit Kleinserien schnell und flexibel auf einen individuellen Kundenbedarf einzugehen. In der Größenklasse über 100 T m² pro Jahr können Solarwärme-Hersteller entweder als Kompen-

tenanbieter erfolgreich sein, der im reinen Kostenwettbewerb steht oder als Anbieter standardisierter und optimierter Systeme. Für Unternehmen in der Größenklasse zwischen 20.000 und 100.000 m² pro Jahr wird das erfolgreiche Überleben zukünftig immer schwieriger (vgl. Abbildung 4|7).

4 | Abbildung 7 | Positionierungs-Optionen von Solarwärme-Herstellern

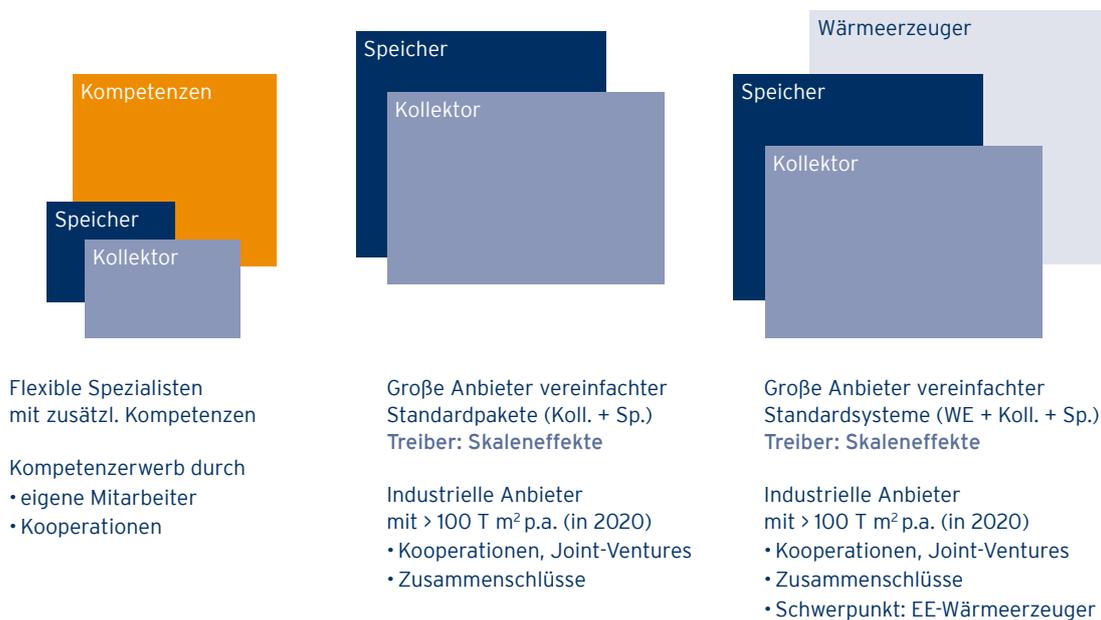


■ Anzahl Unternehmen auf dem dt. Solarwärme-Markt, Quelle: Technomar

Sie weisen nicht die Flexibilität und Spezialisierung der kleinen Anbieter auf und können gleichzeitig mit den großen Anbietern nicht mithalten hinsichtlich Komplettsortiment, Systemkompetenz und Kostenoptimierung. Es empfiehlt sich

für diese Unternehmen daher, rechtzeitig die Weichen zu stellen und sich in Richtung einer der unten nochmals dargestellten erfolgversprechenden strategischen Optionen zu entwickeln.

4 | Abbildung 8 | Strategische Optionen für Hersteller von Solarwärme-Produkten



Quelle: Technomar

4.3 Konsolidierte Betrachtung der Segmente und Portfolio

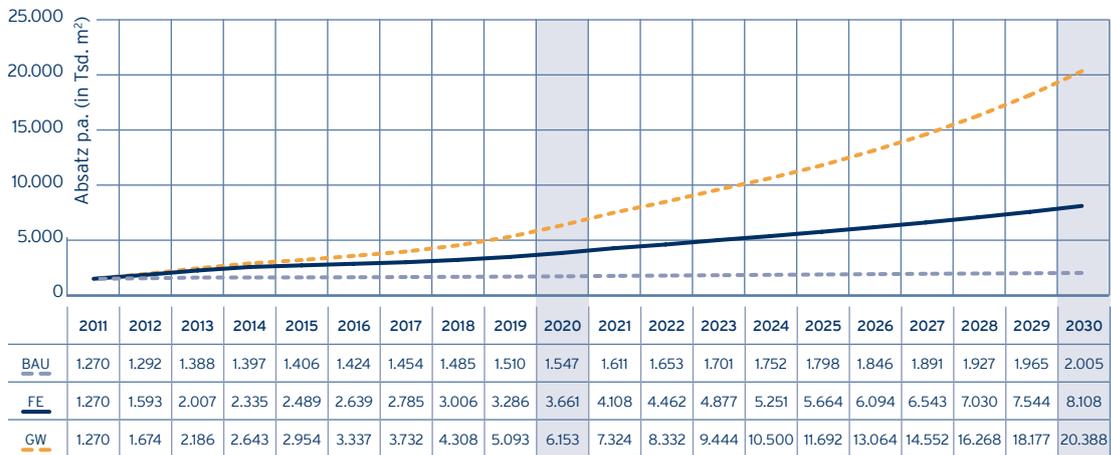
In den nachfolgenden Kapiteln des Fahrplans werden die Segmente des deutschen Marktes für Solarwärme im Einzelnen erläutert und jeweils für die drei Szenarien „Business as usual“ (BAU), „Forcierte Expansion“ (FE) und „Globaler Wandel“ (GW) eine Absatzentwicklung bis 2030 dargestellt.

schon 1,5 und 6,2 Mio. m² Kollektorfläche, im Jahr 2030 mit einer Absatzmenge zwischen 2,0 und 20,4 Mio. m² gerechnet. Das „mittlere“ Szenario, die „Forcierte Expansion“, wird als maßgeblich erachtet und ist die Grundlage für den Entwurf des Fahrplans¹⁾.

Wie aus Abbildung 4|9 ersichtlich, wird je nach Szenario im Jahr 2020 eine Absatzmenge zwi-

¹⁾(vgl. zu den Annahmen der drei Szenarien Kapitel 3.8 des Fahrplans).

4 | Abbildung 9 | Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus in drei Szenarien



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Den 3,7 Mio. m² zugebaute Kollektorfläche in 2020 bzw. 8,8 Mio. m² zugebaute Kollektorfläche in 2030 (FE-Szenario) entspricht eine bis dahin installierte Gesamtfläche von 39 Mio. m² (in 2020) bzw. 99 Mio. m² (in 2030) (vgl. Abbildung 4|10)¹².

4 | Abbildung 10 | Prognose der kumulierten installierten Kollektorfläche in drei Szenarien

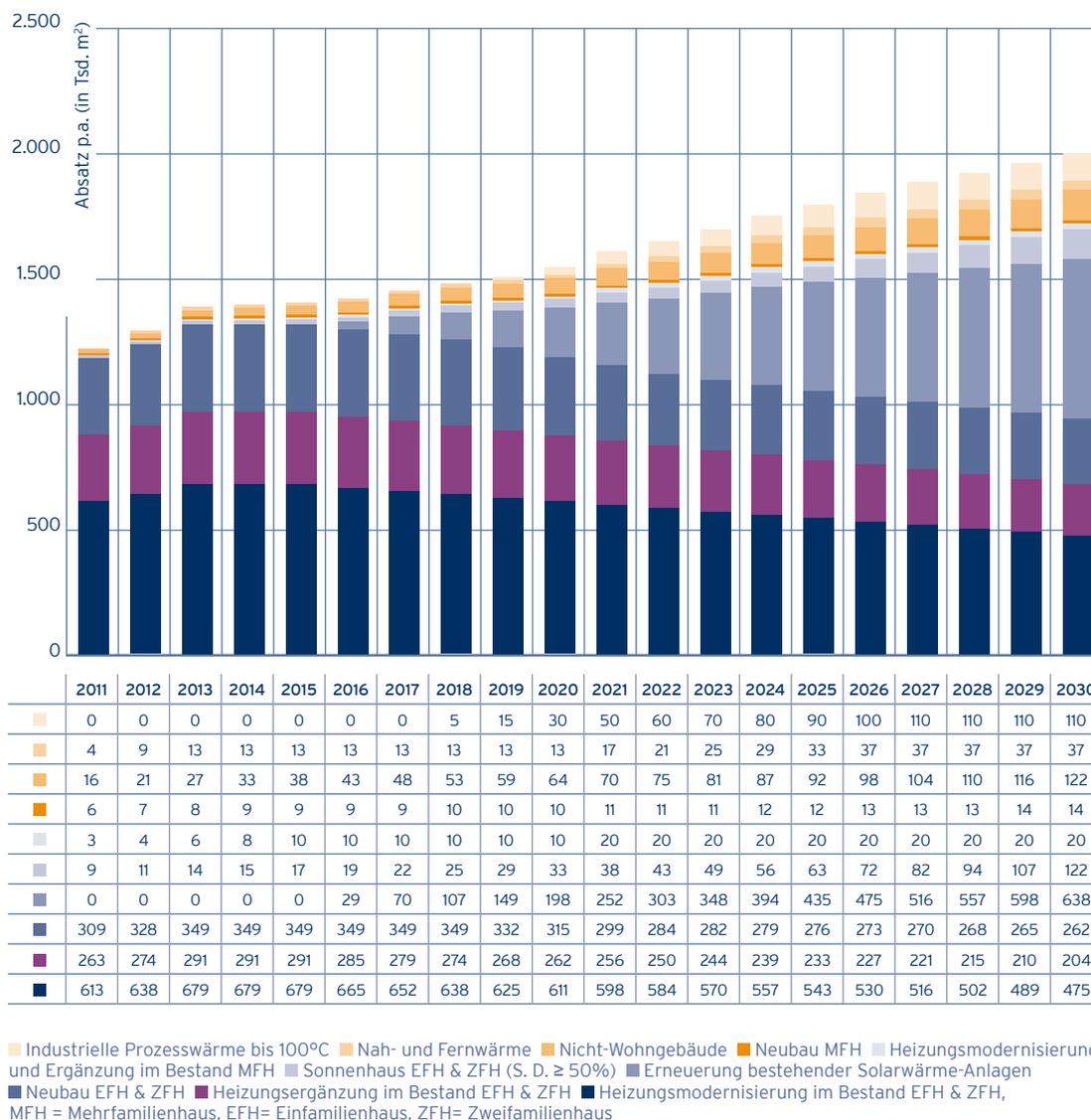


BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

¹²Insgesamt sieht der BDH ein erschließbares Marktpotential von 3,8 Mio. m² Kollektorfläche/Jahr für 2020. Die Ergänzung von Solarwärmanlagen beim Kesseltausch hat daran den Hauptanteil. Die Solarisierungsquote soll mindestens 50% betragen. Der Anteil der heizungsunterstützenden Anlagen von heute ca. 60% wird bis zum Jahr 2020 auf mindestens 70% steigen. Der BSW-SOLAR kann eine solche Prognose im Grundsatz nachvollziehen, sieht aber deutlich andere Schwerpunkte als der BDH; die Kesselaustausch-Statistik des BDH fand in die Prognosen grundsätzlich Eingang.

Eine Übersicht des Absatzes nach Segmenten in allen drei Szenarien stellen die nachfolgenden tabellarischen Abbildung 4|11 dar:

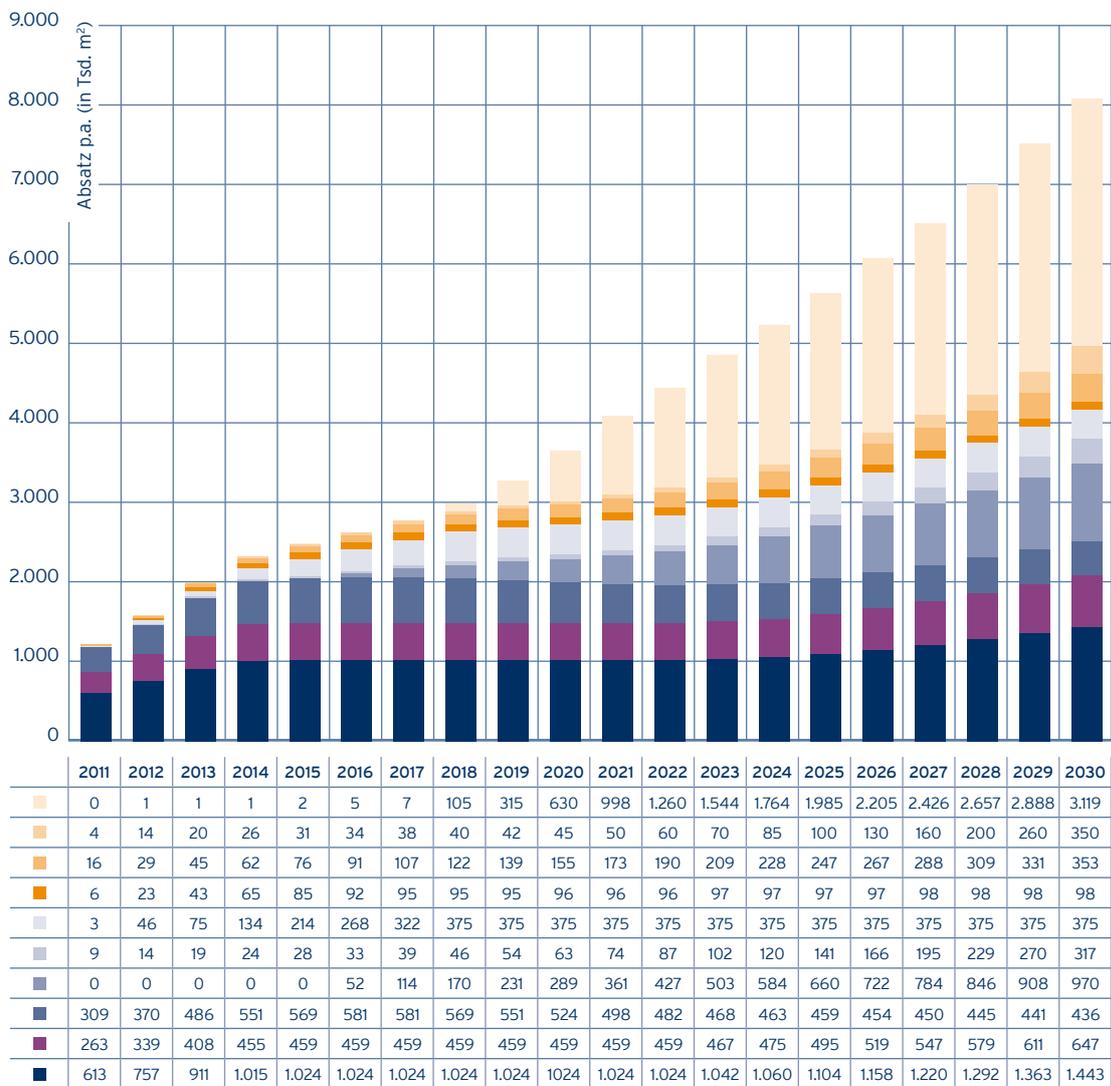
4 | Abbildung 11 | Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus gemäß Szenario „Business as Usual“



Im BAU-Szenario ist die Entwicklung der etablierten Segmente im Bereich EZFH mittel- und langfristig rückläufig. Diese Entwicklung kann jedoch durch die Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen sowie einen geringfügigen Ausbau der Entwicklungssegmente und des Segments „Industrielle Prozesswärme bis 100°C“ leicht überkom-

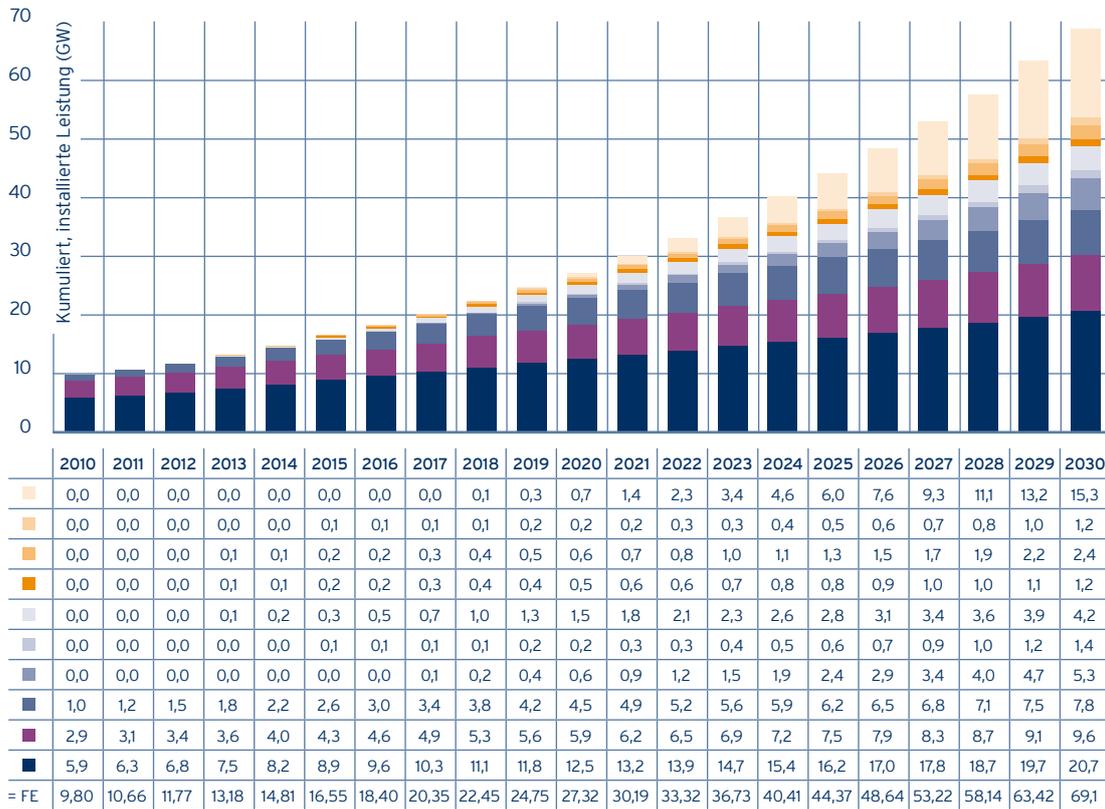
pensiert werden. Das BAU-Szenario, das immerhin davon ausgeht, dass die bestehenden Anstrengungen der Branche aufrechterhalten werden, bringt im Vergleich zum Status Quo keine substanziellen Fortschritte und wäre aus Sicht der Energiewende äußerst unbefriedigend.

4 | Abbildung 12 | Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus gemäß Szenario „Forcierte Expansion“



■ Industrielle Prozesswärme bis 100°C
 ■ Nah- und Fernwärme
 ■ Nicht-Wohngebäude
 ■ Neubau MFH
 ■ Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH
 ■ Sonnenhaus EFH & ZFH (S. D. ≥ 50%)
 ■ Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen
 ■ Neubau EFH & ZFH
 ■ Heizungsergänzung im Bestand EFH & ZFH
 ■ Heizungsmodernisierung im Bestand EFH & ZFH, MFH = Mehrfamilienhaus, EFH= Einfamilienhaus, ZFH= Zweifamilienhaus

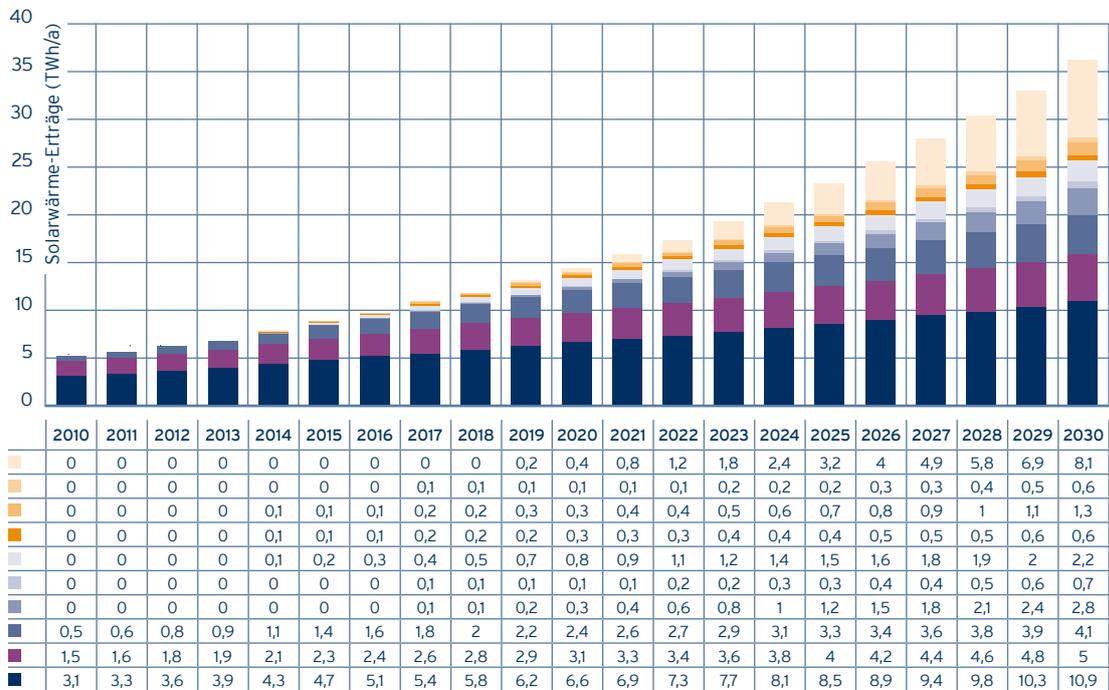
4 | Abbildung 13 | Gesamtleistung der in Deutschland installierten Solarwärme bis 2030 gemäß Szenario „Forcierte Expansion“



■ Industrielle Prozesswärme bis 100°C
 ■ Nah- und Fernwärme
 ■ Nicht-Wohngebäude
 ■ Neubau MFH
 ■ Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH
 ■ Sonnenhaus EFH & ZFH (S. D. ≥ 50%)
 ■ Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen
 ■ Neubau EFH & ZFH
 ■ Heizungsergänzung im Bestand EFH & ZFH
 ■ Heizungsmodernisierung im Bestand EFH & ZFH, Ges. FE

MFH = Mehrfamilienhaus, EFH= Einfamilienhaus, ZFH= Zweifamilienhaus

4 | Abbildung 14 | Gesamtertrag der in Deutschland installierten Solarwärme bis 2030

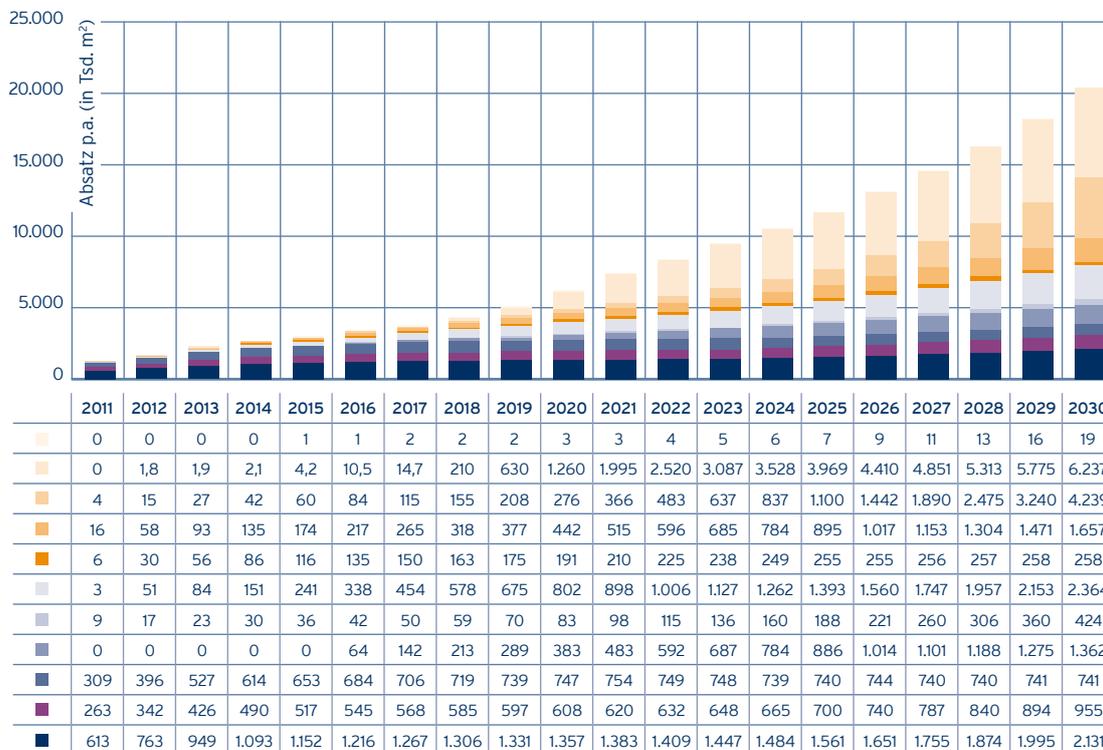


■ Industrielle Prozesswärme bis 100°C
 ■ Nah- und Fernwärme
 ■ Nicht-Wohngebäude
 ■ Neubau MFH
 ■ Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH
 ■ Sonnenhaus EFH & ZFH (solare Deckung ≥ 50%)
 ■ Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen
 ■ Neubau EFH & ZFH
 ■ Heizungsergänzung im Bestand EFH & ZFH
 ■ Heizungsmodernisierung im Bestand EFH & ZFH,
 MFH = Mehrfamilienhaus, EFH= Einfamilienhaus, ZFH= Zweifamilienhaus

Wesentliche Treiber des Szenarios „Forcierte Expansion“ sind ein kontinuierlicher Ausbau der etablierten Segmente, wobei die Wachstumsraten durchaus optimistisch sind und längerfristig eine signifikante Senkung des Gesamtinvestments für den Endkunden voraussetzen, der Ausbau der Entwicklungssegmente sowie der entschlossene Markteintritt in das Segment „Industrielle Prozesswärme bis 100°C“. (Zu den Segmenten vgl. die ausführlichen Beschreibungen in Kapitel 4.5.) Trotz aller Anstrengungen werden die Entwick-

lungssegmente in Summe auch bis 2030 lediglich ca. 50% des Zubauvolumen der etablierten Segmente (inklusive der Erneuerung bestehender Anlagen) erreichen können. Das Segment „Industrielle Prozesswärme bis 100°C“ wird in diesem Szenario im Zieljahr des Fahrplans 2030 in etwa das Zubauvolumen der etablierten Segmente erreicht haben (siehe Abbildung 4-12). Die Abbildungen 4-13 und 4-14 stellen die kumulierte Leistung und den kumulierten Solarwärmeertrag aus allen Anlagen des jeweiligen Bezugsjahres dar.

4 | Abbildung 15 | Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus gemäß Szenario „Globaler Wandel“



☐ Solare Kälte und Klimatisierung ☐ Industrielle Prozesswärme bis 100°C ☐ Nah- und Fernwärme ☐ Nicht-Wohngebäude
 ☐ Neubau MFH ☐ Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH ☐ Sonnenhaus EFH & ZFH (S. D. ≥ 50%),
 ☐ Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen ☐ Neubau EFH & ZFH ☐ Heizungsergänzung im Bestand EFH & ZFH,
 ☐ Heizungsmodernisierung im Bestand EFH & ZFH, MFH = Mehrfamilienhaus, EFH= Einfamilienhaus, ZFH= Zweifamilienhaus

Das Szenario „Globaler Wandel“ übertrifft die Absatzvolumina der „Forcierten Expansion“ noch einmal um das ca. 2,5-fache, insbesondere zwischen 2020 und 2030. Haupttreiber dieser sehr dynamischen Entwicklung sind die Segmente „Industrielle Prozesswärme bis 100°C“ und „Nah- und Fernwärme“. Ausgehend von der Grundannahme des Szenarios stark steigender Energiepreise und eines tiefgreifenden ökologischen Wandels wird besonders in diesen beiden Segmenten sichtbar, wie sich ein fundamentales Umdenken in der Energiepolitik auswirken würde bzw. könnte.

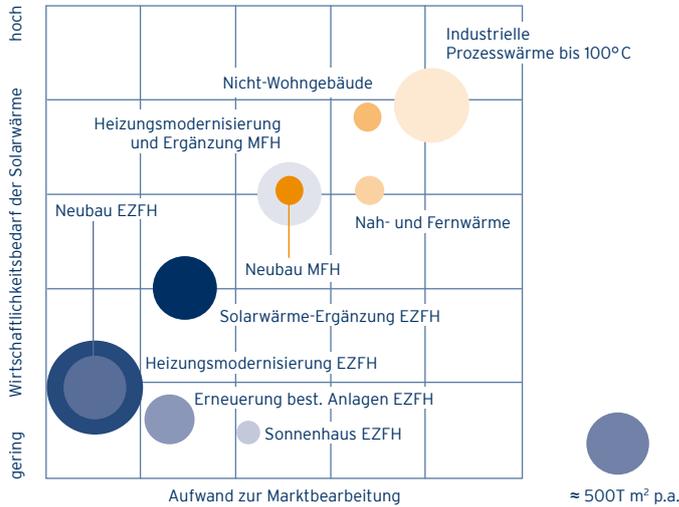
Im Quervergleich der drei Szenarien ist augenfällig, dass der Solarwärmeausbau im Szenario „Globaler Wandel“ im Jahr 2030 circa das Zehnfache des „Business as Usual“-Szenarios beträgt, das Szenario „Forcierte Expansion immer noch das Fünffache.

Im folgenden Portfolio sind alle relevanten Solarwärme-Segmente nach ihrem relativen Aufwand

zur Marktbearbeitung und der jeweils vom Kunden geforderten Wirtschaftlichkeit, bzw. der Amortisationszeit der Solarwärme-Anlage dargestellt. Die Größe des Segments entspricht dem im Jahr 2020 auf Basis des FE-Szenarios berechneten Kollektorsatz in m². Der Aufwand zur Marktbearbeitung und die notwendige Amortisationszeit wurden jeweils durch Expertengespräche ermittelt. Das Portfolio kann für Solarwärme-Hersteller, die bisher ausschließlich in den etablierten Segmenten im EZFH tätig waren und ihr Betätigungsfeld erweitern wollen, eine Orientierungshilfe darstellen. Dabei wird deutlich, dass viele der sogenannten Entwicklungssegmente einen vergleichsweise hohen Aufwand zur Marktbearbeitung aufweisen. Es ist daher zu prüfen, ob nicht stattdessen ein Einstieg in das Segment Industrielle Prozesswärme die erfolgversprechendere Alternative darstellt.

Dies ist im Einzelfall aus Sicht des betreffenden Solarwärme-Unternehmens individuell zu prüfen.

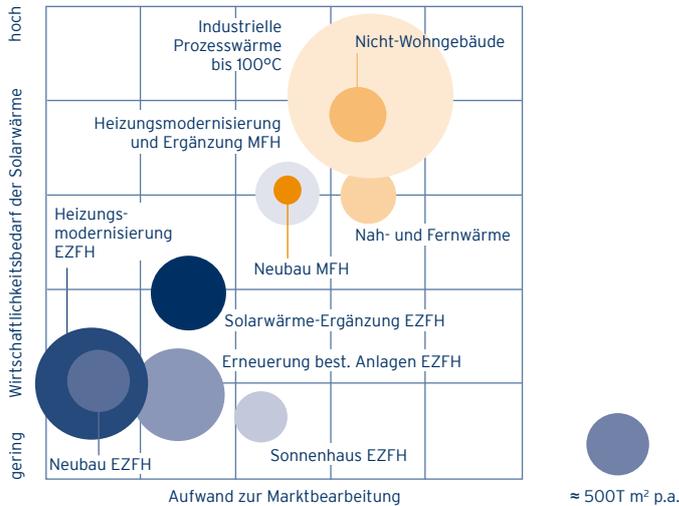
4 | Abbildung 16 | Erschließung von Marktsegmenten 2020 gemäß „Forcierte Expansion“



Im Segmentportfolio des Jahres 2030 (vgl. unten) wird die eben beschriebene Entwicklung nochmals deutlicher. Die etablierten Segmente zeigen gegenüber 2020 leicht erhöhte Volumina, der Absatz bei der Erneuerung bestehender Anlagen nimmt deutlich zu. Es ist nicht unbedingt davon auszugehen, dass alle Solarwärme-Anbieter von diesem Wachstum zwischen 2020 und 2030 profitieren können.

In einem möglichen Verdrängungswettbewerb ist es für einige Unternehmen ggf. sinnvoller, frühzeitig auf andere Segmente auszuweichen und dort starke Marktpositionen aufzubauen. Obwohl die Entwicklungssegmente in 2030 gegenüber 2020 weiter an Volumen gewinnen, dominiert in 2030 klar das Segment Industrielle Prozesswärme mit einem Absatzpotential von mehr als 3 Mio. m² Kollektorfläche.

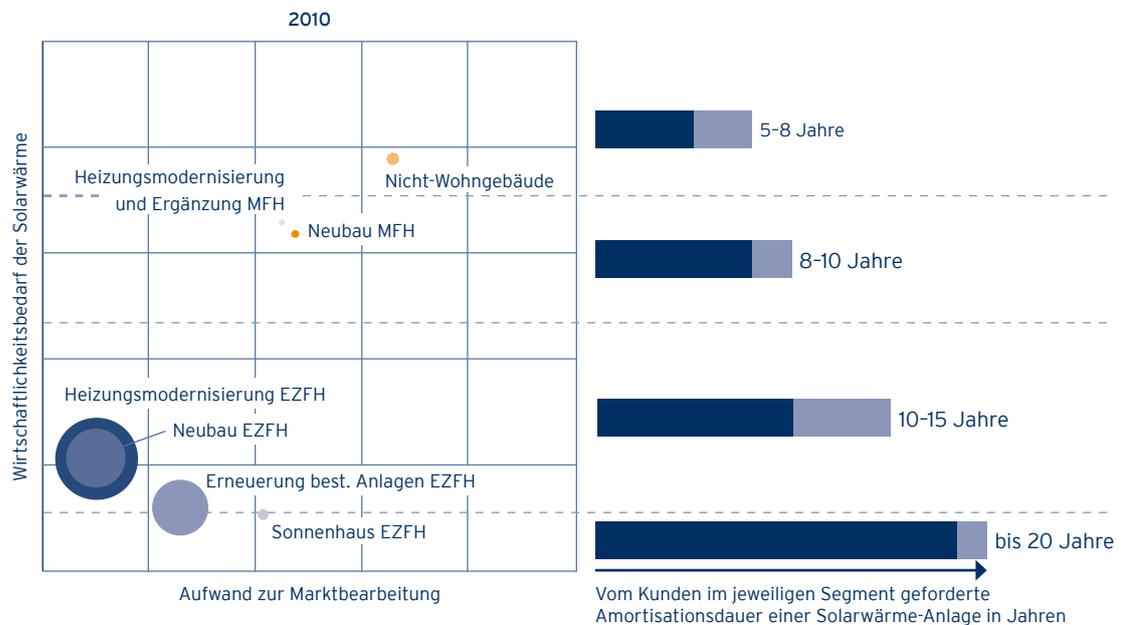
4 | Abbildung 17 | Erschließung von Marktsegmenten 2030 gemäß „Forcierte Expansion“



In der Abbildung 4|18 ist nochmals die vom Kunden geforderte Amortisationsdauer einer Solarwärme-Anlage für die einzelnen Solarwärme-

Segmente dargestellt. Bezugsbasis ist dabei das Absatzvolumen im Jahr 2010.

4 | Abbildung 18 | Erschließung von Marktsegmenten 2010 und ihre Amortisationserwartung



Fazit

Die dargestellten Ausbauszenarien sind sowohl hinsichtlich ihrer quantitativen Absatzentwicklung als auch der Absatzstruktur äußerst unterschiedlich. In dieser Unterschiedlichkeit wird deutlich, wie sehr sich die Solarwirtschaft und ihre Rahmenbedingungen derzeit im Umbruch befinden. Die wichtigsten Parameter zur Gestaltung einer erfolgreichen Zukunft sind die Entwicklung der Energiepreise, der gesellschaftliche Wandel im Sinne eines möglicherweise grundlegend ver-

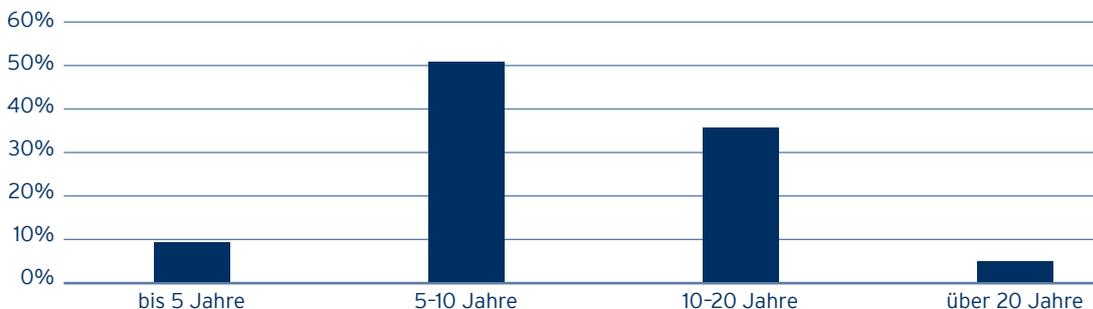
änderten Umweltbewusstseins, der politische Wille zur öffentlichen Unterstützung der Solarwärme als wichtigen Bestandteil einer umweltgerechten, nachhaltigen Wärmepolitik und die anspruchsvollen Kostensenkungs- und Innovationsziele der Solarwirtschaft. Es wurde entschieden, das Szenario „Forcierte Expansion“ als Basis für die Ziele und Maßnahmen des Fahrplans auszuwählen. Damit wird deutlich, dass sowohl ein gewisser Optimismus als auch der klare Wille zur Gestaltung der Zukunft diesen Fahrplan prägen.

4.4 Wirtschaftlichkeits- und Kostensenkungsziele

Im Kapitel **technische Kostensenkungspotentiale** wurden bereits verschiedene Möglichkeiten der Kostenreduktion beschrieben. Im folgenden Kapitel ist der Zusammenhang der Kundenanforderungen und der daraus resultierenden Ziele erläutert. Ebenso wird hier die gesamte Kostenstruktur bis zum Endkunden analysiert.

Wie im Kapitel **mögliche Änderungen des Nutzerverhaltens** ausgeführt, ist der zukünftige Erfolg der Solarwärme auch von deren Wirtschaftlichkeit abhängig. Sowohl für den Großteil der Privathaushalte als auch insbesondere für den Solarwärme-Einsatz im Bereich der industriellen Prozesswärme wird eine Amortisationszeit von deutlich unter zehn Jahren erwartet.

4 | Abbildung 19 | Amortisationserwartung von Hauseigentümern an Solarwärme-Anlagen

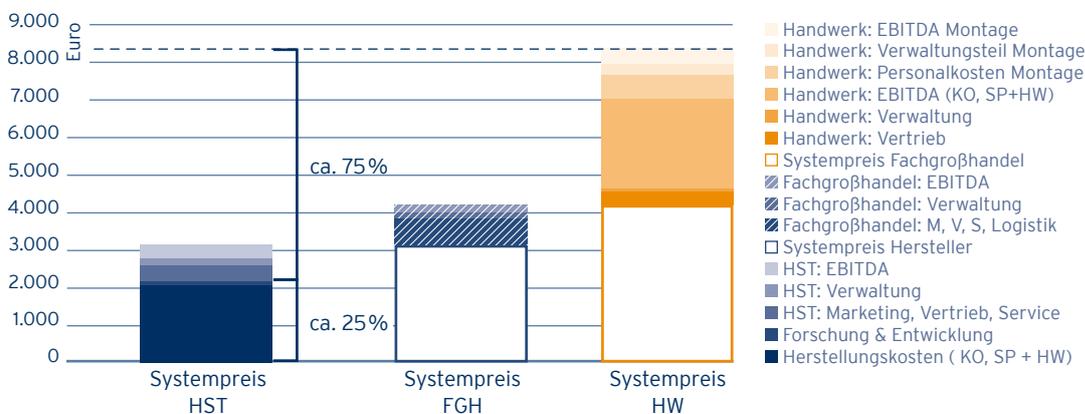


Basis: Befragung von 1.469 Solarwärme-Nutzern und -Interessenten, Quelle: co2online 2011

Neben den externen Einflussfaktoren wie Energiepreissteigerung und Förderrahmen kann die Branche auch Eigeninitiative ergreifen, um die vom Markt gewünschten Kriterien zu erfüllen. Dazu

wurde die gesamte Prozesskette, von der Herstellung der Solarwärme-Komponenten über den Handel bis zur Installation durch das Fachhandwerk auf Kostensenkungspotentiale analysiert.

4 | Abbildung 20 | Endkunden-Systempreise einer Solarwärme-Anlage im Jahr 2011



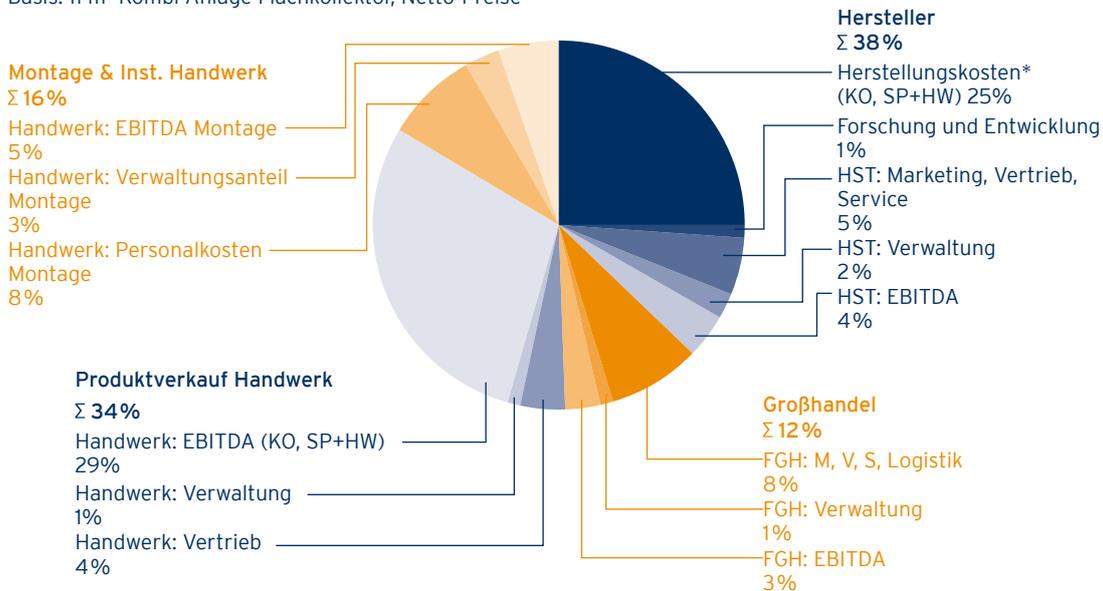
HST = Hersteller, FGH = Fachgroßhandel, HW = Handwerk, KO = Kollektor, SP+HW = Speicher und sonst. HW, MO = Montagekosten, HK = Herstellungskosten, SK + EBITDA = Sonstige Kosten und operatives Ergebnis (Berechnung auf Basis Vollkosten, nicht auf Basis Differenzinvestment Speicher), 11 m² Kombi-Anlage Flachkollektor, Netto-Preise, Quellen: BAFA, ITW, Technomar

Die Abbildung 4|20 zeigt die Systemkosten für eine 11 m² Kombi-Anlage. Aus der Darstellung wird erkennbar, dass der Kollektor lediglich etwa 25% der Systemkosten ausmacht, d.h. 75% der Kosten andere Ursachen haben. Die Kostenermittlung erweist sich aus ausgesprochen schwierig, da ne-

ben den verschiedenen Akteuren und regionalen Unterschieden auch diverse technische Optionen wie Kollektorfläche, Anwendung Warmwasserbereitung, Heizungsunterstützung, etc., die sich auf den Systempreis auswirken, mit zu berücksichtigen sind.

4 | Abbildung 21 | Endkunden-Systempreise einer Solarwärme-Anlage im Jahr 2011

Basis: 11 m² Kombi-Anlage Flachkollektor, Netto-Preise



*Herstellungskosten (Kollektor, Speicher, Solarstation, Regler, MAG, Rohre etc.), HST = Hersteller, FGH = Fachgroßhandel, HW = Handwerk, KO = Kollektor, SP+HW = Speicher und sonst. HW, EBITDA = Operatives Ergebnis (Berechnung auf Basis Vollkosten, nicht auf Basis Differenzinvestment), Quelle: BAFA, ITW, Technomar

Um eine signifikante Reduktion der Systemkosten zu erreichen, ist eine Kostenreduktion auf allen Prozessebenen notwendig. Bezogen auf den Kollektor wurden verschiedene Handlungsoptionen im Rahmen des Fahrplans erarbeitet. Im Wesentlichen können folgende fünf Ansatzpunkte genannt werden:

4 | Tabelle 2 | Technologische Kostensenkungspotentiale der Solarwärme

A. Kostensenkung Kollektor	B. Vereinfachung Unterkonstruktion	C. Einfachere, schnelle Montage	D. Kunststoffkollektor oder gleichwertige Technik	E. TCM-Speicher
Substitution teurer Materialien z.B. durch den Einsatz plattierter Werkstoffe	z.B. Veränderung Materialauswahl und höhere Vorfertigung	Standardisierung und Optimierung bzgl. Fehlervermeidung	Prüfung, Entwicklung alternativer Herstellungsprozesse	Prüfung, Entwicklung alternativer Langzeitspeicher (siehe DSTTP)

Gegenwärtig werden verschiedene Materialien wie Kupfer oder Aluminium für den Kollektorbau verwendet. Die Preise für diese Metalle sind in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen. Die Substitution teurer Materialien durch z.B. plattierte Werkstoffe bietet eine Möglichkeit der Kosteneinsparung.

Neben dem Kollektor ist auch die Unterkonstruktion für die Kollektormontage in die Überlegungen ein-

zubeziehen. Nach Meinung von Handwerk und Herstellern kann mit der Erhöhung des Vorfertigungsgrades ebenfalls eine Kostensenkung erzielt werden.

Nachdem der Anteil des Fachhandwerks den größten Einfluss auf den Gesamtpreis der Solarwärme-Anlage hat, werden hier ebenfalls Einsparmöglichkeiten gesehen. Da viele Handwerksbetriebe mit der Installation von Solarwärme-Anlagen nicht

regelmäßig beschäftigt sind, müssen sie sich immer wieder neu in die Thematik einarbeiten. Je seltener eine Solarwärme-Anlage montiert wird und je individueller dies geschehen muss, desto größer die Gefahr von Fehlern und umso teurer wird die Anlage letztendlich für den Endkunden. Wenn die Zahl der Handwerksbetriebe, die Solarwärme-Anlagen anbieten weiter steigen soll, muss die Solarwärme-Technik möglichst standardisiert, einfach zu montieren und dem ausführenden Handwerksbetrieb ein fehlerfreies Arbeiten ermöglichen. Dies muss auch dann gelten, wenn nur gelegentlich Solarwärme-Installationen vom Handwerk vorgenommen werden. Entscheidend für den Erfolg ist auch eine entsprechende Qualifikation des Handwerks.

Die genannten Punkte können von der Solarwärme-Branche kurzfristig umgesetzt werden. Für die erhebliche Ausweitung der Solarwärme sind mittelfristig auch andere Herstellungsverfahren denkbar. Beispielsweise wird die Entwicklung eines Kollektors aus Kunststoff diskutiert, der dann über andere Produktionsprozesse der Kunststofftechnik kostengünstiger produziert werden könnte.

Auch die Entwicklung von Langzeitspeichern würde die Wirtschaftlichkeit der Solarwärme deutlich steigern. Hier sind im Rahmen der DSTTP bereits verschiedene Optionen beschrieben. Die Weiterentwicklung nimmt sicher noch einige Jahre in Anspruch, bietet sich aber als eine Gemeinschaftsforschung der Solarwärme-Branche an.

4 | Abbildung 22 | Entwicklung der Endkunden-Systemkosten einer Solarwärme-Anlage im Jahr 2011

Basis: 11 m² Kombi-Anlage Flachkollektor, Netto-Preise

	2000	2010	2015	2020	2030
HST - KO - HK	108 %	100 %	95 %	75 %	40 %
HST - KO - SK + EBITDA	108 %	100 %	95 %	75 %	40 %
FGH - KO - SK + EBITDA	108 %	100 %	95 %	75 %	40 %
HW - KO - SK + EBITDA	108 %	100 %	95 %	75 %	40 %
HST - SP + HW - HK	108 %	100 %	89 %	107 %	72 %
HST - SP + HW - SK + EBITDA	108 %	100 %	89 %	107 %	72 %
FGH - SP + HW - SK + EBITDA	108 %	100 %	89 %	107 %	72 %
HW - SP + HW - SK + EBITDA	108 %	100 %	89 %	107 %	72 %
HW - MO - SK + EBITDA	108 %	100 %	70 %	65 %	65 %
Endpreis	108 %	100 %	89 %	86 %	57 %

■ A Kostensenkung Kollektor ■ B Vereinfachung Unterkonstruktion ■ C Kunststoff-Kollektor oder gleichwertige Alternative
 ■ D Einfachere, schnelle Montage ■ E TCM-Speicher, Modellhafte Kosten- und Erlösstruktur einer Kombianlage (11 m² Flachkollektor) unter voller Berücksichtigung des Speicherpreises. HST = Hersteller, FGH = Fachgroßhandel, HW = Handwerk, KO = Kollektor, SP+HW = Speicher und sonst. HW, MO = Montagekosten, HK = Herstellungskosten, SK+EBITDA = Sonstige Kosten und operatives Ergebnis (Berechnung auf Basis Vollkosten, nicht auf Basis Differenzinvestment), Quellen: ITW, Technomar

Die zu erwartenden Resultate der beschriebenen Optionen sind in der Abbildung 4|22 dargestellt. Nach Expertenschätzung könnten bis 2015 durch die Substitution teurer Materialien etwa 5% und durch die Vereinfachung der Unterkonstruktion weitere 6% eingespart werden. Die Entwicklung einer alternativen Kollektortechnologie aus Kunststoff oder gleichwertige Alternativen werden bis 2020 dauern und sind nach heutigen Schätzungen ca. 20% günstiger als gegenwärtige Produkte. Auch wird durch die Vereinfachung der Montage eine weitere Kostensenkung realisiert. Bis zu die-

sem Zeitpunkt werden auch die ersten TCM-Speicher auf den Markt kommen, die zu nächst aber teurer sind als konventionelle Speicher. Dadurch werden die Systemkosten für den Kunden zwischen 2015 und 2020 sich nur geringfügig ändern.

Bis 2030 geht man von einer weiteren Optimierung der Produktionsprozesse für Kollektor und TCM-Speicher aus. Bei der planmäßigen Realisierung der genannten Maßnahmen ist bis 2030 mit einer Kostenreduktion von insgesamt ca. 43% für Endkunden zu rechnen.

Exemplarisch ist in Abbildung 4|23 die Preisentwicklung von Solarwärme-Anlagen dargestellt. Eine Solarwärme-Anlage, deren Nettopreis 2010 bei ca. 9.431.- € lag, würde bis 2030 bei etwa 5.362.- € liegen, d.h. um ca. 43% niedriger, gemessen an der Kaufkraft von 2010.

4 | Abbildung 23 | Modellhafte Kosten- und Erlösstruktur einer Kombianlage bis 2030

Basis: 11 m² Kombi-Anlage Flachkollektor, Netto-Preise

€	2000	2010	2015	2020	2030
HST - KO - HK	1.246	1.154	1.096	865	462
HST - KO - SK + EBITDA	739	684	650	513	274
FGH - KO - SK + EBITDA	659	611	580	458	244
HW - KO - SK + EBITDA	1.758	1.628	1.547	1.221	651
HST - SP + HW - HK	1.304	1.207	1.075	1.286	863
HST - SP + HW - SK + EBITDA	569	527	469	561	377
FGH - SP + HW - SK + EBITDA	625	578	515	616	413
HW - SP + HW - SK + EBITDA	1.665	1.542	1.372	1.642	1.103
HW - MO - SK + EBITDA	1.620	1.500	1.050	975	975
Endpreis (netto)	10.185	9.431	8.353	8.137	5.362

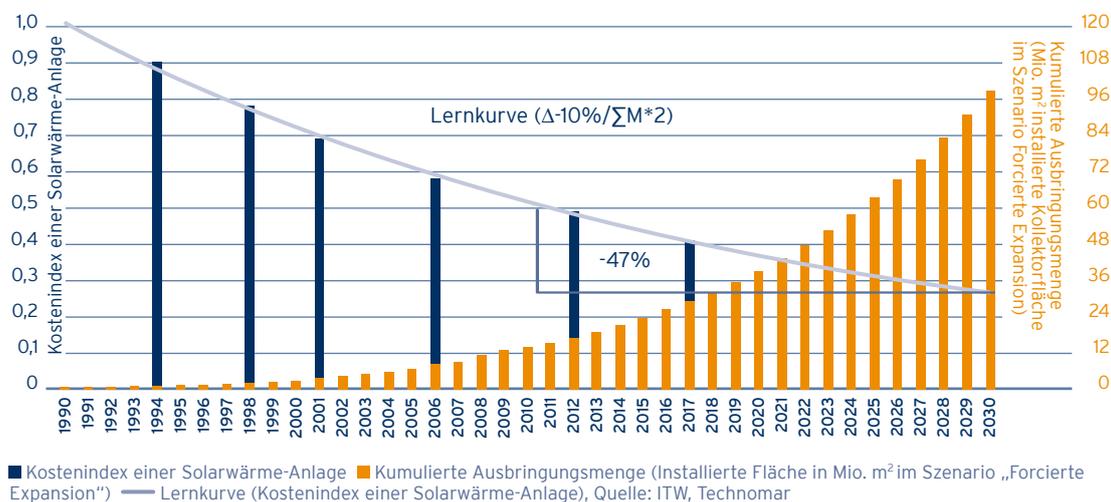
HST = Hersteller, FGH = Fachgroßhandel, HW = Handwerk, KO = Kollektor, SP+HW = Speicher und sonst. HW, MO = Montagekosten, HK = Herstellungskosten, SK+EBITDA = Sonstige Kosten und operatives Ergebnis (Berechnung auf Basis Vollkosten, nicht auf Basis Differenzinvestment), volle Berücksichtigung des Speicherpreises, Quelle: ITW, Technomar

Die Kostenreduktion mit neuen Technologien für Kollektor und Speicher hängt entscheidend davon ab, wie schnell ein „eingeschwungener Zustand“ erreicht werden kann. Wie bei der Einführung jeder neuen Technologie bedarf es einer gewissen „Lernerfahrung“ hierzu. Die rein rechnerische Er-

mittlung der Lernkurve, die von einer jährlichen Verbesserung von 10% ausgeht und das Verhältnis Kosten zur kumulierten Ausbringungsmenge an Kollektorfläche abbildet, kommt zu einer möglichen Kosteneinsparung von 47%.

4 | Abbildung 24 | Modellhafte Solarwärme-Lernkurve bis 2030

Basis: 11 m² Kombi-Anlage Flachkollektor, Netto-Preise

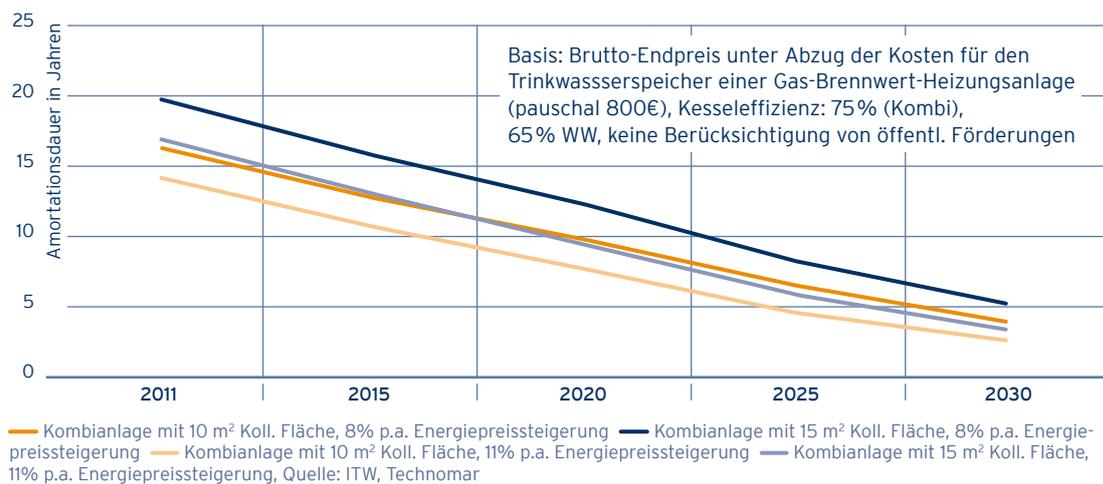


Neben der Kostenentwicklung ist die Entwicklung der Energiepreise maßgeblich für die Amortisationsdauer der Solarwärme-Anlage. In dem Szenario „Forcierte Expansion“ wurde eine Steigerung der Energiepreise um 8% p.a. angenommen. Für zwei Analgentypen mit einer Kollektorfläche von 10 m² bzw. 15 m² wurde die Amortisationszeit in der Abbildung 4|25 dargestellt. Für Anlagen mit 10 m² liegt die Amortisationsdauer 2011 bei etwa 16 Jahren. Durch die Reduktion der Kosten sinkt die Amortisationsdauer für Anlagen, die in 2015

gekauft werden bei ca. 12 Jahre und geht weiter auf etwa 3 Jahre in 2030 zurück. Die Amortisationszeit für Anlagen mit 15 m² liegt in 2011 bei 19 Jahren und wird bis 2030 auf 5 Jahre reduziert.

Sollte der Energiepreis um mehr als 8% p.a. steigen, sinken die Amortisationszeiten entsprechend. In dem Szenario „Globaler Umbruch“ wird eine Steigerung von 11% p.a. unterstellt, was die Amortisationszeit um ca. drei Jahre verkürzt.

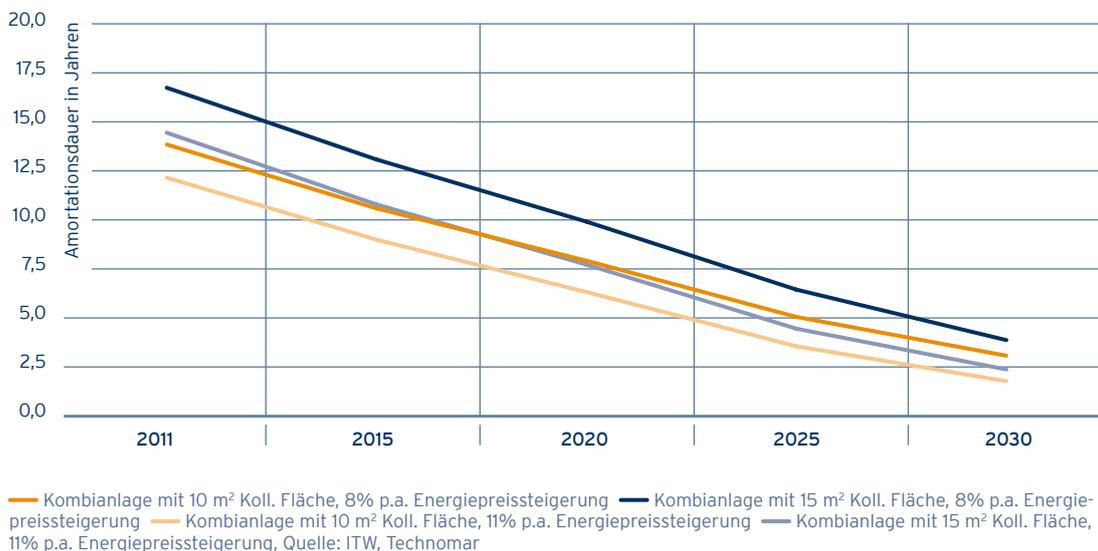
4 | Abbildung 25 | Reduktion der Amortisationsdauer abhängig von Kostensenkungen und Energiepreissteigerungen



In der beschriebenen Betrachtung wurde das Gesamtsystem in die Kalkulation einbezogen, d.h. anteilig mit Speicher. Legt man die **Systemgrenze vor dem Speicher** fest und betrachtet lediglich die Kosten ohne Speicher, ist die Amortisationszeit geringer. Je nach Kollektorfläche und Ener-

giepreissteigerung wird eine Amortisationszeit von unter zehn Jahren bereits zwischen 2014 (10m² mit 11% p.a. Energiepreissteigerung) und 2020 (15 m² mit 8% p.a. Energiepreissteigerung) erreicht und liegt 2030 zwischen zwei und vier Jahren.

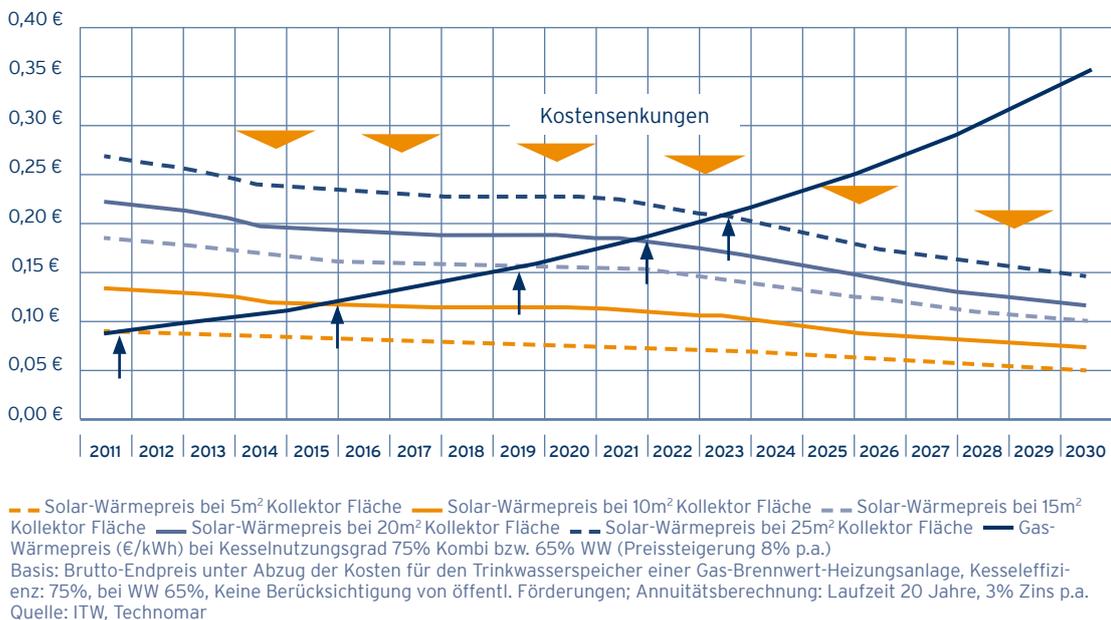
4 | Abbildung 26 | Reduktion der Solarwärme-Amortisationsdauer abhängig von Kostensenkungen und Energiepreissteigerungen (ohne Speicher und Frischwasserstation)



Eine weitere Betrachtungsweise der Wirtschaftlichkeit von Solarwärme-Anlagen ist der Vergleich der Wärmepreise von Solarwärme- und Gasbrennwert-Anlagen. Für Anlagen mit einer Kollektorfläche von 5 m² zur Warmwasserbereitung liegt der Wärmepreis bereits heute etwa auf dem Niveau von Gas-Brennwertgeräten. Mit den

geplanten Kostensenkungsmaßnahmen und einer angenommenen Gaspreissteigerung von 8% p.a. werden auch Kombianlagen mit größeren Kollektorflächen bis 2023 Gas-Wärmepreise erreichen bzw. diese deutlich unterbieten, unabhängig von öffentlichen Förderungen.

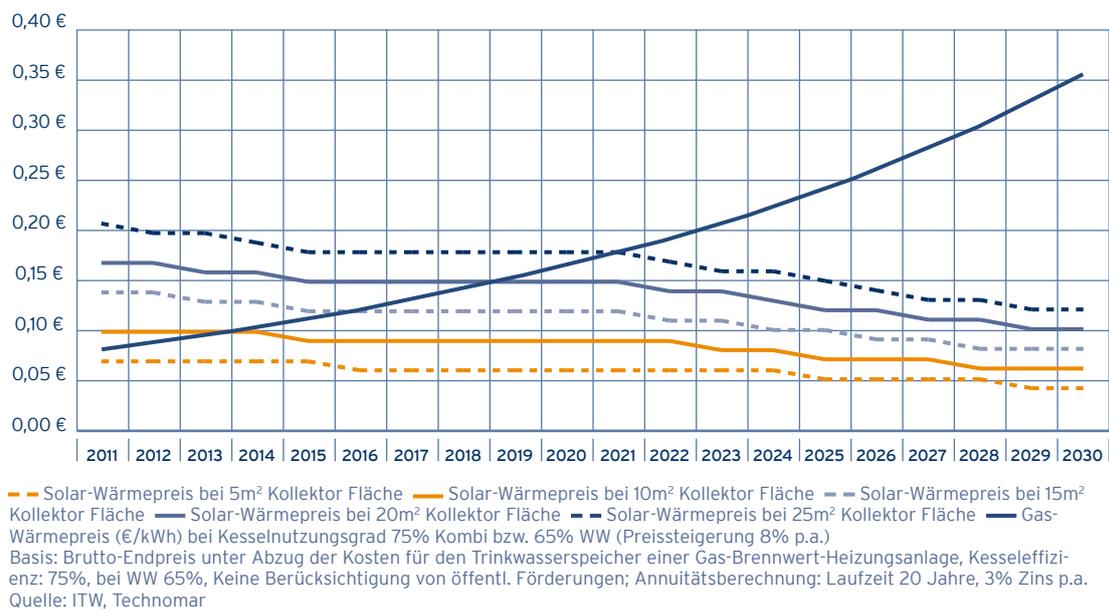
4 | Abbildung 27 | Break-even von Solar-Wärmepreis und Gas-Wärmepreis



Der Vergleich von Solarwärme-Anlagen mit Systemgrenze ohne Speicher und Frischwasserstation mit dem Gas-Wärmepreis zeigt, dass die Solarwärme-Wärmepreise um etwa drei Jahre schneller

den Break-Even erreichen und mit zunehmender Wirkung der Kostensenkungsmaßnahmen deutlich unterschreiten.

4 | Abbildung 28 | Break-even von Solar-Wärmepreis und Gas-Wärmepreis (ohne Speicher und Frischwasserstation)



Fazit

In der gesamten Prozesskette der Solarwärme-Anlagen können die Kosten bis 2030 erheblich verringert werden. Neben der Substitution von heute verwendeten Materialien wie Kupfer und Aluminium spielt die Entwicklung von einfachen Unterkonstruktionen und standardisierten Montagetechniken eine wesentliche Rolle. Zusammen mit der weiteren Qualifizierung der Installationsbetriebe ist bis 2015 eine Kostenreduktion von 11% gegenüber 2011 zu erreichen. Gleichzeitig ist für den breiten Aus-

bau der Solarwärme eine kostengünstigere Produktionsform der Kollektoren notwendig, die bei entsprechendem Engagement bis 2020 entwickelt werden kann und zu einer weiteren Kostensenkung führt. Durch alle Maßnahmen ist bis 2030 eine Kostenreduktion von insgesamt 43% möglich. Je nach Entwicklung der Energiepreise und der Festlegung der Systemgrenzen (mit oder ohne Speicher) sowie der Kollektorfläche wird eine Amortisationszeit von unter zehn Jahren bis 2025 auch ohne Förderung erreicht und damit die Grundlage für Wachstum der Solarwärme geschaffen.

4.5 Segmente des deutschen Marktes für Solarwärme-Anlagen

Der Fahrplan betrachtet insgesamt elf Marktsegmente im Hinblick auf ihre heutige und künftige Bedeutung hinsichtlich des Absatzpotentials für Solarwärme-Produkte. Dabei wird unterschied-

den zwischen Segmenten, in denen Solarwärme-Anbieter bereits etabliert sind, d.h. über kundengerechte Produkte, Marktzugang und Vertriebskanäle verfügen und in denen bereits eine

entsprechende kundenseitige Nachfrage besteht, sowie Segmente, in denen die beschriebenen Eigenschaften weiter entwickelt und intensiviert werden müssen und Segmente, die für Solarwär-

me-Anbieter neu sind und die grundsätzlich erst erschlossen werden müssen. Nachfolgende Abbildung 4|29 gibt eine Übersicht der Segmente.

4 | Abbildung 29 | Übersicht der im Fahrplan Solarwärme betrachteten Marktsegmente

Segment		Charakteristika
1	Heizungsmodernisierung EZFH	Etablierte Segmente
2	Solarwärme-Ergänzung EZFH	
3	Neubau EZFH	
4	Erneuerung bestehender Anlagen EZFH	
5	Sonnenhaus EZFH	
6	Heizungsmodernisierung und Ergänzung MFH	Entwicklungssegmente
7	Neubau MFH	
8	Nicht-Wohngebäude	
9	Nah- und Fernwärme	
10	Industrielle Prozesswärme bis 100°C	Neue Segmente
11	Industrielle Kälte und Klimatisierung	

Für alle Marktsegmente wurde in erster Linie das Szenario „Forcierte Expansion“ (FE) als Hintergrund für die Beurteilung des Segmentes unterstellt. Die Marktsegmente weisen aus Sicht der Solarwärme-Branche eine unterschiedliche stra-

tegische Bedeutung auf, wobei der Begriff „strategische Bedeutung“ in erster Linie auf die Höhe des im Segment realisierbaren Absatzes abzielt. Nachfolgend sei die unterschiedliche strategische Bedeutung nochmals tabellarisch dargestellt.

4 | Abbildung 30 | Strategische Bedeutung der Segmente im Zeitablauf

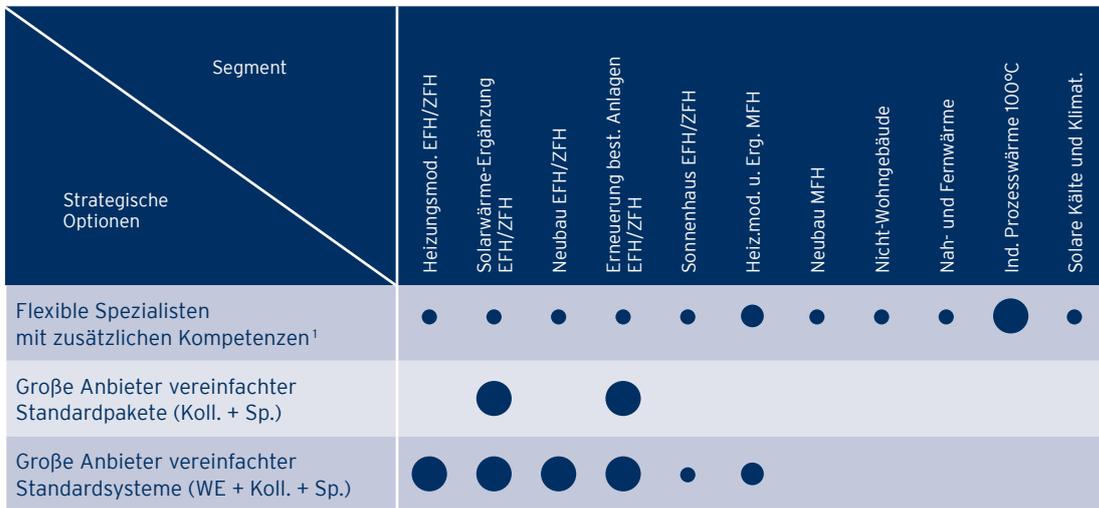
Segment		Strategische Bedeutung (FE)		
		2015	2020	2030
1	Heizungsmodernisierung EZFH	***	***	***
2	Solarwärme-Ergänzung EZFH	**	**	**
3	Neubau EZFH	**	**	**
4	Erneuerung bestehender Anlagen EZFH	–	**	**
5	Sonnenhaus EZFH	*	*	**
6	Heizungsmodernisierung und Ergänzung MFH	*	**	**
7	Neubau MFH	*	*	*
8	Nicht-Wohngebäude	–	*	**
9	Nah- und Fernwärme	–	*	*
10	Industrielle Prozesswärme bis 100°C	–	**	****
11	Industrielle Kälte und Klimatisierung	Strategische Bedeutung im Rahmen des Exports und Szenarios Globaler Wandel		

Bewertung: * unter 300 T m² Kollektorfläche p.a.; ** ab 500 T m² p.a.; *** ab 2 Mio m² p.a.; **** Sterne, Quelle: ITW, Technomar

Nicht alle Segmente eignen sich für alle Hersteller und Anbieter von Solarwärme-Produkten gleichermaßen. Wie im Strategischen Fokusthema III näher erläutert, eignen sich unterschiedliche strategische Optionen für unterschiedliche Solarwärme-Anbieter. zeigt, dass für diese strategischen Optionen auch unterschiedliche Segmente besonders geeignet sind. Während sich große Anbieter von

Standardsystemen sowie große Anbieter von Standardpaketen vorwiegend auf die bereits etablierten Segmente konzentrieren werden, sind die Entwicklungssegmente und Neuen Segmente vorwiegend für flexible Spezialisten mit zusätzlichen Kompetenzen geeignet. Dies schließt allerdings nicht aus, dass bestimmte Anbieter auch mehrere strategische Optionen gleichzeitig ausüben können.

4 | Abbildung 31 | Eignung der Segmente für unterschiedliche strategische Optionen



1: z.B. in den Bereichen WE-Systemkonfiguration, Gebäudeplanung, Architektur, Haustechnik, Anlagen- und Prozess-Know-How, Branchenkenntnisse etc.,
Quellen: ITW, Technomar

● ● Bedeutung des Segments f. d. Herstellertyp

Die folgenden beiden Abbildungen 4|32 und 4|33 beschreiben insgesamt sechs Charakteristika, in denen die Segmente voneinander abweichen können.

Ist der Kunde des Solarwärme-Herstellers der Handwerker, insbesondere der SHK-Handwerker, oder müssen andere Absatzmittler erschlossen werden (z.B. Fertighaushersteller, Bauträger, Wohnungsverwaltungen, Facility Manager, Stadtverwaltungen, Anlagenbauer etc.)?

Ist die Marktbearbeitung eher aktiv oder passiv, d.h. muss das Kundeninteresse aktiv geweckt und der Kunde angesprochen werden oder kommt der Kunde in der Regel von sich aus auf den Absatzmittler zu?

Sind für die erfolgreiche Bearbeitung des Segmentes weitere Kompetenzen als bisher üblich notwendig (WE-Systemkonfiguration, Gebäudeplanung, Architektur, Haustechnik, Anlagen- und Prozess-Know-How, Branchenkenntnisse etc.)?

4 | Abbildung 32 | Charakteristika der Segmente im Quervergleich I

Segment	Heizungsmod. EFH/ZFH	Solarwärme-Ergänzung EFH/ZFH	Neubau EFH/ZFH	Erneuerung best. Anlagen EFH/ZFH	Sonnenhaus EFH/ZFH	Heiz.mod. u. Erg. MFH	Neubau MFH	Nicht-Wohngebäude	Nah- und Fernwärme	Ind. Prozesswärme 100°C	Solare Kälte und Klimat.
Kunde für Solarwärme-Hersteller: (Handwerker: ●, andere: ○)	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
Marktbearbeitung (eher aktiv: ●, eher passiv: ○)	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●
Zusätzl. Kompetenz erforderlich? ² : (ja: ●, nein: ○)	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●

¹: z.B. Fertighaushersteller, Bauträger, Wohnungsverwaltungen, Facility Manager, Stadtverwaltungen, Anlagenbauer, etc.
²: z.B. in den Bereichen WE-Systemkonfiguration, Gebäudeplanung, Architektur, Haustechnik, Anlagen- und Prozess-Know-How, Branchenkenntnisse, etc., Quellen: ITW, Technomar

Wie hoch ist die Bedeutung der Effizienz der Solarwärme-Anlage für den Endkunden? Wie hoch sind die Bedeutung der absoluten Höhe der Investitionskosten einer Solarwärme-Anlage (wg. eventuell vorhandener Budgetrestriktionen) und wie hoch ist vergleichsweise die Bedeutung der Amortisationsdauer im jeweiligen Segment?

4 | Abbildung 33 | Charakteristika der Segmente im Quervergleich II

Segment	Heizungsmod. EFH/ZFH	Solarwärme-Ergänzung EFH/ZFH	Neubau EFH/ZFH	Erneuerung best. Anlagen EFH/ZFH	Sonnenhaus EFH/ZFH	Heiz.mod. u. Erg. MFH	Neubau MFH	Nicht-Wohngebäude	Nah- und Fernwärme	Ind. Prozesswärme 100°C	Solare Kälte und Klimat.
Bedeutung der Effizienz einer Solarwärme-Anlage (hoch: ●, niedrig: ○)	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○
Bedeutung der Höhe der Inv. Kosten (hoch ●, niedrig: ○)	●	●	●	●	○	○	●	○	○	○	○
Bedeutung der Amort. Dauer (hoch: ●, niedrig: ○)	○	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●

Quellen: ITW, Technomar

Alle 11 Segmente werden nachfolgend genauer beschrieben. Die jeweilige Absatzentwicklung geht vom Szenario „Forcierte Expansion“ (FE) aus und wird in ihren wesentlichen Einflussfaktoren dokumentiert. Die Absatzverläufe der Szenarien „Business as Usual“ (BAU) und „Globaler Wandel“ (GW) ergeben sich aus den Rahmenbedingungen der Szenarien wie in Kapitel 3.8 erläutert.

4.5.1.1 Segment Heizungsmodernisierung EZFH

Dieses Segment bleibt während des gesamten Betrachtungszeitraums des Fahrplans Kerngeschäft für die Solarwärme-Branche. Da die EnEV Heizungsmodernisierer dazu zwingt, einen neuen Brennwertkessel mit Solarwärme zu kombinieren und es in Deutschland ca. 2,5 Mio. für Solarwärme geeignete EZFH gibt, die einen mehr als 12

Jahre alten Wärmeeerzeuger haben, ist insbesondere in den Jahren 2012 bis 2015 ein deutlicher Absatzanstieg möglich. Voraussetzung dafür sind kostengünstige Komplettsysteme mit einer Amortisationsdauer von max. 10 Jahren, die es dem Modernisierer leicht machen, in Solarwärme zu investieren.

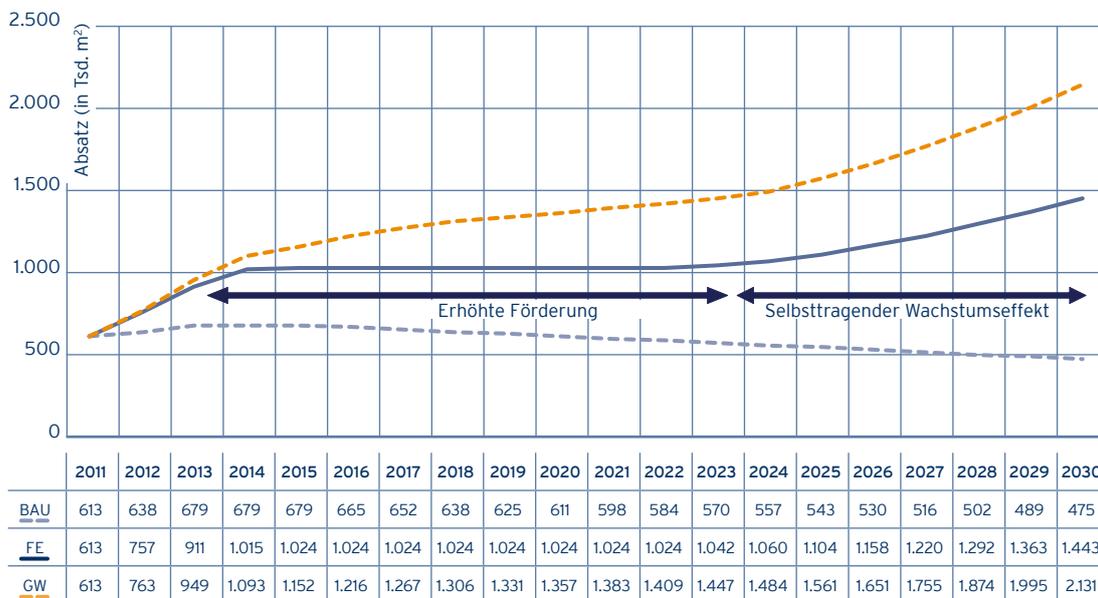
4 | Tabelle 3 | Status, Ziele und Handlungsfehler für die Heizungsmodernisierung im EZFH-Segment

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Etabliertes Segment (Kundeninteresse, Produkt, Vertrieb, etc.) • Potential: ca. 2,5 Mio. geeignete Häuser (Bestand 2012 von EZFH mit Wärmeeerzeugern älter als 12 Jahre) • Primär nachfragegetriebener passiver Vertrieb • Aktiver Ausbau der Nachfrage schwierig • Künftig eher noch steigender Wettbewerb der Wärmeeerzeuger 	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterer Ausbau dieses Kernsegments, deutliche Steigerung der Solarisierungsquote • Ziel 2015: 1 Mio. m² p.a. • Stärkung des bestehenden Vertriebs über das Handwerk, um im „Wettbewerb“ der Wärmeeerzeuger auch künftig zu bestehen • Entwicklung einfacher Komplettsysteme (Wärmeeerzeuger + Kollektor + Speicher) mit höherem solaren Deckungsanteil (Kollektorfläche Ø 16m²), die bei niedrigen Anschaffungskosten gleichzeitig effizient u. wirtschaftlich sind 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensive, systematische Kooperation mit dem Handwerk • Gemeinsame Entwicklung kostengünstiger Baugruppen (z.B. Hydraulik, Unterkonstruktion, etc.) innerhalb der Solarwärme-Branche • Weiterhin intensive Kommunikation des Nutzens der Solarwärme ggü. dem Endkunden

Die Absatzentwicklung im Szenario FE geht von einer erhöhten öffentlichen Förderung bis 2023 aus, die einen gleichbleibenden Absatz von ca. eine Mio. m² p.a. induziert. Die konstante Entwicklung resultiert aus dem Zusammenwirken mehrerer Faktoren, insbesondere dem Anstieg der Energiepreise,

einer tendenziell steigenden Marktsättigung und den limitierten Kapazitäten des Handwerks. Ab ca. 2023 beginnt ein selbsttragender Wachstumseffekt, der durch die dann sehr hohen Energiepreise bei gleichzeitig deutlich gesunkenen Investitionskosten für Solarwärme-Anlagen ausgelöst wird.

4 | Abbildung 34 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Heizungsmodernisierung EZFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Gegenüber der heutigen Kollektorfläche von durchschnittlich 9,7 m² wird während des Zeitraums des Fahrplans von einer etwas größeren Kollektorfläche von 12,9 m² ausgegangen. Dies entspricht einer durchschnittlichen WW-Anlage von 5,7 m² bzw. einer durchschnittlichen Kombi- bzw. HU-Anlage von 16 m² bei einem Mix von 70% Kombianlagen und 30% WW-Anlagen.

Der Fahrplan geht davon aus, dass ca. 55% aller Dachflächen im EZFH-Bestand für Solarwärme-Anlagen geeignet sind. Der Rest erklärt sich aus Verschattung, Dachgauben u.ä.. Auch wird angenommen, dass der jährliche Zubau von Photovol-

taik-Anlagen auf dem Stand von 2010 konstant bleibt¹³.

Daraus ergibt sich für das FE-Szenario, dass im Jahr 2030 eine Solarisierungsquote von 69% erreicht wird, d.h. knapp zwei Drittel aller dafür geeigneten Häuser sind bis 2030 mit Solarwärme-Anlagen ausgestattet. Das erscheint auf den ersten Blick nicht besonders hoch, man sollte jedoch berücksichtigen, dass für die ca. 1,65 Mio. zugebauten Anlagen bis 2030 auch Käufer gewonnen und überzeugt werden müssen und die Kaufbereitschaft erfahrungsgemäß mit zunehmender Marktsättigung sinkt.

4 | Abbildung 35 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes EZFH

Heizungsmodernisierung und Ergänzung EFH/ZFH	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Solarwärme-Eignung	%		55	55	58
Anteil Heizungsergänzung am Gesamtabsatz Heizungsmodernisierung und -ergänzung	%	31	31	31	31
m ² /WW-Anlage		5,7	5,7	5,7	5,7
m ² /HU-Anlagen		14,0	14,0	16,0	18,0
Anteil HU- Anlagen	%	50	50	70	85
Durchschnittl. Anlagengröße	m ²	9,7	9,7	12,9	16,1
Solarisierungsquote* 2010	%	20			
Solarisierungsquote* 2015	%		26	27	28
Solarisierungsquote* 2020	%		36	38	41
Solarisierungsquote* 2030	%		57	69	81
Absatz 2015	Mio. m ²		0,97	1,48	1,67
Absatz 2020	Mio. m ²		0,87	1,48	1,97
Absatz 2030	Mio. m ²		0,68	2,09	3,09

* Solarisierungsquote= Anteil der mit Solarwärme ausgestatteten Dächer an allen geeigneten Dächern

Solarisierungsquote



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.2 Segment Solarwärme-Ergänzung EZFH

Für diejenigen Solarwärme-Anlagen, die im EZFH-Bestand nicht im Rahmen einer Heizungsmodernisierung, sondern als Ergänzung zu einer bestehenden Heizung installiert werden, liegen keine exakten Zahlen vor. Experten gehen davon aus, dass dies insgesamt auf ca. 30% aller bisher im EZFH-Bestand installierten Solarwärme-Anlagen zutrifft. Bei für Energievermeidung und für Erneuerbare Energien besonders affinen Zielgruppen betrifft dies jede zweite Solarwärme-Anlage. Die für das Segment Heizungsmodernisierung getroffenen Annahmen (vgl. Abbildung 4|35) gelten grundsätzlich auch für das Segment Solarwärme-Ergänzung.

Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Segmenten liegt in der unterschiedlichen Marktbearbeitung. Zielgruppe für dieses Segment sind die Eigentümer einer Heizungsanlage, die tendenziell jünger ist als 12 Jahre. Diese gilt es, über den Vertrieb, primär über das Handwerk, aktiv anzusprechen und für die Ergänzung bzw. Nachrüstung einer Solarwärme-Anlage zu gewinnen. Möchte man die Potentiale im Segment Solarwärme-Ergänzung erschließen (ca. 1,8 Mio. für Solarwärme-geeignete Häuser mit einem Wärmeerzeuger, der jünger ist als 12 Jahre), sollte von den Solarwärme-Herstellern den Vertriebspartnern im Handwerk entsprechende Unterstützung bei der Marktbearbeitung gewährt und diese intensiv motiviert werden.

¹³Zubau Photovoltaik-Anlagen im EZFH-Bestand: ca. 106 T Anlagen.

4 | Tabelle 4 | Status, Ziele und Handlungsfehler für die Solarwärme-Ergänzung im EZFH-Segment

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Etabliertes Segment (Kundeninteresse, Produkt, Vertrieb, etc.) • Potential: ca. 2,5 Mio. geeignete Häuser (Bestand 2010 von EZFH mit Wärmerezeugern älter als 12 Jahre) • Primär nachfragegetriebener passiver Vertrieb • Aktiver Ausbau der Nachfrage schwierig • Künftig eher noch steigender Wettbewerb der Wärmerezeuger 	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterer Ausbau dieses Kernsegments, deutliche Steigerung der Solarisierungsquote; • Ziel 2015: 1 Mio. m² p.a. • Stärkung des bestehenden Vertriebs über das Handwerk, um im „Wettbewerb“ der Wärmerezeuger auch künftig zu bestehen • Entwicklung einfacher Komplettsysteme (Wärmerezeuger + Kollektor + Speicher) mit höherem solaren Deckungsanteil (Kollektorfläche ø 16 m²), die bei niedrigen Anschaffungskosten gleichzeitig effizient u. wirtschaftlich sind 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensive, systematische Kooperation mit dem Handwerk • Gemeinsame Entwicklung kostengünstiger Baugruppen (z.B. Hydraulik, Unterkonstruktion etc.) innerhalb der Solarwärme-Branche • Weiterhin intensive Kommunikation des Nutzens der Solarwärme ggü. dem Endkunden

Bis zum Jahr 2030 werden im FE-Szenario über 700 T Solarwärme-Anlagen mit einer Kollektorfläche von über 9 Mio. m² zugebaut. Auch hier wird von einer erhöhten Förderung bis 2023 und einem selbsttragenden Wachstumseffekt im Anschluss daran ausgegangen.

4 | Abbildung 36 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Solarwärmeergänzung EZFH in den drei Szenarien BAU, FE, und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.3 Segment Neubau EZFH

Der Neubau in der Bundesrepublik Deutschland wird in den nächsten 6-8 Jahren im Bereich EZFH auf einem Niveau von ca. 100.000 Gebäuden p.a. verharren und dann tendenziell abnehmen. Von den Neubauten sind in Szenario FE ca. 60% für Solarwärme geeignet. Dies ist um 5% mehr als

im Bestand, weil davon ausgegangen wird, dass künftig Planer und Architekten Gebäude und Dach künftig besser solar ausrichten als gegenwärtig. Die angenommene durchschnittliche Solarwärme-Anlagengröße entspricht mit 12,9 m² der der Segmente im Bestand.

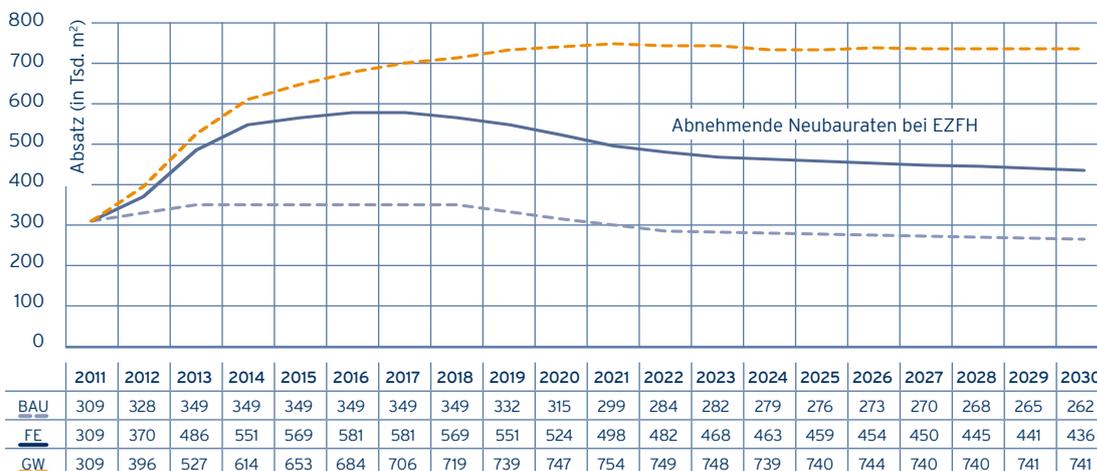
4 | Tabelle 5 | Status, Ziele und Handlungsfehler für den Neubau im EZFH-Segment

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> Etabliertes Segment (Kundeninteresse, Produkt, Vertrieb, etc.) Potential: 60.000 geeignete Neubauten p.a. (Tendenz langfristig leicht abnehmend) Segment für „Spezialisten“ Zielgruppe Fertighaus-Hersteller über bestehenden Vertrieb (Handwerk) schwierig erreichbar Mittelfristig Lüftungskompetenz erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung des Absatzes auf eine Solarisierungsquote von 75% (2015) Aktive systematische Erschließung dieses Segments, idealerweise durch Aufbau eines flächen-deckenden nationalen Vertriebs 	<ul style="list-style-type: none"> Kooperationen mit Herstellern von Fertighäusern Erwerb von Systemkompetenz inkl. Wärmeerzeuger und Lüftung Intensivierung der Kommunikation mit Planern und Architekten, um die Objekteignung für Solarwärme aktiv zu erhöhen (insbes. Dachausrichtung)

Mit zunehmender Dämmung und sinkenden Primärenergiebedarfen steigt die Attraktivität der Solarwärme im Neubau deutlich. Hohe und weiter steigende Energiepreise erhöhen das Bedürfnis der Hausbauer bzw. -käufer nach einer bezahlba-

ren Energieversorgung als Vorsorge für die Zukunft. Das FE-Szenario geht daher davon aus, dass künftig 75% der geeigneten Neubauten mit Solarwärme ausgestattet werden (Basis 2010: ca. 55% = Summe Warmwasser und Heizungsunterstützung).

4 | Abbildung 37 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Neubau EZFH in den drei Szenarien BAU, FE, und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Im Gegensatz zu den etablierten Segmenten im Bestand erfordert der Neubau von den Solarwärme-Herstellern eine vertriebsseitig klare Ausrichtung auf dieses Segment. Es gilt, durch eine Intensivierung der Vertriebsaktivitäten Bauträger, Hersteller von Fertighäusern und Planer bzw. Architekten davon zu überzeugen, Solarwärme standardmäßig im Neubau mit anzubieten. Dazu wird

es mittelfristig notwendig, diesen Zielgruppen komplette Systemlösungen inkl. Wärmeerzeuger und ggf. auch kontrollierter Wohnraumlüftung anzubieten. Solarwärme-Hersteller, die sich auf solche standardisierte Systemlösungen für Neubauten spezialisieren, haben dann die Möglichkeit, sich durch effiziente, kostengünstige Systeme Wettbewerbsvorteile aufzubauen.

4 | Abbildung 38 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Neubau EZFH

Neubau EFH/ZFH	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Solarwärme-Eignung	%		60	60	90 (2030)
Durchschnittliche Anlagengröße	m ²	9,7	9,7	12,9	16,1
Solarisierungsquote* (kontinuierlich)	%	ca. 55	60	75	90
Absatz 2015	Mio. m ²		0,35	0,57	0,65
Absatz 2020	Mio. m ²		0,32	0,52	0,75
Absatz 2030	Mio. m ²		0,26	0,44	0,74

* Solarisierungsquote= Anteil der mit Solarwärme ausgestatteten Dächer an allen geeigneten Dächern

Solarisierungsquote



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Naturgemäß müssten sog. Sonnenhäuser mit einem solaren Deckungsanteil von 50% und darüber ebenfalls zum Segment Neubauten EZFH zählen, da im Bestand normalerweise keine Solarwärme-Anlagen mit so hohen solaren Deckungsanteilen realisiert werden. Im Fahrplan wird aufgrund des

hohen Aufmerksamkeitsgrads, den Sonnenhäuser als „Leuchtturmprojekte“ innehaben, für diese Gebäude ein eigenes Segment ausgewiesen. Die dabei unterstellten Absatzzahlen wurden in Berechnung der Solarisierungsquote des Segments Neubau berücksichtigt.

4.5.1.4 Segment Erneuerung bestehender Anlagen EZFH

Die Erneuerung bestehender Anlagen ist grundsätzlich ein Segment, das erst ab ca. 2015 relevante Stückzahlen aufweisen wird. Es wurde innerhalb des Fahrplans dennoch der Gruppe „etablierte Segmente“ zugeordnet, da der Geschäftscharakter sehr ähnlich dem des Segment Heizungsmodernisierung ist: Der Bedarfsfall tritt dann auf, wenn die bestehende Solarwärme-Anla-

ge aufgrund von Mattigkeit im Kollektorglas, nachlassender Dichtigkeit und anderer Probleme ihre Funktion nicht mehr erfüllt und ausgetauscht werden muss. Es wird angenommen, dass dies nach durchschnittlich 22 Jahren der Fall ist. Der Kunde nimmt selbst Kontakt mit einem Handwerksbetrieb auf, wie bei Heizungsmodernisierung.

4 | Tabelle 6 | Status, Ziele und Handlungsfehler für das Segment Anlagenerneuerung bei EZFH

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • (Obwohl erst ab ca. 2015 relevant) Kundeninteresse, Produkt, Vertrieb, etc. vorhanden, daher zu den etablierten Segmenten zugehörig • Potential: bis 2030 ca. 800.000 sanierungsbedürftige Solarwärme-Anlagen (bei 25 Jahren Nutzungsdauer) • Primär bedarfsgetriebener passiver Vertrieb, aktiver Ausbau der Nachfrage schwierig 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximale Ausschöpfung des Erneuerungspotentials • Ziel 2020: Erneuerungsquote $\geq 80\%$ • Günstige Ersatzangebote ermöglichen hohe Erneuerungsquote (wg. möglicher Budgetrestriktionen der Eigentümer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen identisch mit dem Segment Heizungsmodernisierung

In 2010 waren in Deutschland ca. 1,5 Mio. Solaranlagen installiert, von denen ca. 250.000 zwischen den Jahren 1990 und 2000 in Betrieb genommen wurden. Im relevanten Szenario FE wird eine Erneuerungsquote von 80% unterstellt, die durchschnittliche Anlagengröße der erneuerten Anlage entspricht mit 12,9 m² der Anlagengröße bei der Heizungserneuerung im Bestand.

4 | Abbildung 39 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Wird in den ersten Jahren ab 2015 noch von einer vergleichsweise geringen Absatzmenge ausgegangen, steigt das Volumen in 2020 bereits auf ca. 300 Tausend m² ausgetauschte Kollektorfläche und erreicht in 2030 annähernd 1 Mio. m²

Kollektorfläche. Die Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen ist somit langfristig eines der absatzstärksten Segmente im etablierten Geschäft.

4 | Abbildung 40 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen

Erneuerung bestehender Anlagen	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Erneuerungsquote	%		70	80	90
Durchschnittliche Anlagengröße	m ²		9,7	12,9	16,1
Absatz 2015	Mio. m ²		0,00	0,00	0,00
Absatz 2020	Mio. m ²		0,20	0,29	0,38
Absatz 2030	Mio. m ²		0,64	0,97	1,36



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.5 Segment Sonnenhaus EZFH

Als „Sonnenhaus“ gelten alle EZFH mit einem solaren Deckungsanteil am Wärmebedarf von über 50%. Sonnenhäuser werden ausschließlich als Neubauten mit optimierter Dämmung realisiert. Ende 2011 gibt es in Deutschland einen Bestand

von ca. 1.000 Sonnenhäusern. Bedingt durch die hohen Investitionskosten und im Vergleich hohe Wärmegestehungspreise ist das Potential für Sonnenhäuser auch bei weiter steigenden Energiepreisen limitiert.

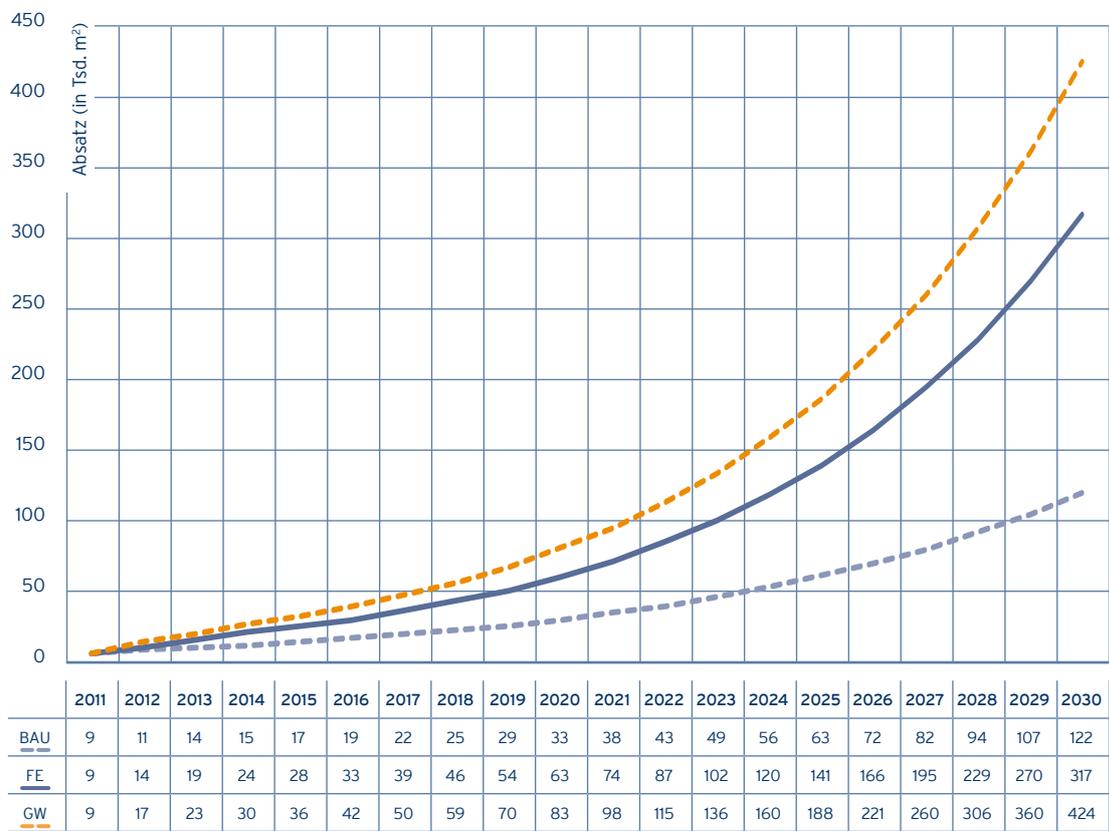
4 | Tabelle 7 | Status, Ziele und Handlungsfehler für das Segment der Sonnenhäuser

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungssegment für „Spezialisten“ mit gutem flächendeckendem Zugang zu Planern, Architekten, etc. • Mittelfristig und langfristiges Potential: 5-12 T Häuser p.a. • Segment steckt bisher noch in den „Kinderschuhen“; gewisse „Exotik“ spricht bisher nur sehr kleinen Kundenkreis an 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktive Entwicklung des Segments Sonnenhaus als „normale“ Alternative zu anderen energetischen Konzepten (Passivhaus, etc.) • Deutliche Steigerung des Absatzes auf 8.000 Anlagen p.a. in 2030 	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielter Auf-/Ausbau von spezifischen Systemkompetenzen im Bereich Sonnenhaus • Künftiges Hauptprodukt: Hoch-effiziente Komplett-Systeme (Wärmeerzeuger + Kollektor + Speicher) mit einer Kollektorfläche von 40 m² • Weiterentwicklung Speicher

Zur aktiven Entwicklung dieses Segmentes ist es für Solarwärme-Hersteller erforderlich, einen flächendeckenden Zugang zu Planern, Architekten etc. zu entwickeln. Der Aufwand für die Aufrecht-

erhaltung dieses Vertriebs sowie zum Aufbau einer entsprechenden Sonnenhaus-spezifischen Systemkompetenz wird sich voraussichtlich nur für einige wenige Solarwärme-Hersteller lohnen.

4 | Abbildung 41 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Sonnenhaus EZFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Das FE-Szenario geht von einer langfristigen Entwicklung des Sonnenhaus-Segments aus. Die durchschnittliche Solarwärme-Anlagengröße be-

trägt 40 m². Erst in den 2020er Jahren ist mit signifikanten Ansatzzahlen mit einer Gesamt-Kollektorfläche von über 100.000 m² p.a. zu rechnen.

4 | Abbildung 42 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Sonnenhaus EZFH

Sonnenhaus	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Solarwärme-Eignung	%		100	100	100
Durchschnittliche Anlagengröße	m ²		35,0	40,0	50,0
Solarisierungsquote* (kontinuierlich)	%	100	100	100	100
Absatz 2015	Mio. m ²		0,02	0,03	0,04
Absatz 2020	Mio. m ²		0,03	0,06	0,08
Absatz 2030	Mio. m ²		0,12	0,32	0,42
Absatz 2030	TAnl.		4,1	7,9	8,5

* Solarisierungsquote= Anteil der mit Solarwärme ausgestatteten Dächer an allen geeigneten Dächern

Solarisierungsquote



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.6 Segment Heizungsmodernisierung und Solarwärme-Ergänzung MFH

Im Bereich MFH wurden die Heizungsmodernisierung und Solarwärme-Ergänzung in einem Segment zusammengefasst. Obwohl der Investitionsanlass unterschiedlich ist, treten in beiden Fällen auf MFH spezialisierte Planungsbüros bzw. Installationsfirmen auf, die es anzusprechen gilt.

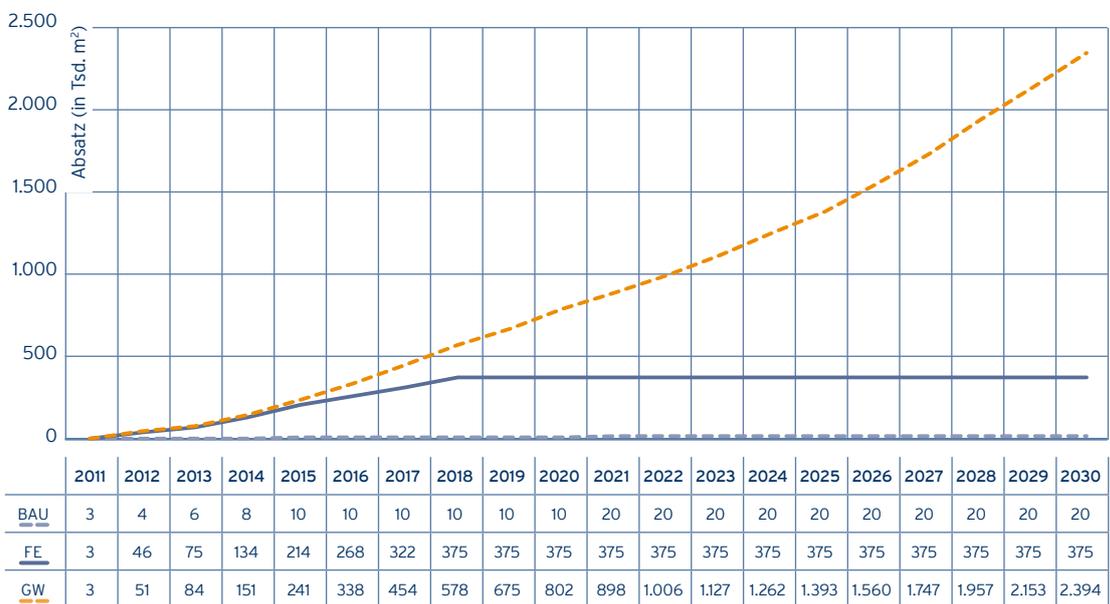
4 | Tabelle 8 | Status, Ziele und Handlungsfehler für die Heizungsmodernisierung bei MFH

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungssegment für „Spezialisten“ mit gutem flächendeckendem Zugang zu Kommunen, Facility Management- und Hausverwaltungs-Ges. • Potential: ca. 1,8 Mio. geeignete Häuser (Bestand 2010) • Segment systematisch erschließbar ab einer Amortationsdauer der Solarwärme-Anlagen von 7-8 Jahren 	<ul style="list-style-type: none"> • Positionierung der Solarwärme als übliche Standardmaßnahme im Rahmen von effizienz-steigenden Sanierung von Heizungssystemen • Deutliche Ausdehnung der Solarisierungsquote auf ≥ 8% (2020) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielter Aufbau eines Vertriebs mit spezifischen Kenntnissen über bestimmte Kundengruppen (z.B. Seniorenheime) • Künftiges Hauptprodukt: Kundenspezifische Lösungen (verschiedene Wärmeerzeuger + Kollektor + Speicher)

Bedingt durch die zunehmende Wirtschaftlichkeit der Solarwärme-Anlagen und hohe Energiepreise steigt im FE-Szenario der Absatz kontinuierlich an. Da allerdings die Anzahl der jährlichen Modernisierungen begrenzt ist, bleibt der Absatz von da an auf einem konstant hohen Niveau von

knapp 400.000 m² p.a.. Dies begründet sich auch damit, dass zwar ab 2012 energische Sanierungen für den Mieter kostenneutral werden, der Vermieter jedoch die zusätzlichen Investitionskosten für Solarwärme nicht über erhöhte Mieten umlegen kann.

4 | Abbildung 43 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Zahlenseitig geht das FE-Szenario davon aus, dass ähnlich wie im Bereich EZFH ca. 55% des MFH-Bestands für Solarwärme geeignet sind. Als durchschnittliche Anlagengröße werden 4 m² Kollektorfläche pro Wohneinheit angenommen. Dies

entspricht einer deutlichen Steigerung zum Ist-Zustand und wird mit der steigenden Wirtschaftlichkeit der Solarwärme-Anlagen begründet. Bis zum Jahr 2030 sieht das Szenario eine Solarisierungsquote von ca. 26% vor.

4 | Abbildung 44 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH

Modernisierung MFH	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Solarwärme-Eignung	%		55	55	58
Durchschnittl. Anlagengröße	m ²	10,0	10,0	26,8	30,0
Durchschnittl. m ² / Wohneinheit	m ²	1,5	2,0	4,0	4,5
Solarisierungsquote* 2010	%	3,8			
Solarisierungsquote* 2015	%		4,3	5,6	5,5
Solarisierungsquote* 2020	%		4,8	12,1	14,6
Solarisierungsquote* 2030	%		6,8	26,2	63,7

* Solarisierungsquote= Anteil der mit Solarwärme ausgestatteten Dächer an allen geeigneten Dächern

Solarisierungsquote



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.7 Segment Neubau MFH

Die Anzahl der MFH-Neubauten bleibt mittel- und langfristig auf einem Niveau von ca. 10.000 Häusern p.a.; Tendenz leicht zunehmend. Davon werden im FE-Szenario - wie im Segment Neubau EZFH - ca. 60% als für Solarwärme geeignet angesehen.

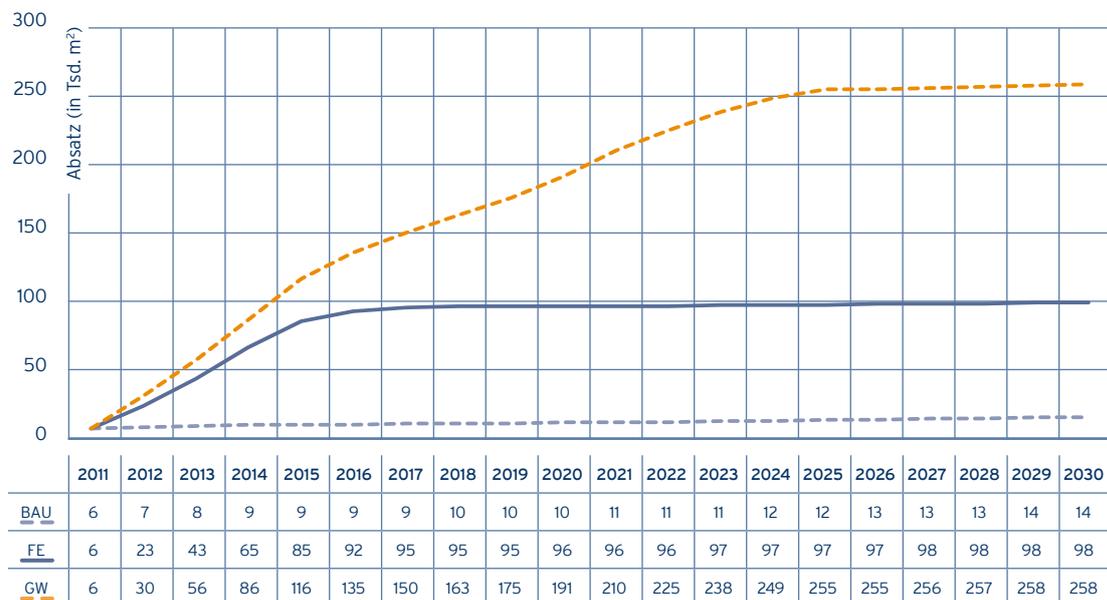
4 | Tabelle 9 | Status, Ziele und Handlungsfehler für den Neubau im MFH-Segment

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungssegment für „Spezialisten“ mit gutem flächendeckendem Zugang zu Bauträgern, Planern etc. • Potential: ca. 6.000 geeignete Neubauten p.a. (Tendenz langfristig leicht zunehmend) • Segment systematisch erschließbar ab einer Amortationsdauer der Solarwärme-Anlagen von 7-8 Jahren 	<ul style="list-style-type: none"> • Positionierung der Solarwärme als üblicher Standardbestandteil moderner, effizienter Heizungssysteme im MFH • Ziel 2015: Solarisierungsquote 50% 	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielter Aufbau eines Vertriebs mit spezifischen Kenntnissen über bestimmte Kundengruppen (z.B. Bauträger, Planer) • Künftiges Hauptprodukt: Kundenspezifische Lösungen (verschiedene Wärmeerzeuger + Kollektor + Speicher)

Sobald die Wirtschaftlichkeit der im MFH eingesetzten Solarwärme-Anlagen eine Amortisationsdauer von 7-8 Jahren erreicht hat, kann von deutlich höheren Stückzahlen als heute ausgegangen

werden. Im Gegensatz zum MFH-Bestand sind im Neubau deutlich höhere Dämmstandards üblich, so dass mit sinkendem Primärenergiebedarf die Attraktivität für Solarwärme ansteigt.

4 | Abbildung 45 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Neubau MFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Wie im Bestand geht das FE-Szenario von durchschnittlich 4 m² Kollektorfläche pro Wohneinheit aus. Die Wohnungswirtschaft muss im Neubau den

steigenden Energiepreisen Rechnung tragen, weshalb die Solarisierungsquote auf 50% ansteigt.

4 | Abbildung 46 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Neubau MFH

Modernisierung MFH	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Solarwärme-Eignung	%		50	60	70
Durchschnittl. Anlagengröße	m ²		10,0	26,8	30,0
Durchschnittl. m ² / Wohneinheit	m ²	1,5	2,0	4,0	4,5
Solarisierungsquote* 2010	%	< 10			
Solarisierungsquote* 2015	%		11	50	50
Solarisierungsquote* 2020	%		13	50	80
Solarisierungsquote* 2030	%		18	50	100

* Solarisierungsquote= Anteil der mit Solarwärme ausgestatteten an allen geeigneten Dächern

Solarisierungsquote



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.8 Segment Nicht-Wohngebäude

Dieses Segment besteht aus den Teilbereichen gewerbliche Betriebe (ca. 0,5 Mio. geeignete Gebäude), landwirtschaftliche Betriebe (ca. 0,3 Mio. geeignete Gebäude) und öffentliche Gebäude (ca. 0,1 Mio. geeignete Gebäude) [EuPD, 2010].

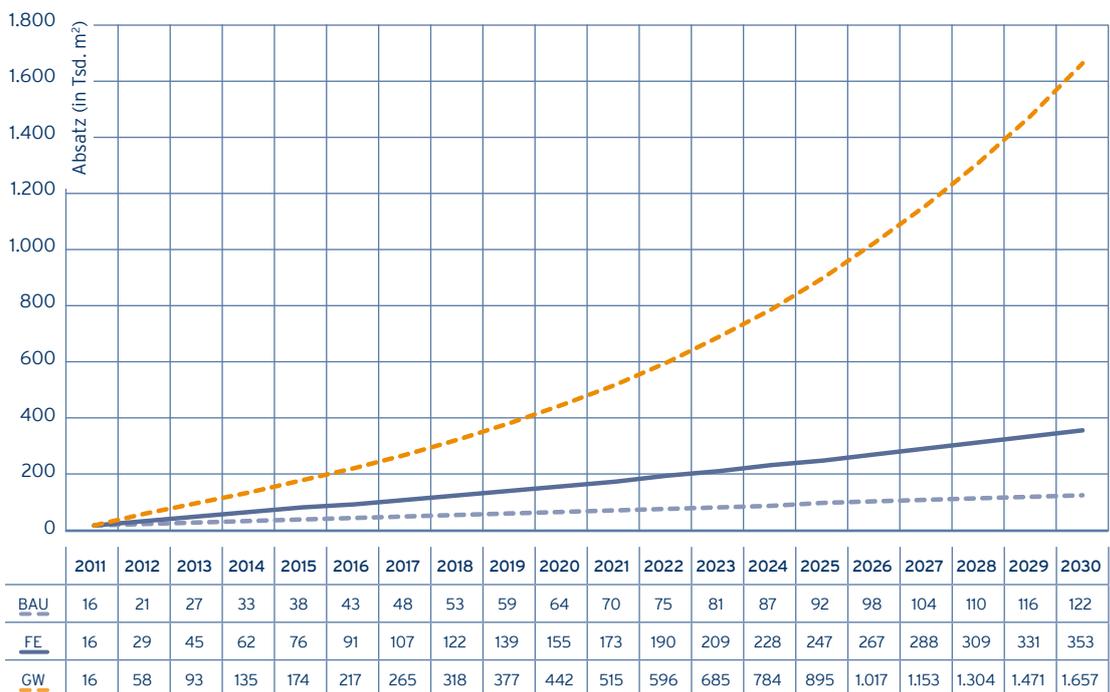
4 | Tabelle 10 | Status, Ziele und Handlungsfelder für das Segment Nicht-Wohngebäude

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungssegment für „Spezialisten“ mit gutem flächendeckendem Zugang zu den einzelnen Teilsegmenten, insbesondere im Bereich Gewerbe • Potential: ca. 900 T Gebäude (Landwirtschaft, Gewerbe, öffentl. Gebäude; Bestand 2010) • Segment systematisch erschließbar ab einer Amortationsdauer der Solarwärme-Anlagen von 7-8 Jahren 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausschöpfung des Potentials durch gezielte Fokussierung auf bestimmte Teilsegmente (z.B. Hotels, Großgastronomie, etc.) • Absatzziel 2015: ca. 80 T m² • Bei deutlich steigenden Gaspreisen sind langfristig signifikant höhere Volumina möglich (vgl. Szenario GW). 	<ul style="list-style-type: none"> • Künftige Hauptprodukte: je nach Teilsegment sowohl kundenspezifische Lösungen (verschiedene Wärmeerzeuger + Kollektoren + Speicher) als auch kostengünstige, sehr wirtschaftliche standardisierte Lösungen

Bei vorliegender Wirtschaftlichkeit der Solarwärme-Anlagen eignet sich dieses Segment insbesondere für kleine fokussierte Solarwärme-Hersteller und spezialisierte Ingenieurbüros. Je nach Teil-

segment müssen entweder kundenspezifische Individuallösungen (z.B. Hotels) oder kostengünstige Standardlösungen (Landwirtschaft) angeboten werden.

4 | Abbildung 47 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Nicht-Wohngebäude in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Bisher wurde Solarwärme in diesem Segment aufgrund strenger Wirtschaftlichkeitsanforderungen nur äußerst sporadisch eingesetzt. Sobald eine Amortisationszeit von 5 - 8 Jahren möglich ist, sind auch deutlich höhere Absatzzahlen möglich. Das FE-Szenario sieht - korrespondierend mit der Entwicklung der Energiepreise - ab 2017 mögliche

Absatzvolumina von über 100.000 m² Kollektorfläche p.a. vor. Die eingesetzte Kollektorfläche wird von heute durchschnittlich 16 m² pro Anlage [EuPD, 2010] auf 21 m² vergrößert. Die Solarisierungsquote steigt im Laufe der 2020er Jahre im FE-Szenario auf knapp 20%.

4 | Abbildung 48 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Nicht-Wohngebäude

Nicht-Wohngebäude	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Durchschnittl. Anlagengröße	m ²	16	17,3	21,3	40,0
Solarisierungsquote* 2010	%	< 1			
Solarisierungsquote* 2015	%		1,0	1,4	1,5
Solarisierungsquote* 2020	%		2,6	4,5	5,9
Solarisierungsquote* 2030	%		8,7	18,3	33,9

* Solarisierungsquote= Anteil der mit Solarwärme ausgestatteten Dächer an allen geeigneten Dächern

Solarisierungsquote



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.9 Segment Nah- und Fernwärme

Der Einsatz von Solarwärme in Nah- und Fernwärmenetzen wird von Experten sehr unterschiedlich beurteilt. Während die BMU-Leitstudie 2010 [BMU, 2010] in ihrem Basisszenario A in 2030 von einer installierten Solarwärme-Nahwärmekapazität von 12,7 TWh/a ausgeht (entspricht ca. 35 Mio. m² Kollektorfläche), gehen andere Expertenschätzungen von deutlich geringeren Zahlen aus. Bestimmend dabei ist in erster Linie die Ausbaugeschwindigkeit der Nahwärmenetze in Deutschland und erst in zweiter Linie der solare Wärmepreis.

Die deutschen Betreiber von Nah- und Fernwärmenetzen sehen sich langfristig sinkenden Wärmebedarfen gegenüber. Die Investitionen in die Netze werden daher so niedrig wie möglich gehalten. Bestehende Netze werden weiter verdichtet, d.h. um weitere Anschlüsse erweitert, um die Effizienz der bestehenden Netze und damit den Wärmepreis zu senken. Die Budgetlage der Kommunen erlaubt es auf absehbare Zeit nicht, in weitere Netze zu investieren. Die derzeitige Fördersitua-

tion beschleunigt hingegen drastisch den Zubau an Kraft-Wärme-Kopplung-Wärmeerzeugern, weniger, weil ein entsprechender Wärmebedarf vorliegt, sondern primär, weil die dezentrale Erzeugung und Versorgung von erneuerbarem Strom ausgebaut werden soll. Obwohl bereits heute Studien vorliegen, die einen solaren Wärmepreis von 3 Ct/kWh (ohne Speicher) [SHC, 2011] dokumentieren, wird für das Szenario FE nicht von einem deutlichen Wachstum des Segments für die Solarwärme ausgegangen. Erst langfristig steigt der Anteil der Solarwärme am deutschen Nah- und Fernwärmebedarf (1% in 2030).

Eine Situation wie in Dänemark, wo die Fernwärme seit Jahrzehnten systematisch ausgebaut wird, insbesondere unter dem Einsatz von Solarwärme, ist in Deutschland eher unwahrscheinlich. Dazu müsste sich die energiepolitische Priorisierung grundlegend ändern, was u.a. einer gewissen Regulierung der Energiepreise, insbesondere des Strom- und Gaspreises bedarf.

4 | Tabelle 11 | Status, Ziele und Handlungsfelder für die Nah- und Fernwärmesysteme

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungssegment für „Spezialisten“ mit gutem flächendeckendem Zugang zu den Anbietern bestehender Nah- und Fernwärmenetze und Projektierern neuer Netze • Potential: ca. 22% (= 4,7 Mio.) aller Wohnungen in MFH in D sind an Nah- und Fernwärmenetze angeschlossen; im Bereich EZFH sind dies 2,1% aller Häuser • Intensiver Wettbewerb mit bestehenden Fernwärme-Erzeugern und Kraft-Wärme-Kopplung 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der derzeit rel. geringen Nachfrage sowie der Energiepreissituation ist kurz- und mittelfristig nicht mit signifikanten Absatzvolumina zu rechnen. • Absatzziel 2015: ca. 30 T m²; Tendenz: leicht steigend • Bei deutlich steigenden Energiepreisen sind langfristig signifikant höhere Volumina möglich (vgl. Szenario GW). 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenarbeit mit Netzbetreibern zum optimalen Einsatz der Solarwärme

4 | Abbildung 49 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Nah- und Fernwärme in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4 | Abbildung 50 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Nah- und Fernwärme

Nah- und Fernwärme	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Durchschnittl. Anlagengröße	m ²	0	4.000	4.000	5.500
Anzahl Anlagen 2015/a			3	8	11
Anzahl Anlagen 2020/a			3	11	50
Anzahl Anlagen 2030/a			9	350	771
Anteil am Fernwärmebedarf 2030	%		0,25	1,00	10,0

BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.10 Segment Industrielle Prozesswärme bis 100°C

Größter potentieller Zukunftsmarkt für Solarwärme ist langfristig der Einsatz von Solarwärme in der Industrie. Den Hauptanteil daran hat mit über 70% die Prozesswärme, es existieren darüber hinaus aber auch weitere Anwendungen. Innerhalb der

Prozesswärme ist insbesondere der Einsatzbereich bis 100°C relevant, weil hier konventionelle Standard-Flachkollektoren eingesetzt werden können¹⁴.

4 | Tabelle 12 | Status, Ziele und Handlungsfelder für die Industrielle Prozesswärme

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Neues Segment (Kundeninteresse) ist vorhanden, spezifische Produkte und Marktzugang sind noch zu entwickeln • Durch direktes Projektgeschäft bzw. Zusammenarbeit mit Anlagenbauern und (oder Montagepartnern) bietet dieses Segment eine Chance den Systempreis für den Endkunden deutlich zu senken • Potential: ca. 70 TWh Endenergieeinsatz bis 100°C (in 2030), davon bis 2030 ca. 22 TWh bzw. 60 Mio qm wirtschaftlich erschließbar“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Mittelfristig (ab 2015) Entwicklung von prozesswärmespezifischen Solarwärmanlagen mit einer max. Amortationsdauer der Solarwärme-Anlagen von 7-8 Jahren • Ziel: 1.500 installierte Anlagen bis 2020 	<ul style="list-style-type: none"> • Zu den umfangreichen Maßnahmenbündeln siehe die noch folgenden Ausführungen

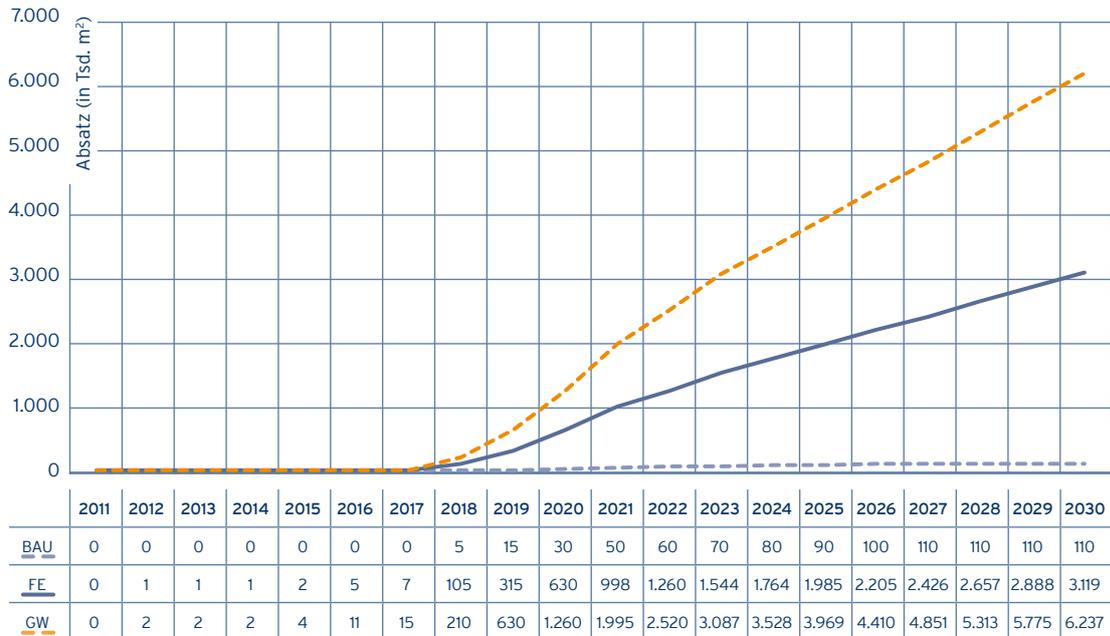
Sobald steigende Energiepreise und sinkende Solarwärme-Anlagenkosten eine Solarwärme-Amortationsdauer von unter 8 Jahren ermöglichen, wird auch der Einsatz von Solarwärme in der Industrie wirtschaftlich und wettbewerbsfähig. Im Gegensatz zu vielen anderen Segmenten können hier die Solarwärme-Hersteller in den Direktvertrieb einsteigen, was die für den Endkunden die Investitionskosten deutlich senken kann. Die Realisierung großflächiger Solarwärme-Anlagen (im FE-Szenario wurde eine durchschnittliche Anlagengröße von ca. 700 m² Kollektorfläche angenommen) wird die Montagekosten pro m² weiter herabsetzen.

Um die Potentiale in diesem Segment systematisch zu erschließen, ist es als Solarwärme-Hersteller erforderlich, sich zunächst auf bestimmte Prozesse in bestimmten Industrien zu konzentrieren und dafür geeignete Solarwärme-Anlagen

zu entwickeln und national flächendeckend zu vermarkten. Dafür sind ggf. Kooperationen mit entsprechenden Partnern erforderlich (Anlagenplaner, Anlagenbauer, Montagefirmen etc.) Der für Entwicklung und Vermarktung erforderliche Aufwand kann zum einen darüber kompensiert werden, dass größere Gewinnanteile in der eigenen Wertschöpfungsstufe verbleiben als im klassischen Vertrieb über Großhandel und Handwerk. Zum anderen können im Gegensatz zu anderen Segmenten, wo die potentiellen Investoren eher anonym sind, mögliche Kunden sehr einfach und systematisch identifiziert und angesprochen werden. Auch die Weckung eines entsprechenden Kaufinteresses ist bei Vorliegen einer entsprechenden Wirtschaftlichkeit vergleichsweise einfach, da die Akteure sehr rational handeln. Das gilt sowohl für die Prozesswärme als auch für alle anderen industriellen und gewerblichen Einsatzmöglichkeiten für solare Wärme.

¹⁴Vgl. auch den Kapitel zu den Solarwärme-Potentialen in der Prozesswärme

4 | Abbildung 51 | Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Industrielle Prozesswärme bis 100°C in den drei Szenarien BAU, FE und GW



BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

Aus Abbildung 4|51 geht hervor, dass mit größeren Absatzvolumina erst Ende dieses Jahrzehnts gerechnet werden kann. Dies hängt sowohl mit der erforderlichen Vorbereitung für einen Markteintritt zusammen (Identifikation besonders attraktiver Teilsegmente, Analyse geeigneter Prozesse,

Solarwärme-Anlagenentwicklung inkl. geeigneter Speicher etc.), als auch mit der Tatsache, dass erst ab diesem Zeitpunkt die Industrie gezwungen sein wird, aufgrund der sehr hohen Energiekosten Alternativen zur bisherigen Energieerzeugung in größerem Umfang einzusetzen.

4 | Abbildung 52 | Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes industrielle Prozesswärme bis 100°C

Industr. Prozesswärme bis 100°C	Einheit	Ist 2010	Szenario		
			BAU	FE	GW
Durchschnittliche Anlagengröße	m²	0	500	700	700
Anzahl Anlagen 2015 /a			0	0	0
Anzahl Anlagen 2020 /a			60	900	1.800
Anzahl Anlagen 2030 /a			220	4.455	8.910

BAU = Business as Usual, FE = Forcierte Expansion, GW = Globaler Wandel, Quelle: Technomar

4.5.1.1 Segment Industrielle Kälte und Klimatisierung

Bis zum Zeitpunkt der Erstellung des Fahrplans lagen für dieses Segment kaum belastbare Untersuchungen vor. Die Solarwärme-Industrie setzt jedoch zum Teil hohe Erwartungen in die künftige

Entwicklung des Segments. Derzeit sind mit „EVA-SOLK“ und „WuK“ zwei substantielle Studien in Arbeit, die mögliche Potentiale detailliert untersuchen.

4 | Tabelle 13 | Status, Ziele und Handlungsfelder für die Industrielle Kälte und Klimatisierung

Status Quo	Strategische Ziele (FE)	Handlungsfelder
<ul style="list-style-type: none"> • Neues Segment (erst Produkte sind vorhanden, Kundeninteresse und Marktzugang sind noch zu entwickeln) • Durch möglichen Direktvertrieb bzw. Zusammenarbeit mit Anlagenbauern und/oder Montagepartnern bietet dieses Segment die Chance, aus dem dreistufigen Vertrieb auszusteigen und damit den Systempreis für den Endkunden deutlich zu senken 	<p>Die Kälte- und Klimatisierungspotentiale für den Inlandsabsatz sind derzeit schwer abschätzbar. Die Erwartungen an das Export-Potential sind sehr hoch, wahrscheinlich wird das Export-Volumen den Inlandsabsatz weit übertreffen.</p> <p>Die Ergebnisse der derzeit laufenden Studien „Evaluierung der Chancen und Grenzen von solarer Kühlung im Vergleich zu Referenztechnologien“ (EVASOLK) und WuK-Wärme und Kältestrategie: Erarbeitung einer integrierten Wärme- und Kältestrategie für Deutschland sollten abgewartet werden“ (Abschluss Mitte 2012)</p> <p>Es wird erwartet, dass sich für das Szenario „Forcierte Expansion“ aufgrund der Energiepreisentwicklung nur geringe Absatzpotentiale ergeben; im Szenario „Globaler Wandel“ wurden für die Jahre 2020 - 2030 ca. 20.000 m² p.a. veranschlagt.</p>	

Da einige Experten den möglichen Absatz in diesem Segment aufgrund des intensiven Wettbewerbs im Bereich konventionelle Kühlung nur sehr zurückhaltend einschätzen, werden bis zum Vorliegen der Ergebnisse dieser beiden Studien im Rahmen des Fahrplans keine Absatzmengen

prognostiziert. Wegen der in Deutschland gegenüber Südeuropa im Wohnbereich um mehr als drei Viertel reduzierten möglichen Nutzungsdauer ist aber davon auszugehen, dass die möglichen Schwerpunkte ggf. in den industriellen Anwendungen und vor allem im Export liegen.

4.6 Ziele des Fahrplans

Um mit Solarwärme einen wesentlichen Beitrag für den künftig annähernd klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland zu leisten, ist eine rasche und konsequente Erschließung der in den Segmenten beschriebenen Solarwärme-Potentiale notwendig. Hierfür hat die Solarbranche insgesamt 12 Ziele definiert, die bis 2020 bzw. 2030 erreicht werden sollen.

Ziele bis 2030 - Forcierte Expansion

Die Erhöhung des jährlichen Zubaus an Kollektorfläche ist die Voraussetzung für die Leistungsfähigkeit der Solarwärme. Bis 2020 wird der Zubau auf 3,6 Mio. m² p.a. gesteigert, was gegenüber 2011 mehr als eine Verdoppelung bedeutet. Bis 2030 wird die Quote auf 8,1 Mio. m² p.a. erhöht und damit innerhalb von 10 Jahren ein weiteres Mal verdoppelt. Damit ergibt sich eine installierte Kollektorfläche in Deutschland von fast 100 Mio.

m². Die Solarwärme liefert eine installierte solarthermische Leistung von 69 GW bzw. erzeugt Solarwärme-Energie in Höhe von 36 TWh. Damit hat die Solarwärme einen Anteil am Wärmebedarf der Haushalte von fast 8%. Weiter deckt die Solarwärme über 10% des Wärmebedarfs der deutschen Industrie bis 100°C, die aus insgesamt 28.300 mit Solarwärme ausgestatteten Anlagen resultieren.

Die Solarwärme trägt mit einer jährlichen CO₂-Einsparung von 8 Mio. t p.a. maßgeblich zum Erreichen der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung bei.

Um die beschriebenen Ausbauziele zu erreichen, wird der Systempreis für Solarwärme-Anlagen um 43% gesenkt. Trotz der deutlichen Preisreduktion erhöht sich der Branchenumsatz auf drei Mrd. € und wird die Wertschöpfungsquote in Deutschland bei 75% gehalten. Mit innovativer Technologie werden Umsätze von 1,4 Mrd. € im Export erzielt und damit eine international führende Position eingenommen.

In der Abbildung 4|53 sind die quantifizierten Ziele des Fahrplans zusammengefasst.

4 | Abbildung 53 | Ziele des Fahrplans Solarwärme

Ziele	Szenario Forcierte Expansion		Szenario Globaler Wandel	
	2020	2030	2020	2030
Zubau Kollektorfläche in Deutschland p.a. (Mio. m ²)	3,6	8,1	6,2	20,4
Installierte Kollektorfläche in Deutschland (kumuliert, Mio. m ²)	39	99	47	177
Installierte solarthermische Leistung (GW)	27	69	33	124
Solarthermische Energieerzeugung p.a. (TWh)	14	36	17	65
CO ₂ -Einsparung p.a. (Mio. t)	3,2	8,0	3,8	14,3
Anteil Solarwärme am Wärmebedarf der dt. Haushalte (%)	2,7	7,7	3,1	12,8
Anteil Solarwärme am Wärmebedarf (bis 100°C) der dt. Ind. (%)	0,4	10,2	0,7	20,4
Installierte Anlagen für industrielle Prozesswärme ¹ (kumuliert)	1.500	28.300	3.000	56.500
Senkung des Systempreises im Wohnbau pro kWh (%)	14	43	20	50
Inlandsumsatz der Branche (Mrd. €)	2,3	3,1	4,2	6,7
Deutsche Wertschöpfungsquote (%)	75	75	75	75
Export (Mrd. €)	1,1	1,4	1,9	3,0

¹: Angenommene durchschnittliche Anlagengröße: 700m²

4.6.1.1 Zu erwartender volkswirtschaftlicher Nutzen der Solarwärme im Szenario Forcierte Expansion

Für die überschlägige Ermittlung des möglichen volkswirtschaftlichen Nutzens der Solarwärme wurden zwei Methoden kombiniert. Zum einen eine Input-Output-Rechnung, die auf einer „produktspezifischen Abbildung aller produktions- und gütermäßigen Verflechtungen innerhalb einer Volkswirtschaft“ [Statistisches Bundesamt, 2010] basiert. Beispiel: Der Endkunde hat die Solarwär-

me vom SHK-Fachbetrieb installieren lassen. Dieser hat die Anlage beim Fachgroßhandel gekauft, der wiederum vom Hersteller. Der Hersteller hat Komponenten von Lieferanten bezogen, der vom Teilehersteller usw. Auf jeder Ebene wurden Personen beschäftigt, die Einkommenssteuer zahlen, es wurden Betriebsüberschüsse erzielt, die besteuert werden etc.. Die Input-Output-Rechnung analysiert

diese Stufen und den „Multiplikatoreffekt“, der mit der Anschaffung einer Solarwärme-Anlage über alle Prozessstufen ausgelöst wird.

Die Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes bilden die Verflechtungen aller Wertschöpfungsebenen von der Materialgewinnung bis zum Endkunden ab. Um eine branchenspezifische Betrachtung zu ermöglichen, basieren die Berechnungen auf den Ergebnissen aus Studien des Ifo-Instituts [Ifo Institut, 2010] und Daten des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung [IWÖ, 2010], die entsprechende produktspezifische Strukturen errechnet haben.

Des Weiteren wurden die drei wichtigsten Wertschöpfungsebenen analysiert: die Hersteller, der Handel und das Handwerk. Insbesondere die Unternehmensstruktur des Handwerks ist wichtig, da sie den größten Umsatzanteil¹⁵ bei Solarwärme haben. Hier wurden die Daten aus dem Betriebsvergleich SHK der Landes-Gewerbeförderungsstelle NRW [NRW, 2010] zugrunde gelegt, die als bundesweit repräsentativ angesehen werden können.

Die Ergebnisse aus der Input-Output-Analyse mit der Analyse der drei genannten Wertschöpfungsebenen erlauben eine überschlägige Berechnung der staatlichen Einnahmen aus den Solarwärme-Umsätzen.

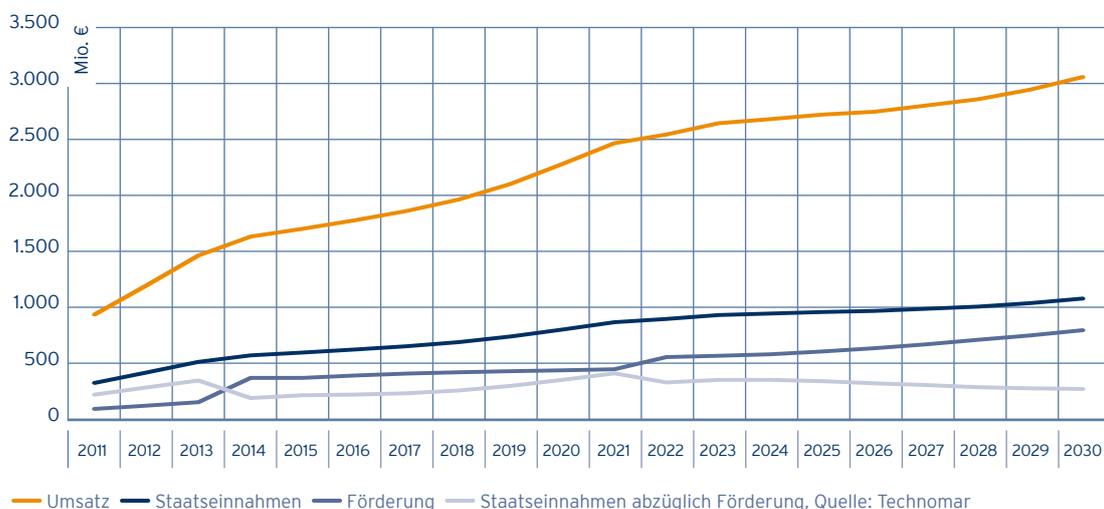
Die Input-Output-Rechnung umfasst die verschiedenen Steuerarten, Abgaben, Zölle etc.. Die Staatseinnahmen setzen sich im Wesentlichen aus der Mehrwertsteuer, der Lohn- und Einkommenssteuer und den sonstigen Steuern wie z.B. Gewerbe- und Körperschaftssteuer, Solidaritätszuschlag auf KöSt. sowie den Beiträgen zu den Sozialversicherungen zusammen. Für die überschlägige Berechnung wurden für Hersteller und Handwerksbetriebe durchschnittliche Steuersätze zu Grunde gelegt.

Die Berechnung basiert auf der Annahme, dass 75% der Wertschöpfung in Deutschland erzielt wird und sich bis 2030 keine wesentlichen Änderungen ergeben. In der Überschlagsrechnung werden nur die unmittelbaren Folgewirkungen ermittelt. Ausgaben für Instandhaltung, Betriebsmittel, Finanzierungskosten etc. sind nicht berücksichtigt.

Die Förderung der Solarwärme bis 2023 wurde nach Experteneinschätzungen mit 240 €/m² bei 5% Degression p.a. für die Modernisierung angesetzt. Im Segment industrielle Prozesswärme sind p.a. 100 Mio. € berücksichtigt.

Die Umsatzentwicklung und die Staatseinnahmen sowie Förderung sind in der Abbildung 4|54 dargestellt.

4 | Abbildung 54 | Entwicklung Umsatz, Förderung und Staatseinnahmen gemäß Szenario „Forcierte Expansion“

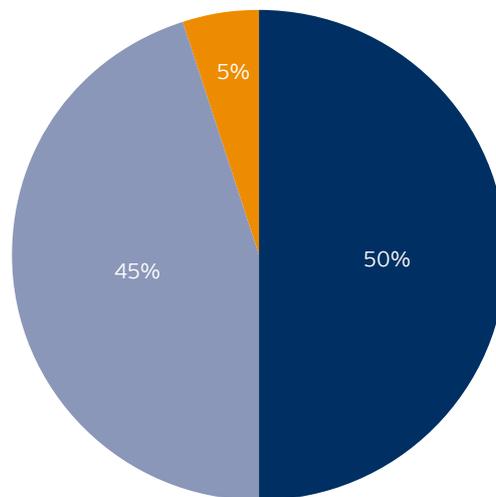


¹⁵siehe Kapitel Kostensenkungspotentiale

Die Solarwärme baut ihre volkswirtschaftliche Bedeutung kontinuierlich aus. Über die Wertschöpfungsstufen steigen die Staatseinnahmen stetig an. Bis 2030 wird durch Solarwärme ein kumulierter Umsatz von über 44 Mrd. € generiert und da-

mit Staatseinnahmen von mehr als 15,7 Mrd. €. Abzüglich der kumulierten Förderung von 9,7 Mrd. € werden Staatseinnahmen in Höhe von sechs Mrd. € generiert.

4 | Abbildung 55 | Verteilung der Steuereinnahmen auf die Haushalte



■ Bund ■ Land ■ Kommune, Quelle: Technomar

Eine Aussage über die Auswirkungen des Solarwärme-Ausbaus auf die Zahl der Beschäftigten ist nur sehr grob möglich. Hier geht man davon aus, dass für die Umsetzung des Szenarios Forcierte Expansion keine Linearität entsteht, d.h. für doppelt so viel installierter Fläche auch die doppelte Anzahl Beschäftigte notwendig wären, sondern

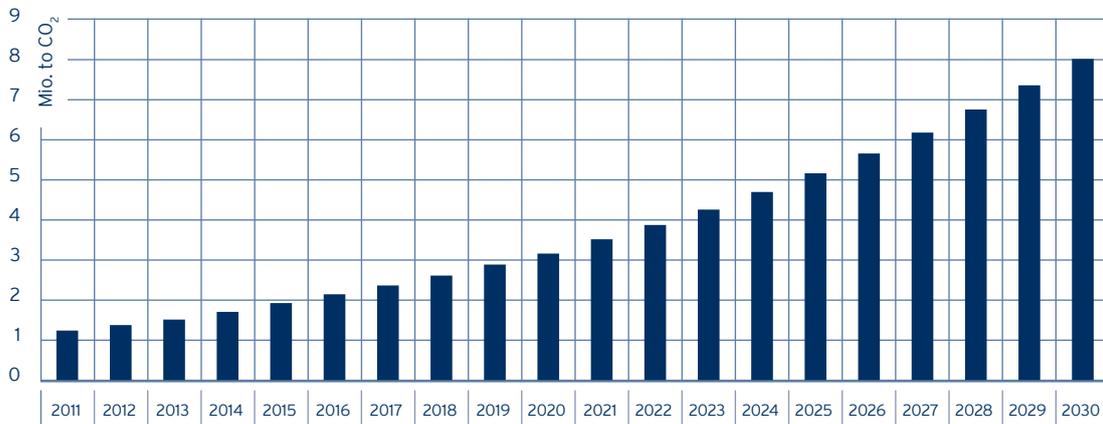
dass vor allem im Handwerk zum Großteil die Verlagerung der Arbeitsschwerpunkte ausschlaggebend sein wird. Trotzdem ist fast mit einer Verdreifachung der Beschäftigtenzahlen bis 2030 zu rechnen (bei gleichzeitig Verdreifachung der installierten Fläche p.a. im Durchschnitt).

4.6.1.2 Ökologischer und energiewirtschaftlicher Nutzen der Solarwärme im Szenario Forcierte Expansion

Die Wirkung der Solarwärme auf die CO₂-Bilanz von Gebäuden wurde in Kapitel 3.2.15 bereits detailliert analysiert. Die Gesamtbetrachtung der eingesparten CO₂-Menge wurde auf Basis der im FE-Szenario berechneten installierten Kollektor-

fläche ermittelt. Maßgeblich für die Berechnung war die Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, siehe UBA 12/2009, Anhang 4. Daraus ergibt sich folgendes Bild:

4 | Abbildung 56 | Eingesparte CO₂-Äquivalente pro Jahr gemäß Szenario „Forcierte Expansion“



Quelle: Technomar

Im Jahr 2015 können durch Solarwärme knapp zwei Mio. t CO₂-Äquivalent vermieden werden. Bedingt durch die fortschreitende Expansion der Solarwärme in den Entwicklungssegmenten und unterstützt durch die öffentliche der Solarwärme steigt diese Zahl bereits im Jahr 2020 auf über drei Mio. t CO₂-Äquivalent an. Im dritten Jahrzehnt führen weiter steigende Energiepreise in Verbindung mit sinkenden Kosten für Solarwär-

me-Anlagen fast zu einer Verdreifung dieses Wertes auf acht Mio. t in 2030.

In TWh gemessen stellt die Solarwärme im Jahr 2020 im Szenario FE ca. 14 TWh zur Verfügung, das einer installierten thermischen Leistung von 27 GW entspricht. Diese thermische Leistung erhöht sich bis zum Jahr 2030 auf 69 GW bzw. 36 TWh.

4 | Abbildung 57 | Entwicklung der Solarwärme-Erträge bis 2030



Kumulierter Solarwärme-Ertrag der installierten Kollektorfläche in den Jahren bis 2030 gemäß Szenarien des Fahrplans Solarwärme und des Bundesumweltministeriums, Leitstudie 2020 mit und ohne Nah- und Fernwärme (o.N.: ohne Nah- und Fernwärme; BMU Basisszenario 2010 A)

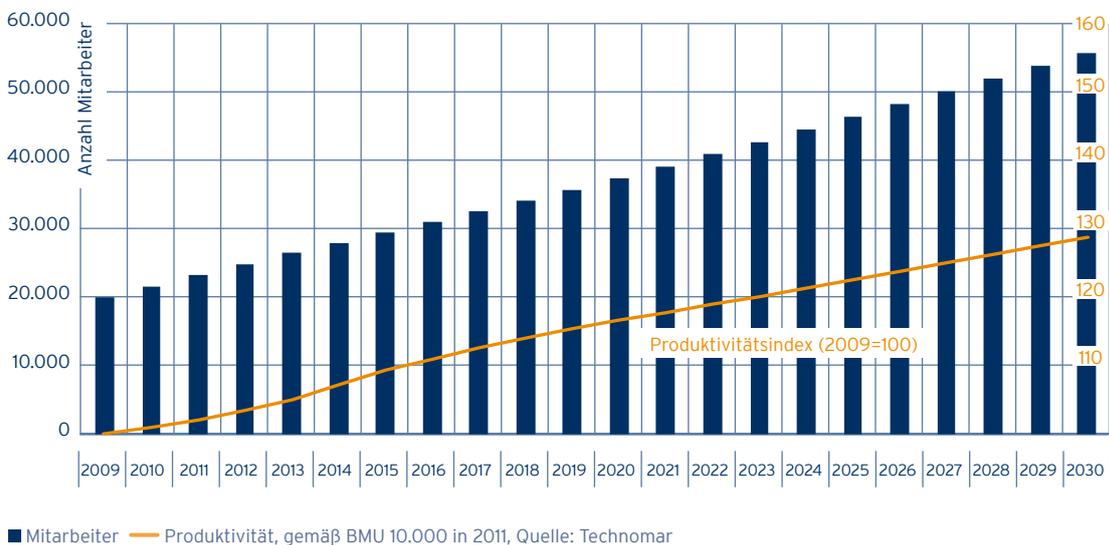
— Forcierte Expansion — Globaler Wandel - - - BMU 2010 - - - BMU 2010 o. Nah- und Fernwärme

¹⁶vgl. Kapitel 4.4

Unter der Voraussetzung, dass die im Szenario FE unterstellte Entwicklung eintritt, kann der Solarwärme-Fahrplan die im Basisszenario A der BMU Leitstudie 2010 für die Solarwärme angestrebten Ziele erreichen. Leichte Abweichungen ergeben sich zum einen dadurch, dass die für die Solarwärme notwendigen Kostensenkungen aufgrund des notwendigen Technologiesprungs erst etwas später realisiert werden können. Zum anderen wird der dem BMU Szenario zugrundeliegende deutliche Ausbau der Nahwärmenetze aufgrund der schwierigen Budgetsituation der öffentlichen Hand im Fahrplan erst deutlich später realisiert als erwartet (erst ab ca. 2030). Die Abbildung 4|57 macht deutlich, dass ohne Berücksichtigung der Nahwärme die BMU-Ziele ab Mitte der 20er Jahre vollumfänglich erreicht werden. Falls jedoch das Szenario „Globaler Wandel“ eintritt, so bestünde für die Solarwärme-Wirtschaft die Chance, die BMU-Ziele deutlich zu übertreffen.

Für die Entwicklung der Beschäftigung in der deutschen Solarwärmebranche bedeutet die Absatzentwicklung im Szenario „Forcierte Expansion“, dass sich die Mitarbeiterzahl bis 2020 etwa auf 40.000 verdoppelt, bis 2030 auf 55.000 fast verdreifachen kann. Hierbei ist ein Produktivitätsfortschritt innerhalb der Laufzeit des Fahrplans von insgesamt 30% unterstellt, der Hersteller und Handwerk berücksichtigt. Die deutliche Steigerung der Produktivität in den Jahren 2013 bis 2015 (vgl. Abbildung 4|58) ist insbesondere auf Fortschritte in der Vereinfachung der Montage zurückzuführen; der konstant bleibende Produktivitätsfortschritt in den 20er Jahren basiert auf nach den Technologiesprüngen in den Bereichen Kollektor und Speicher herstellerseitig immer besserer Beherrschung der dafür notwendigen Produktionstechnologien¹⁶.

4 | Abbildung 58 | Entwicklung der Mitarbeiterzahl und Mitarbeiterproduktivität in der Solarwärme-Branche



5 | Maßnahmen im Rahmen des Fahrplans

Die Solarwärme ist eine wichtige Technologie für den Ausbau der erneuerbaren Energien. Um hier einen signifikanten Beitrag zu leisten, hat sich die Branche sehr ambitionierte Ziele gesetzt. Um die festgelegten Branchenziele zu erreichen, sind Schritte aller Akteure notwendig. Neben den individuellen Aktivitäten der einzelnen Solarwärme-Unternehmen gibt es Maßnahmen, deren Umsetzung auf der Branchenebene am erfolgversprechendsten ist. Verschiedene Handlungsoptionen stehen zur Verfügung, insgesamt 70 Einzelmaßnahmen können identifiziert werden. Die Maßnahmen richten sich an sämtliche strategische Fokusthemen ebenso wie an das politische Umfeld.

Nach verschiedenen Kriterien bewertet und priorisiert lassen sich hieraus die wichtigsten für die Branchenentwicklung isolieren, auch im Hinblick auf den notwendigen Aufwand, der zu erwartenden Wirkung sowie dem richtigen Zeitpunkt. Für die Bewertung der politischen Maßnahmen kommen zusätzlich die Kriterien der Durchsetzbarkeit und Impulswirkung hinzu.

Aus diesen 70 Maßnahmen werden zur Erreichung der in der Studie beschriebenen Branchenentwicklungsziele folgende 20 als die wichtigsten angesehen.

5.1 Maßnahmen zur kurzfristigen Marktstimulation der Segmente Modernisierung und Solarwärme-Nachrüstung

Für die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen zur Marktstimulation ist die kurzfristige Umsetzbarkeit ein entscheidendes Kriterium. Bei der Ausarbeitung der Maßnahmen liefern auch die Befragungsergebnisse im Rahmen der Akteursanalyse [Technomar 2011] bei Hauseigentümern und dem SHK-Handwerk sowie die co2online Befragung von Solarwärmernutzern und -interessenten [co2online, 2011] wichtige Erkenntnisse. Die Maßnahmen richten sich an verschiedene Zielgruppen um die Marktentwicklung zeitnah positiv zu beeinflussen.

Multiplikatoren-Aktivierung in den solarwärme-affinen Leitmilieus („Solarbotschafter“)

Endkunden orientieren sich an Vorbildern. Mit dieser Aktion sollen „Leitkäufer“ dazu motiviert werden, sich öffentlich zu Solarwärme zu bekennen und damit Pull-Effekte in der Zielgruppe EZFH auszulösen. Hierfür identifiziert der BSW-SOLAR prominente Fürsprecher und setzt sie in PR und Werbung ein. Im ersten Schritt ist dazu die Gründung einer Arbeitsgruppe (AG) Kommunikation Solarwärme zur Konzeption der Kampagne geplant. Diese soll die Gesamtkonzeption erstellen und geeignete Prominente identifizieren. Ebenso ist die Beschreibung der anzusprechenden Zielgruppenmilieus notwendig. Beginn im Jahr 2012.

Solarclub

Der Solarclub bietet eine Plattform für zufriedene Solarwärme-Nutzer und richtet sich an EZFH-Eigentümer. Zufriedene Nutzer finden in einer Online-Community zusammen und erhalten Informationen zur Energiepolitik, Produktinnovationen ebenso wie Anreize für die Werbung von neuen Solarwärmekunden. Der Club Gleichgesinnter unternimmt z.B. gemeinsame Reisen und erstellt Petitionen an die Bundesregierung zu relevanten Themen.

Der „Solarclub“ ist als gemeinsame Konzeption zwischen Verbänden und etablierten Anbietern von Energienutzerinformationsportalen denkbar. Auch diese Maßnahme kann 2012 gestartet werden.

Empfehlungsmarketing über zufriedene BAFA-Prämienbezieher und KfW-Kreditempfänger

Die Weiterempfehlung in der Nachbarschaft und im Freundeskreis ist nach den Ergebnissen der Akteursanalyse [Technomar, 2011] eine der wichtigen Entscheidungshilfen.

Durch ein Dankeschreiben des Umweltministers unter dem Motto „Die Energiewende braucht Energiewender“ an Betreiber von Solarwärme-Anlagen und ihre Nachbarn als „Möglichmacher der Energiewende“ mit der Aufforderung, im persönlichen Umfeld für Solarwärme bzw. andere EE-Wärme zu

werben, können Nachbarschaftseffekte ausgelöst werden.

Hierzu ist eine Abstimmung des BSW-SOLAR mit BMU über Personal, Mittel und Inhalt des Schreibens notwendig. Auch diese Maßnahme kann 2012 unmittelbar beginnen.

Zentrale Verbandskampagne zu den Vorteilen der Solarwärme

Vielen Endkunden sind die Vorteile der Solarwärme noch nicht geläufig. Für eine positive Entscheidung bei der Frage der energetischen Modernisierung ist deshalb weitere Aufklärung der EZFH-Eigentümer via Agenda Setting notwendig. Dies kann durch ein PR-Paket mit kreativen Aktionen und stetiger Pressearbeit, z.B. Vorstellung von Leuchtturmprojekten, Katalog von Vorteilsgargumenten, Studie zu Beginn der Heizperiode, Events mit Installationen, Anzeigen-Kampagne, Guerilla-Marketing etc. geschehen. Erste Schritte sind das Briefing einer PR-Agentur und die Bestimmung von Budgets durch BSW-SOLAR und Marketing-Verantwortliche aus den Mitgliedsunternehmen. Zeitliche Perspektive ist 2012.

Portal unabhängige Heizungsberatung

Die Komplexität der Wärmeerzeugertechnologie und die Vielzahl an unterschiedlichen Investitionsmöglichkeiten (Dämmen, neue Fenster, etc.) haben zur Folge, dass von EZFH-Eigentümern Investitionen verschoben werden. Eine Erhöhung der Entscheidungsbereitschaft würde den Investitionsstau auflösen. Dies bedingt eine Möglichkeit, sich objektiv informieren zu können. Eine unabhängige Online-Plattform kann den EZFH-Eigentümer bei der Heizquellen-Auswahl und -Auslegung unterstützen. Durch die Bewerbung dieser Seite ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung möglich. Diese Maßnahme bedarf einer sehr guten Konzeption und ist mittelfristig bis 2014 durch eine Kooperation zwischen Verbänden und etablierten Anbieter von Energienutzerinformationsportalen BSW-SOLAR realisierbar.

Kontinuierliche Aufklärung von verbrauchernahe Organisationen über Fördermöglichkeiten

Verbrauchernahe Organisationen bieten gute Zugänge zu Solarwärme-Endkunden. Hierzu zäh-

len Verbraucherschutzorganisationen, Stadtwerke, Bauämter, Genossenschaften, Haus & Grund, Handwerkskammern, (Bau-) Sparkassen und Volksbanken. Durch gemeinsame Informationsbroschüren und Webangebote der Branche sowie Direktansprache von Multiplikatoren innerhalb der Organisationen oder über ein Newsletter-Angebot mit organisationsspezifischen Inhalten können die Fördermöglichkeiten und die Vorteile der Solarwärme platziert werden. Die Nutzung der Heinze-Datenbank für aktuelle Förderbedingungen bietet eine Basis. Die Maßnahme beginnt mit der Priorisierung der Organisationen, dem Aufbau von Netzwerken und der Festlegung von gemeinsamen Informationsprojekten in Zusammenarbeit von Solarverbänden und BMU. Die Maßnahme kann 2012 starten.

Regionale Anlässe zu Medienereignissen machen (Einweihungen, Jubiläen)

Neben den EZFH-Eigentümern, die im Fokus der bisherigen Maßnahmen standen, sind auch SHK-Handwerksbetriebe eine wichtige Zielgruppe. Nur wenn das Handwerk seine Vertriebsaktivitäten verstärkt, kann die Solarwärme maßgeblich wachsen. Um lokale Solarwärme-Hersteller und Handwerker in die Lage zu versetzen, eigene Erfolge zu vermarkten, bedarf es unterstützender Tools. Durch ein Briefing-Paket für selbständige PR-Arbeit (Checklisten, Do's & Don'ts) können SHK-Betriebe eigenständige Pakete aus der „Woche der Sonne“ auskoppeln und kampagnenunabhängig anbieten. Die Federführung bei dieser Maßnahme liegt bei den Solarverbänden und kann 2012 begonnen werden.

Qualifizierte Beratungsangebote an Planer (MFH), Zusammenarbeit mit den einschlägigen Berufsverbänden

Die stetige Erhöhung der Solarwärme-Qualifikation hinsichtlich der Beratungskompetenz der Akteure wie SHK-Handwerk, Planer, Architekt ist eine Grundvoraussetzung für Marktwachstum der Solarwärme. Zu Beginn der Maßnahmen steht die Identifikation der Entscheidungsstrukturen und Solarwärme-Erfolgskriterien bei den genannten Akteuren. Das Projekt könnte durch die Solarverbände und eine oder mehrere Energieagenturen bereits 2012 entwickelt werden.

Politische Multiplikatoren informieren und für Solarwärme begeistern

Viele Themen beherrschen das politische Geschehen. Umso wichtiger ist es, Verständnis für die Potentiale der Solarwärme als Beitrag zur Energiewende Politikern und deren Beratern auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene zu vermitteln.

Möglichkeiten bieten Informationsveranstaltungen (parl. Abende, Solarfrühstücke etc.) mit Aufklärung über Vorteile der Solarwärme und idealerweise Modellpräsentation (Solarwärme zum Anfassen) und die Vorstellung des „Fahrplan Solarwärme“. Zunächst sind die wichtigsten politischen Entscheidungsträger zu identifizieren und entsprechende Terminpläne zu erstellen.

5.2 Maßnahmen zur Kostensenkung

Die Reduktion der Kosten und damit eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Wärmeerzeugertechnologien ist von höchster Priorität für die Entwicklung der Solarwärme in Deutschland. Verschiedene Kostenreduktionsmaßnahmen können und müssen auf allen Unternehmensebenen angegangen werden. Im Folgenden sind diejenigen Gemeinschafts-Maßnahmen beschrieben, die für die gesamte Branche eine hohe Bedeutung haben und deren Umsetzung für einzelne Unternehmen zu kostenintensiv ist.

Gemeinsame Entwicklung eines thermochemischen Hochleistungsspeichers

Für die Anbieter von mittleren und großen Solaranlagen wäre eine Speichertechnologie mit Leistungsfaktor fünf, d.h. der fünffachen Speicherdichte, besonders interessant. Unternehmen können sich zu Konsortien zusammenschließen und eine gemeinsame Antragstellung zur Forschungsförderung initiieren. Ebenso wäre eine Zusammenlegung von F&E-Budgets und sonstigen Ressourcen für die einzelnen Unternehmen ein großer Effizienzgewinn. In einem ersten Schritt sind Sondierungsgespräche mit potentiell in Frage kommenden Unternehmen und die Erstellung eines Lastenheftes notwendig. Hierfür bietet sich die Deutsche Solarwärme Technologie Plattform (DSTTP) an, die bereits etabliert ist. Die notwendige Entwicklungszeit wird auf ca. fünf Jahre geschätzt.

Gemeinsame Entwicklung eines kostengünstigen Solarwärme-Speichers (Wasser)

Für Anbieter von kleinen und mittleren Solarsystemen kann ein kostengünstiger Solarwärme-

Speicher eine massive Senkung der Kosten durch hohe Produktionsvolumina bedeuten. Die Vorgehensweise ist vergleichbar mit den Maßnahmen des Hochleistungsspeichers, d.h. auch hier ist eine gemeinsame Antragstellung zur Forschungsförderung sinnvoll. Ebenso wäre eine Zusammenlegung von F&E-Budgets und sonstigen Ressourcen für die einzelnen Unternehmen ein großer Effizienzgewinn. In einem ersten Schritt sind Sondierungsgespräche mit potentiellen Teilnehmern und die Erstellung eines Lastenheftes notwendig. Auch hier bietet sich die DSTTP-Plattform an.

Grundlagenforschung zur Entwicklung eines Hochtemperatur-Speichers für die industrielle Prozesswärme

Für Solarwärme-Systemanbieter von Großanlagen ist die kostengünstige Speicherung von Hochtemperatur-Wärme im Bereich zw. 100 und 200°C für die Markterschließung notwendig. Die Vorgehensweise ist vergleichbar mit den Maßnahmen des Hochleistungsspeichers, d.h. auch hier ist eine gemeinsame Antragstellung zur Forschungsförderung sinnvoll. Ebenso wäre eine Zusammenlegung von F&E-Budgets und sonstigen Ressourcen für die einzelnen Unternehmen ein großer Effizienzgewinn. In einem ersten Schritt sind Sondierungsgespräche mit potentiellen Unternehmen und die Erstellung eines Lastenheftes notwendig. Auch hier bietet sich die DSTTP-Plattform an, ein Projektstart ist 2012 möglich.

F&E-Kooperationen für industrielle Prozesswärme zwischen Universitäten, Maschinenbauern, Solarwärme-Herstellern und Anwenderindustrien

Für Investments in der Industrie sind kurze Amortisationszeiten ausschlaggebend. Durch System- und Ertragsoptimierung, Effizienzsteigerung, Systemkostensenkung, und Know-how-Aufbau bei Solarwärme-Herstellern besteht hier noch erhebliches Optimierungspotential. Solarwärme-

Hersteller müssen hierzu Forschungsfelder priorisieren, Netzwerk in der Forschungslandschaft aufbauen und gemeinsame Forschungsprojekte definieren und diese mit dem Anlagenbau sowie der Anwenderindustrie gemeinsam angehen. Im ersten Schritt ist dafür ein Netzwerk notwendig, welches die Solarwärme-Branche und die Anwenderindustrie zusammenführt. Auch hier wäre die DSTTP eine mögliche Plattform, um bis 2015 entsprechende Schritte einzuleiten.

5.3 Maßnahmen zur Einführung Prozesswärme

Wie bereits in dem vorherigen Kapitel ausgeführt, bietet die industrielle Prozesswärme erhebliche Potentiale für die Solarwärme. Gute Chancen für eine breite Markteinführung in dem Segment hat die Solarwärme dann, wenn neben der notwendigen Technik auch eine entsprechende Markt- bzw. Branchenkenntnis vorliegt und die Solarwärme-Akteure als „Insider“ Akzeptanz finden und durch Beratungskompetenz überzeugen können. Dies ist mittelfristig möglich, bedarf aber erheblicher Anstrengungen.

Gründung einer Fachgruppe „Industrielle Prozesswärme“ im BSW-SOLAR

Um Verständnis für die Anforderungen der Zielbranchen zu entwickeln, sind eine detaillierte Evaluation bestehender Solarwärme-Anlagen, Recherchen zur Kostenstruktur sowie der technologischen Anforderungen notwendig. Aus den Ergebnissen kann der Forschungs- und Förderbedarf abgeleitet werden. Um diese Aktivitäten branchenweit zu koordinieren, empfiehlt sich die Gründung einer Fachgruppe „Industrielle Prozesswärme“ im BSW-SOLAR mit allen relevanten Akteuren entlang der betroffenen Wertschöpfungsstufen.

Symposium „Industrielle Prozesswärme“

Die ersten Geschäftskontakte zwischen Solarwärme-Herstellern und Industrie-Entscheidern können auf Symposien aufgebaut werden. Im Rahmen der Symposien können Marktpotential, technische Anforderungen, relevante Branchen und Entscheidungsstrukturen diskutiert und analysiert wer-

den. In einem ersten Schritt ist dazu eine Konzepterstellung notwendig. Die Grundkonzeption der Symposien mit Themenwahl, ggf. Beschreibung von notwendiger Förderung etc., kann der BSW-SOLAR koordinieren. Der Realisierungszeitraum muss noch bestimmt werden.

Leuchtturm-Kommunikation

Anknüpfend an das Thema Symposien bietet sich die Kommunikation von Leuchtturm-Projekten an. Ziel ist es, in den relevanten Branchen bei Industrie-Entscheidern ein Bewusstsein für die Solarwärme-Technologie zu schaffen und Nachahmer zu finden. Technische und wirtschaftliche Erfolgsfaktoren aus bestehenden Projekten müssen herausgearbeitet und in Publikationen verdichtet werden. Erste Schritte sind die Sammlung entsprechender Leuchtturm-Projekte auf europäischer Ebene und der Austausch mit „solar-process-heat.eu“ durch BSW-SOLAR und Austria Solar. Der Zeitrahmen ist noch zu definieren.

Entwicklung Einstiegskonzept bei industriellen Branchenmessen

Der Auftritt der Solarwärme auf den wichtigen Branchenmessen bietet eine gute Gelegenheit, mit den Branchen ins Gespräch zu kommen. Für diese Auftritte sind ein entsprechendes Ausstellungskonzept für einen Gemeinschaftsstand, Seminare- und Vorträge, Adress-Recherchen potentieller Interessenten aus den Industrien sowie kompetenter Aussteller notwendig. Diese Messen bieten gute Gelegenheiten für die Positionierung der Solarwärme bei Industrie-Entscheidern und

die Vermittlung der Vorteile der Solarwärmetechnologie. Im ersten Schritt ist das Interesse der Solarwärme-Branche an der Hannover Messe

2013 durch den BSW-SOLAR auszuloten. Da die Zeit relativ kurz ist, sollte damit kurzfristig begonnen werden.

5.4 Maßnahmen zum Thema Kommunikation

Umweltschutz und Energieeffizienz sind maßgeblich für jeden Bürger. Verschiedene Themen wie Finanzkrise, Atomausstieg, Strombedarf etc. beherrschen gegenwärtig die Medien und verdrängen andere, nicht minder wichtige. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, müssen im Rahmen von Maßnahmen Solarwärme-nahe Themen wie Umweltschutz und Effizienz verstärkt kommuniziert werden.

Kommunikation des Themas Umweltschutz

Vor allem bei EZFH-Besitzern aber auch anderen Zielgruppen bietet die Solarwärme ein starkes Begleitargument zur Ausschöpfung von ökologisch ausgerichteten Marktsegmenten und solchen, die an langfristigem Werterhalt interessiert sind. Gleichzeitig ist das Thema aber volatil und abhängig vom aktuellen Zeitgeist. Entsprechend ist eine sehr gut aufgebaute Kampagne notwendig. In einem ersten Schritt bietet sich die Umsetzung in

einem Kommunikationsbriefing für eine zentrale Verbandskampagne des BSW-SOLAR in 2013 an.

Kommunikation der Themen „Höhere Effizienz der Heizungsanlage“, „Einsparung mit steigendem Wert“, „erhöhte Handlungsfähigkeit“, „Vorsorge / mehr Versorgungssicherheit“

Die genannten Themen tangieren nicht nur EZFH-Eigentümer, sondern sind für sämtliche Zielgruppen maßgeblich. Dadurch kann eine breite Masse angesprochen werden, um die Stärken der Solarwärme darzustellen. Die Solarwärme bietet mehr Handlungsfähigkeit und Möglichkeit der teilweisen Selbstversorgung. Solarwärme steigert Heizkessel-effizienz, vermeidet Verschwendung („Turbolader für die Heizung“) und macht die Heizanlage wirtschaftlicher. In der Maßnahme werden die Themen in einem Kommunikationsbriefing für eine zentrale Verbandskampagne des BSW-SOLAR in 2013 umgesetzt.

5.5 Maßnahmen im politischen Rahmen

Der Vergleich der gegenwärtigen Fördermaßnahmen¹⁸ zeigt, dass für einen massiven Ausbau der Solarwärme eine befristete Intensivierung der Förderung notwendig ist. Eine stabile Förderung ist die Voraussetzung für einen erfolgreichen Ausbau der Solarwärme. Eine idealtypische Förderung erfüllt folgende Kriterien:

- Degressiv gestaltete Fördersätze
- Haushaltunabhängige Finanzierung
- Impulswirkung, Marktanreizfunktion
- Einfache Durchführung
- Technologiedifferenziert, nutzenorientiert
- Technologieeffizienz steigend

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Förderung. Neben Maßnahmen der Incentivierung durch z.B. steuerliche Vergünstigungen, direkte Zuschüsse (wie beispielsweise im gegenwärtigen Marktanreizprogramm) wären auch ordnungsrechtliche Veränderungen denkbar. Verschiedene Fördermodelle lassen sich nach den Kriterien politische Durchsetzbarkeit, Impulswirkung und Kosten priorisieren. Hierzu zählen ein Steuerabschreibungsmodell, alternativ ein im Rahmen dieser Studie entwickeltes Tarifmodell sowie das Wärmeprämienmodell.

¹⁸ siehe Kapitel 3.3.2

Die im Folgenden charakterisierten Maßnahmen haben unterschiedliche Ziele. Steuer- Tarif- und Prämienmodell sollen in erster Linie den Investitionsstau bei der energetischen Modernisierung auflösen, flankiert von weiteren möglichen ordnungsrechtlichen Schritten. Die Industrieförderung ist notwendig, um die Solarwärme in der industriellen Prozesswärme nachhaltig etablieren

zu können. Mit dem „MAP 2.0“ ist ein Instrumentarium dargestellt, das den Solarwärme-Ausbau insbesondere im Mehrfamilienhausbereich forcieren soll. Das Portfoliomodell ist ebenfalls eine Alternative für eine haushaltsunabhängige Förderung, hat gegenüber den vorher genannten aber bestimmte Nachteile.

5.5.1.1 Kurzbeschreibung der wichtigsten Modelle

Steuerabschreibungsmodell

Die Bundesregierung hat einen Gesetzentwurf für ein Steuerabschreibungsmodell im Sommer 2011 vorgelegt: Die Förderung richtet sich nach den Förderprogrammen der KfW-Bank und unterstützt energetische Maßnahmen an Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden. Die Aufwendungen für die Maßnahmen werden über zehn Jahre im Rahmen der jeweiligen Einkunftsart abgeschrieben. Eine Abzugsfähigkeit ist aber nur dann gegeben, wenn sowohl die Anlagentechnik als auch die Gebäudehülle gleichzeitig modernisiert werden, d.h. Einzelmaßnahmen - die den überwiegenden Teil der tatsächlich umgesetzten Modernisierungen ausmachen - werden nicht gefördert. Mit diesem Entwurf ist die „Impulswirkung“ kaum gegeben und es ist weder für die anlagentechnische- noch für die Dämm- bzw. Fensterindustrie hilfreich. Der Entwurf richtet sich allein nach der EnEV, das Thema Öko-Design spielt keine Rolle. Durch die Notwendigkeit eines individuellen Gutachtens für jede Maßnahme sind die Verwaltungskosten (vom nationalen Normenkontrollrat noch nicht quantifiziert) hoch. Ebenfalls enthält der Entwurf keine Degression, d.h. der Bundeshaushalt wäre auf 20 Jahre betroffen. Technomar hat hierzu im Auftrag des Verbändekreises Energieeffizienz eine Alternative entwickelt. Dabei ist die Höhe der für die Heizungsmodernisierung abschreibungsfähigen Investitionssumme abhängig von der Art des Wärmeerzeugers: 50% für effiziente Wärmeerzeuger (A Produkte) oder 65% für Modernisierung inkl. erneuerbare Wärme oder Erneuerbare-Wärme-Einzelnachrüstung (A+). Durch die jährliche Degression der Abschreibungssumme (um 3%-Punkte) beginnend ab dem Startjahr des Programms,

wird die Haushaltswirkung auf 10 Jahre begrenzt. Die maximale Investitionssumme beläuft sich auf 30.000 €. Das Gebäudealter spielt keine Rolle, da es keine Aussagekraft für die Heizungsanlage hat. Das Modell basiert auf der Senkung des zu versteuernden Einkommens und soll nicht mit bereits bestehenden Fördermaßnahmen kumuliert werden können. Die Vorteile des Modells gegenüber dem Gesetzentwurf liegen darin, dass durch die Förderung von Einzelmaßnahmen und der Degression mit einer Impulswirkung zu rechnen ist und das Modell auf lediglich zehn Haushaltsjahre begrenzt ist.

Wärmepremienmodell [BEE, Juli 2010]

Das Wärmepremienmodell funktioniert unabhängig von Bundes- oder Landeshaushalten. Es wird über die Zahlung einer Erneuerbare-Wärme-Prämie pro verkaufter Einheit Öl und Gas von den Importeuren fossiler Energieträger finanziert. Im Gegensatz zum Steuerabschreibungsmodell beträgt die Laufzeit 15 - 20 Jahre. Eine degressive Ausgestaltung z.B. durch Koppelung des Instruments an Öl- oder Gaspreis ist möglich, ebenso eine technologiespezifische Förderung oder eine Pauschale für Kleinanlagen. Für die Abwicklung ist eine eigene Verrechnungsstelle notwendig, welche die durch Solarwärme produzierten kWh erfasst und abrechnet.

Vor- und Nachteile des Wärmepremienmodells und des Steuerabschreibungsmodells

Beide Varianten haben im Vergleich Vor- und Nachteile. Das Wärmepremienmodell ist bei der Beschaffung der Fördermittel verursachungs-

gerecht und haushaltsneutral, d.h. es belastet Verbraucher fossiler Energien. Dies bietet das Abschreibungsmodell nicht, da es den Bundeshaushalt belastet und auf alle Bürger gleich wirkt. Beide Modelle sind auf die singuläre Modernisierung ausgerichtet, das Steuerabschreibungsmodell könnte auch auf Maßnahmen an der Gebäudehülle einfach angewandt werden. Der administrative Aufwand des Steuerabschreibungsmodells ist über die Steuererklärung relativ gering, hingegen muss für das Wärmeprämienmodell eine Verrechnungsstelle erst eingerichtet werden. Beide Instrumente sind voraussichtlich nicht gleichzeitig politisch durchsetzbar und bei den Zielgruppen positionierbar: Im Modell-Wettbewerb würde seitens des Handwerks und der Eigentümer voraussichtlich das Abschreibungsmodell präferiert (höhere Förderung, umfassenderer Geltungsbereich, Methodik der Förderung durch Steuerabschreibung allseits bekannt und akzeptiert). Mittelfristig kann das Wärmeprämienmodell die Abkoppelung von fossilen Energien (Bedeutung im Rahmen des Wertewandels; faktischer Kaufeinfluss derzeit gering) beschleunigen und damit gesamtgesellschaftliche Wirkung entfalten. Hingegen ist das Abschreibungsmodell als weitere Alimientierung fossiler Energien bzw. konzertierte Aktion zur Optimierung der Gesamtenergiebilanz im Wohnungsbestand zu bewerten. Durch Betonung von EE im Wärmeprämienmodell fühlen sich konservative Eigentümer ggf. nicht angesprochen (Bonus für Kesseltausch nur „im Kleingedruckten“) und nahezu die gesamte angestrebte Wirkung basiert auf einem Austausch des Gesamtsystems. Der Entscheidungsprozess des Eigentümers geht immer vom Wärmeerzeuger aus: Entscheidung über Solarwärme ist nachrangig, Haupt-Nutznier sind Wärmepumpe und Pelletheizung. Dem gegenüber ist beim Abschreibungsmodell die Nutzung der Förderung für fossile Wärmeerzeuger nur über Systemkombination mit Solarwärme möglich. Solarwärme hat dadurch einen „Schlüsselcharakter“ und wird zwingend vom Heizungsinstallateur propagiert. Haupt-Nutznier wäre dann der fossile Wärmeerzeuger in Kombination mit Solar.

Tarifmodell

Die Haushaltsunabhängigkeit ist die Stärke des Tarifmodells, welches im Rahmen des Fahrplanprojektes ausgearbeitet wurde. Es wird über fossile Energieträger finanziert. Die Grundstruktur

des Modells ist die Ausrichtung der Förderung an den Gaspreis mit dem Ziel, die (noch) höheren Solarwärme-Energiepreise gegenüber Gas auszugleichen. Mit steigenden Gaspreisen und sinkenden Solarwärme-Energiegestehungskosten wird die Differenz immer geringer und damit auch der Förderbedarf. Die Tarife können je nach solarer Deckungsquote unterschiedlich ausgestaltet werden. Die Laufzeit ist auf 20 Jahre begrenzt und wird durch Anpassung der Förderhöhe an Kostendegression und Gaspreisentwicklung gesteuert. Wenn Erfahrungswerte im Bereich Prozesswärme vorliegen, ist auch die Übertragung auf dieses Segment möglich. Für EZFH bieten pauschalisierte Sätze für zertifizierte Anlagen die Möglichkeit, den technischen und administrativen Aufwand der Messung im Verhältnis zur Förderung gering zu halten. Alternativ wäre auch eine individuelle Messung der Erträge bzw. bei MFH die Messung der Solarwärme-Erträge denkbar. Die Abwicklung könnte über das Finanzamt realisiert werden. Das Modell bietet auch eine Unterstützung für die Finanzierbarkeit von Großanlagen (Bankability).

Marktanreizprogramm „MAP 2.0“ (Mindestlaufzeit fünf Jahre)

Der Hauptkritikpunkt an dem bestehenden Marktanzreizprogramm ist seine Diskontinuität. Entsprechend sollte ein „MAP 2.0“ für mehrere Jahre gelten und damit für alle Akteure eine höhere Planungssicherheit bieten. Der Vorteil des MAP ist die Flexibilität, das Programm kann in vielen Segmenten eingesetzt werden. Aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten führt eine deutliche Steigerung des solaren Deckungsanteils grundsätzlich zu einer Reduktion des auf die Kollektorfläche bezogenen Energieertrags und damit zur Verringerung der Wirtschaftlichkeit. Durch die Förderung besteht die Möglichkeit, Niedrigstenergiehäuser mit Solarwärme weiter zu entwickeln. Für Wohngebäude im Bereich EZFH wäre eine erhöhte Förderung von Häusern mit hohem solarem Deckungsanteil (> 70%) denkbar. Beispielsweise könnten 50% der anlagentechnischen Investitionen als Direkt-Zuschuss statt eines KfW-Kredites gewährt werden.

Eigentümergeinschaften und Wohnungswirtschaft (Mehrfamilienhaus Neubau und Modernisierung) sind oft nicht bereit, Kredite für Heizungsmodernisierung aufzunehmen, da die Vorteile vermeintlich nur den Mietern zu Gute kommen.

Eine Förderung von 50% der anlagentechnischen Investitionen als Direkt-Zuschuss statt eines KfW-Kredites für Häuser mit mehr als 20% solarer Deckung könnte dies verändern. Eine Förderung kommt dem Mieter zu Gute, so dass hier auch ein sozialer Aspekt die Maßnahme rechtfertigt.

Ein MAP Programm wäre auch für industrielle Projekte hilfreich. Pilotprojekte sind für einen Markteinstieg als Multiplikator notwendig, um die für die Wirtschaft interessanten Amortisationszeiten zu erreichen. Die Förderung muss im internationalen Vergleich liegen, wenn Deutschland eine maßgebliche Rolle in der Solarwärme-Technologie einnehmen soll. Pilotprojekte bilden die Basis, um die Wettbewerbsfähigkeit auf hohem Niveau zu halten und auszubauen. Bereits heute sind die

Nachbarmärkte Österreich, Frankreich und Italien für den Export sehr wichtig. Zunehmende Bedeutung gewinnen Märkte, in denen die Rahmenbedingungen für die Solarwärme besonders positiv sind, insbesondere für industrielle Solarwärme-Anwendungen. Um dem steigenden Wettbewerb aus Europa, vor allem Österreich, aber auch aus China in Zukunft gewachsen zu sein, müssen innovative Anwendungen in Deutschland mit Pilotanlagen gefördert werden. Möglich wäre dies durch ein MAP Programm, das Direktzuschüsse für Pilotprojekte in Höhe von 60% der anlagentechnischen Investition statt eines KfW-Kredites gewährt. Schätzungsweise wäre ein Budget von ca. 110 Mio. € p.a. bei fünf Jahren Laufzeit für die verschiedenen Segmente und Anwendungen nötig.

5.5.1.2 Weitere Maßnahmen im politischen Rahmen zu Fördermodellen

Solarwärme-Zertifikat

Auch durch die Einführung von Solarwärme-Zertifikaten wäre eine haushaltsunabhängige Förderung der Solarwärme möglich. Hierzu müsste ein Zertifikats-Modell erarbeitet werden, welches das durch Solarwärme eingesparte CO₂-Äquivalent berücksichtigt. Dem Vorteil der Unabhängigkeit vom Bundeshaushalt steht ein hoher administrativer Aufwand und Unsicherheit hinsichtlich des Werts der Zertifikate gegenüber.

Quotenmodelle

Um die Unabhängigkeit der Förderung vom Bundeshaushalt zu verringern, ließ das BMU weitere Fördermodelle von externen Gutachtern ökologisch und rechtlich prüfen [FhG ISI, Prognos, BBH, TU BS, 2011]. Dabei wurden sogenannte Quotenmodelle untersucht. Die physikalische Quote bedeutet eine „Verpflichtung der Inverkehrbringer, den erschöpflichen Rohstoffen periodisch eine bestimmte per Rechtsvorschrift festgelegte Menge an EE-Heizstoffen beizumengen, mit rein physischer Erfüllungsoption (Beimischung)“. Die Prüfung einer physischen Quote ergab, dass sie nicht rechtskompatibel ist und ökonomische und ökologische Nachteile hätte. Die bilanzielle Quote

bedeutet die „Verpflichtung der Inverkehrbringer, eine quote zu den erschöpflichen Rohstoffen bestimmte Menge EE-Wärme als bilanzielle Erfüllungsoption in den Verkehr zu bringen. Die Erfüllungsoptionen müssen nicht in direkter physischer Verbindung zum gelieferten Energieträger stehen, sondern können als technische Erfüllungsoptionen in verschiedener Form und im gesamten Markt erbracht werden“. Hier gibt es zwei Alternativen: das Portfoliomodell dient einer bilanziellen Verpflichtung der Anbieter, eine bestimmte Quote an EE-Technologien (Biomasse-Heizungsanlagen, Solarwärme-Anlagen, Wärmepumpenanlagen) bezogen auf die Absatzmenge fossiler Energieträger abzusetzen. Das Prämienmodell (Bonusmodell) soll eine Incentivierung der Nachfrageseite auslösen. Errichter und Betreiber von EE-Technologien erhalten eine Prämie für deren Installation. Das Prämienvolumen wird von einer staatlichen Stelle ausgeschüttet und auf die Inverkehrbringer von fossilen Brennstoffen weitergereicht.

Die Idee des **Portfoliomodells** [FhG ISI, Prognos, BBH, TU BS, 2011] ist es, dass die Inverkehrbringer fossiler Brennstoffe für den Wärmemarkt (sämtliche Akteure, die Energiesteuer auf Heizstoffe zahlen müssen) verpflichtet werden, ausgewählte EE-Technologie zu vertreiben. Die Menge dieser ist

von der Menge der abgesetzten Brennstoffmengen abhängig. Die installierten EE-Technologien werden über ein Anlagenregister als sog. „Implements“ nachgewiesen. Das Implement gehört dem Eigentümer/ Betreiber der Anlage, der das Implement sofort oder zu einem späteren Zeitpunkt an beliebige Dritte übertragen kann. Für das Implement ist grundsätzlich kein öffentlich abgesicherter Handel im Sinne einer Börse (Clearingstelle) vorgesehen. Ein bilateraler Handel und eine Übertragung des Implements im Sinne eines OTC (over the counter)-Handels wird jedoch nicht explizit ausgeschlossen. Dadurch könnten „Agenten (Transakteure) die Chance nutzen, Projekte zu implementieren und sich so die Implements zu sichern, ggf. auch weiter zu veräußern. Die Verpflichteten müssen die Kosten zur Erreichung der Vorgaben selbst tragen.

Alternativ zu dem Portfoliomodell wurde das **Prämienmodell** beschrieben und untersucht [FhG ISI, Prognos, BBH, TU BS, 2011]. Das Modell bietet

Anreize für ausgewählte EE-Technologien in Form einer Einmalzahlung, die von der nachgewiesenen Installation der EE-Technologie abhängt. Auch hier ist der Eintrag in ein Register angedacht (Vermeidung von Doppelförderung). Für die Energiesteuerpflichtigen entsteht eine quotale (ihrer steuerpflichtigen Absatzmenge entsprechende) Zahlungsverpflichtung. In der Wirkung beim Endkunden ähnelt das Prämienmodell dem Wärmeprämienmodell des BEE.

Sowohl das Portfolio- als auch das Prämienmodell sind administrativ mit hohem Aufwand verbunden und komplex. Die Akzeptanz bei den belasteten Akteuren ist fraglich. Allerdings ist das Prämienmodell aufgrund seines Klimaschutzgerechten Umlagesystems und seiner Haushaltsunabhängigkeit in der Lage, einen konstanten, attraktiven Marktimpuls zu liefern.

5.5.1.3 Weitere Maßnahmen für den politischen Rahmen zu Ordnungsrecht

Neben den anreizbasierten Maßnahmen bietet auch das Ordnungsrecht Möglichkeiten, den Ausbau der Solarwärme voranzutreiben. Häufig findet erst dann ein Umdenken statt, wenn entsprechende Vorschriften oder Pönalen bestehen. Entsprechend wurden unterschiedliche Möglichkeiten diskutiert und beschrieben, welche Schritte hier erfolgsversprechend wären.

Prüfzwang für Solarwärme im Neubau und Modernisierung

Mit dieser Maßnahme soll sichergestellt werden, dass insbesondere im Neubau die Nutzung von Solarwärme bereits in einem sehr frühen Stadium Berücksichtigung findet. Durch einen Prüfzwang könnte sichergestellt werden, dass sämtliche baulichen Maßnahmen bei der Planung und Ausrichtung von Häusern eine Solarwärme-Nutzung fördern und nicht behindern. Hierfür wäre im ersten Schritt ein Gutachten über die rechtlichen Möglichkeiten zum Prüfzwang sowie die Einbindung in die EnEV zu erstellen. Dies könnte auf Verbandsebene bereits in 2012 initiiert werden.

Solarzwang

In Spanien besteht ein Zwang zur Nutzung von Solarwärme und auch in Deutschland wäre ein solcher Zwang denkbar. Dort, wo die Grundvoraussetzungen (Dachausrichtung, Berücksichtigung der Verschattung etc.) gegeben sind, könnte eine Verpflichtung eingeführt werden, bereits im Bebauungsplan die für den maximalen Solarertrag erforderliche Ausrichtung (Solarwärme und Photovoltaik) zu berücksichtigen. Als Nachteil einer solchen ordnungsrechtlichen Maßnahme kann die mögliche Förderung von Umgehungstatbeständen gesehen werden. Zu berücksichtigen ist ebenfalls, dass damit keine „Technologieoffenheit“ besteht und der Vollzugszwang (Baugesetzgebung z.T. Länderrecht bzw. Gemeinderecht) nur schwer umsetzbar sein dürfte. Hier sind ebenfalls die ordnungsrechtlichen Möglichkeiten zum verpflichtenden Einsatz von Solarwärme (auch im Zusammenhang mit dem BauGB) zu überprüfen, sinnvoller Weise ebenfalls auf Verbandsebene in 2012.

Festlegung neuer Auslösetatbestände für Solarwärme

Dabei geht es im Wesentlichen um die Forcierung des Austausches von ineffizienten Heizungsanlagen. Notwendig wäre die Identifikation und Beschreibung möglicher Auslösetatbestände (Abgaswerte, Verbrauchshöhe bei Brennstoffen, Effizienz, Technologie bspw. Nachtspeicherstromheizungen) und die Prüfung der rechtlichen Umsetzbarkeit entsprechender Maßnahmen.

Mietrecht

Wohneigentum, das viel Energie verbraucht, muss zum Teil teuer vom Vermieter modernisiert werden. Um die Hemmschwelle zu reduzieren, ist eine Änderung des Mietrechts notwendig. Dies trifft zwar für alle Modernisierungsmaßnahmen zu und ist nicht Solarwärme-spezifisch, doch eine Verbesserung der Situation würde auch der Solarwärme

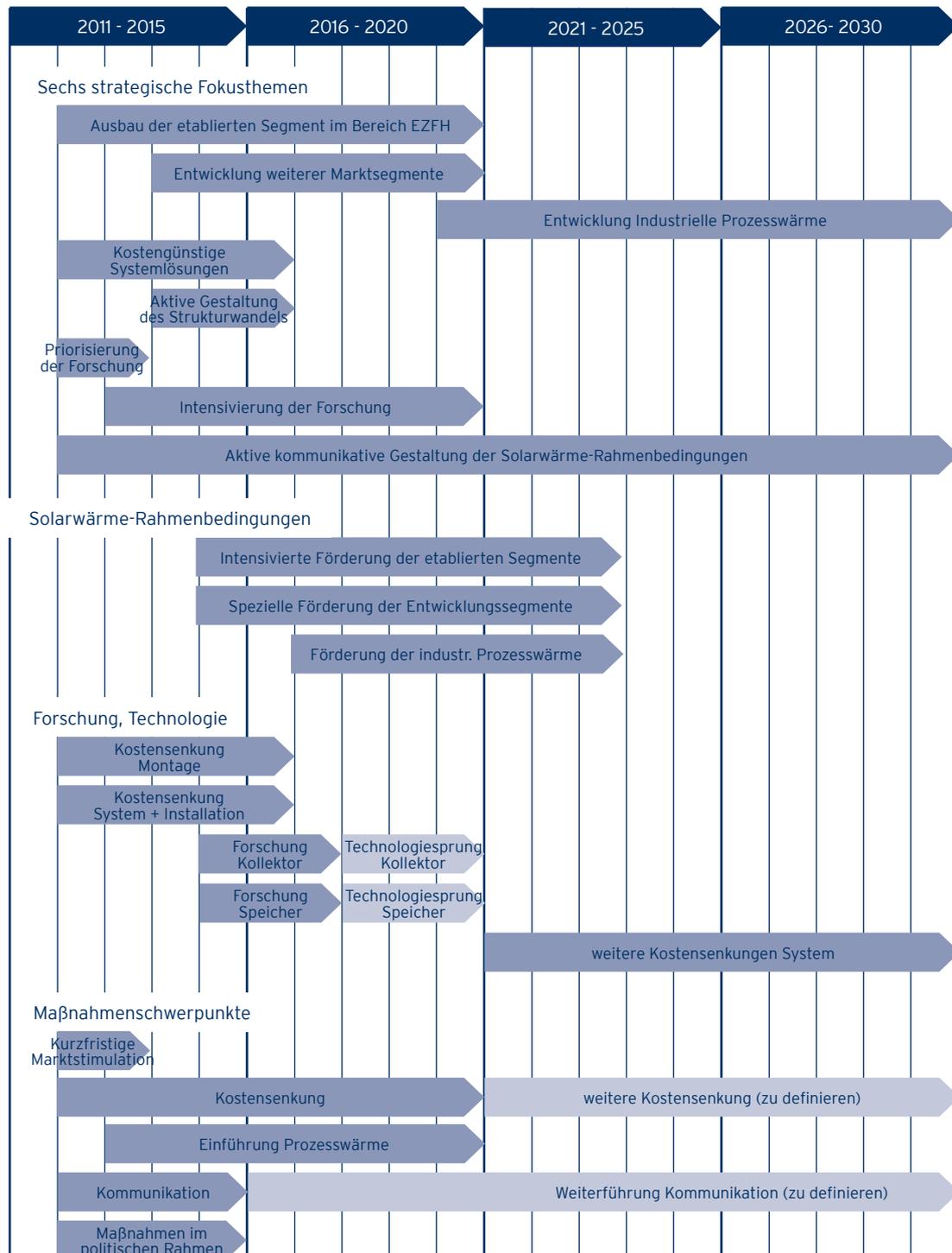
nützen. Der Entwurf für die Veränderungen im Mietrecht kann entscheidende Vorteile bieten. Gegenüber der aktuellen Situation, in der der Vermieter eine Modernisierungsmaßnahme begründen muss, genügt im geplanten Recht bereits die Ankündigung. Auch muss nach neuem Recht der Mieter die Modernisierung dulden, selbst wenn dadurch Mieterhöhungen verbunden sein können. Er kann nicht von vornherein widersprechen, wie es aktuell der Fall ist. Nachteilig am neuen Gesetz ist, dass auch zukünftig nach der Modernisierung die Miete nur bis maximal um elf Prozent erhöht werden kann, doch zukünftig kann der Mieter der Erhöhung widersprechen.

Die im Fahrplan diskutierten Maßnahmenoptionen zeigen, dass im politischen Umfeld eine Vielzahl an Möglichkeiten besteht, die Solarwärme zu fördern. Neben der finanziellen Ausgestaltung von Förderprogrammen geht es auch um eine Kontinuität der Förderlandschaft.

6 | Übersicht über den Solarwärme-Fahrplan

Der vorliegende Fahrplan Solarwärme behandelt eine Fülle von verschiedenen Themen und Aspekten. In Abbildung 6|1 sind die wesentlichen Bestandteile des Fahrplans in einer Übersicht dargestellt.

6 | Abbildung 1 | Handlungsfelder im Fahrplan Solarwärme bis 2030



Alle der dargestellten Themen werden in den einzelnen Kapiteln des Fahrplans bereits ausführlich behandelt. Zu den sechs strategischen Fokusthemen vgl. im Detail Kapitel 4.2. Die Solarwärme-Rahmenbedingungen sind Gegenstand der Kapitel 3.8, Ausbauszenarien und Kapitel 5.5, Maßnahmen

im politischen Rahmen. Forschung und Technologie finden sich wieder in den Kapiteln 4.2.5, strategisches Fokusthema V zur Priorisierung der Forschung und Kapitel 4.4, Wirtschaftlichkeits- und Kostensenkungsziele. Einzelheiten zu den Maßnahmenswerpunkten sind in Kapitel 5 zu finden.

7 | Schlussbemerkung

Nicht weil die Dinge schwer sind, wagen wir sie nicht, sondern weil wir sie nicht wagen sind die Dinge schwer.

(Seneca, epistulae morales 104, 26)

Die Solarwärmebranche in Deutschland steht vor großen Herausforderungen. Die „alte Welt“ hat aufgehört zu existieren, eine stabile „neue Welt“ ist derzeit noch nicht in Sicht. Wenn man so will, ist dieser Fahrplan auch gewissermaßen eine Reise ins Ungewisse.

Braucht es dann noch einen Fahrplan? Auf jeden Fall! Der Fahrplan verdichtet die vielen Mosaiksteinchen, aus denen die gegenwärtige Situation der Solarwärme besteht: marktseitig, wettbewerbsseitig und technologisch. Der Fahrplan beschreibt auch Handlungsalternativen für die Zukunft. Welche Marktsegmente sind attraktiv? Welche Art von Unternehmen wird künftig erfolgreich sein? Was sind die Erfolgsfaktoren dahin? Und: welche Maßnahmen sind mit Priorität zu realisieren, um die Zukunft zu gestalten?

Die „alte Welt“ bestand primär aus öl- und gasbefeueren Wärmeerzeugern, die nicht umweltgerecht waren, immer weiter steigenden Energiepreisen für den Verbraucher und der „guten“, weil ökologisch sinnvollen und geldsparenden Solarwärme. Die Kunden dankte es den Unternehmen der Solarwirtschaft, viele davon Pioniere, mit immer weiter steigenden Umsätzen.

Gegen Ende des letzten Jahrzehnts war es plötzlich damit vorbei. Viele Hersteller von Solaranlagen waren eben noch dabei, ihre Kapazitäten zu erweitern, da waren die Absatzzahlen plötzlich rückläufig. Neue, nachhaltige Wärmeerzeuger kamen auf dem Markt, die Gebäudedämmung spielte eine immer wichtigere Rolle und die klassischen Heizungshersteller präsentierten neue effiziente Systeme. Zudem waren viele Heizungshersteller jetzt auch selbst im Geschäftsfeld Solarwärme tätig. Wie bekommt man nun in dieser veränderten Welt mehr Solarwärme in den Gebäudebestand und den Neubau?

Zuerst gilt es, das etablierte Geschäft in den Marktsegmenten EZFH abzusichern und zu erweitern, indem die Zusammenarbeit mit dem Handwerk weiter intensiviert und verstärkt wird. Durch die Entwicklung kostengünstiger Kollektoren,

durch den Einsatz neuer Materialien – z.B. Kunststoff – und hocheffizienter Speicher sowie einfachere, standardisierte Montagesysteme wird die Attraktivität der Solarwärme für das Handwerk mittelfristig weiter gestärkt.

Dabei wird die Systemeffizienz immer mehr in den Vordergrund treten. Integrierte Systemhersteller mit eigenem Wärmeerzeuger und Speicher werden dabei im Vorteil sein, ebenso Komponentenhersteller, die miteinander intensive Kooperationen eingehen.

Neben den etablierten Marktsegmenten bei EZFH existieren eine Reihe weiterer Segmente, die im Rahmen des Fahrplans erschlossen werden können. Hierzu wurden Erfolgsfaktoren definiert, die für die jeweilige Erschließung notwendig sind. Diese Segmente können jedoch das etablierte Volumengeschäft nur ergänzen, für eine deutliche Ausweitung der Solarwärme in Deutschland werden sie auch mittel- und langfristig alleine nicht ausreichen.

Deshalb wird die Solarwirtschaft im Rahmen des Fahrplans alles daransetzen, mittelfristig die Solarwärme im Bereich der industriellen Prozesswärme zu etablieren. Unter der Voraussetzung, dass es gelingt, entsprechende Systeme mit für die Erfordernisse von Unternehmen ausreichender Wirtschaftlichkeit zu entwickeln, bietet das Segment industrielle Prozesswärme hinsichtlich seines Volumens, seiner Struktur und der Möglichkeit des direkten Projektgeschäftes zwischen Hersteller und Anwender mittel- und langfristig mehr Zukunftschancen als alle anderen Marktsegmente. Dabei ist viel Basisarbeit erforderlich, die ab der zweiten Hälfte des Jahrzehnts bei Verfügbarkeit entsprechender Systeme erste Früchte tragen kann.

Zur Bewältigung der Zukunftsaufgaben müssen sich die Unternehmen der deutschen Solarwirtschaft mehr denn je darauf einstellen, ihre Anstrengungen hinsichtlich Entwicklung und Vertrieb weiter zu intensivieren. Zudem werden die Vermarktung kompletter Systeme sowie das in-

dustrielle Projektgeschäft die bisherige Art und Weise, das Geschäft zu betreiben, deutlich verändern. Es werden dann nicht mehr Produzenten von Komponenten im Vordergrund stehen, sondern auf bestimmte Zielgruppen zugeschnittene Anbieter von Komplettlösungen und das Projektgeschäft.

Die deutsche Solarwirtschaft hat sich mit diesem Fahrplan anspruchsvolle Ziele für die Zukunft gesetzt. Um bei der überwiegenden Zahl der dafür geeigneten Wohngebäude zur Grundausstattung in der Wärmeversorgung zu gehören (vgl. dazu die „Mission Solarwärme“ in diesem Fahrplan)

und damit einen wesentlichen Beitrag für einen künftig annähernd klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland zu leisten, ist bis Anfang der zwanziger Jahre eine öffentliche Förderung unabdingbar. Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Technologien wird die Solarwärme noch immer unzureichend gefördert, das hat der Fahrplan deutlich zu Tage gebracht. Sobald eine Gleichstellung der Förderung herbeigeführt werden kann, ist ein weiterer Siegeszug der Solarwärme möglich -mit einem Ausbauvolumen, das den Zielen der Bundesregierung hinsichtlich einer erneuerbaren Energieversorgung Deutschlands voll Rechnung tragen kann.

8 | Anhang

8.1 Die Maßnahmen des Fahrplans in tabellarischer Übersicht

Maßnahmen zur kurzfristigen Marktstimulation der Segmente Modernisierung und SW-Nachrüstung

8 | Tabelle 1 | Maßnahmen Aktivierung von Leitmilieus

Maßnahmen	Multiplikatoren-Aktivierung in den Solarwärme-affinen Leitmilieus („Solarbotschafter“)	Solarclub
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> „Leitkäufer“ bekennen sich öffentlich und lösen Pull-Effekte in der Zielgruppe aus. Endkunden orientieren sich an Vorbildern 	<ul style="list-style-type: none"> Empfehlungen zufriedener Nutzer auslösen
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> EFH-/ZFH-Endkunden mit Orientierung an Leitmilieus 	<ul style="list-style-type: none"> EFH-/ZFH-Endkunden, später erweiterbar z.B. auf MFH-Endkunden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Der Verband identifiziert prominente Fürsprecher und setzt sie in PR und Werbung ein 	<ul style="list-style-type: none"> Zufriedene Nutzer finden sich in einer Online-Community zusammen Informationen zur Energiepolitik, Produktinnovationen Erhalten Incentives für die Werbung von neuen Solarwärme-Kunden Der Club Gleichgesinnter unternimmt gemeinsame Reisen und erstellt Petitionen an die B.-Regierung
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> Gründung AG Kommunikation Solarwärme zur Konzeption PR-Kampagne, Beschreibung des Zielgruppen-Milieus, Identifizierung der geeigneten Prominenten 	<ul style="list-style-type: none"> Gemeinsame Konzeption des „Solarclubs“ mit co2online
Akteure	BSW-SOLAR, Mitglieder in der neuen AG	BSW-SOLAR, Unterstützer aus der BSW-SOLAR-Mitgliedschaft, co2online
Beginn	2012	2012

Maßnahmen zur kurzfristigen Marktstimulation der Segmente Modernisierung und SW-Nachrüstung (II)

8 | Tabelle 2 | Maßnahmen zur Förderinformation für Verbraucher

Maßnahmen	Kontinuierliche Aufklärung von verbraucher-nahen Organisationen über Fördermöglich-keiten	Empfehlungsmarketing über zufriedene BAFA-Prämienbezieher und KfW-Kreditemp-fänger
Ziel	• Nachfrage durch verbrauchernahe Allian-zen erhöhen	• Nachbarschaftseffekte auslösen, Nachfrage erhöhen
Zielgruppe	• Verbraucherschutzorganisationen, Stadtwerke, Bauämter, Genossenschaften, Haus & Grund, Handwerkskammern, (Bau-) Sparkassen und Volksbanken	• Betreiber von Solarwärme-Anlagen und ihre Nachbarn
Inhalt	• Gemeinsame Informationsbroschüren und Webangebote entwickeln. Direktansprache an Multiplikatoren innerhalb der Organisa-tionen, Newsletter-Angebot mit organisa-tionsspezifischen Inhalten. Nutzung der Heinze-Datenbank für aktuelle Förderbe-dingungen.	• Dankeschreiben des Umweltministers an Möglichmacher der Energiewende mit der Aufforderung, im persönlichen Umfeld für Solarwärme bzw. andere EE-Wärme zu werben. Titel: „Die Energiewende braucht Energiewender“
erste Schritte	• Priorisierung der Organisationen, Netzwerk aufbauen, gemeinsame Informationspro-jekte abstecken	• Abstimmung mit BMU über Personal, Mittel und Inhalt des Schreibens.
Akteure	BSW-SOLAR, BMU	BSW-SOLAR, BMU
Beginn	2012	2013

8 | Tabelle 3 | Maßnahmen zur Einbindung von politischen Multiplikatoren

Maßnahmen	Politische Multiplikatoren informieren und begeistern	Regionale Anlässe zu Medienereignissen machen (Einweihungen, Jubiläen)
Ziel	• Verständnis für die Potentiale der Solar-wärme als Beitrag zur Energiewende	• Lokale Hersteller und Handwerker in die Lage versetzen, eigene Erfolge zu vermark-ten
Zielgruppe	• Politiker und deren Berater auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene	• Handwerk
Inhalt	• Informationsveranstaltungen (parl. Aben-de, Solarfrühstücke etc.) mit Aufklärung über Vorteile der Solarwärme und idea-lerweise Modellpräsentation (Solarwärme zum Anfassen) - Vorstellung des „Fahrplan Solarwärme“	• Briefing-Paket für selbständige PR-Arbeit (Checklisten, Do's & Don'ts).
erste Schritte	• Identifikation der wichtigsten politischen Entscheidungsträger, Terminfahrplan 2012	• Eigenständiges Paket aus „Woche der Son-ne“ auskoppeln und kampagnenunabhängig anbieten
Akteure	BSW-SOLAR, ITW, Leukefeld, MR, co2online, Technomar	BSW-SOLAR
Beginn	2012	2012

Maßnahmen zur Kurzfristigen Marktstimulation der Segmente Modernisierung und SW-Nachrüstung (III)

8 | Tabelle 4 | Maßnahmen zentrale Verbandskampagne

Maßnahmen	Zentrale Verbandskampagne zu den Vorteilen der Solarwärme	Qualifizierte Beratungsangebote an Planer (MFH), Zusammenarbeit mit den einschlägigen Berufsverbänden
Ziel	• Kontinuierliche Aufklärung der Öffentlichkeit via Agenda Setting	• Erhöhung Beratungskompetenz
Zielgruppe	• Endkunden	• Planer, Architekten, Bauträger
Inhalt	• PR-Paket mit kreativen Aktionen und stetiger Pressearbeit, z.B. Vorstellung Leuchtturmprojekte, Katalog Vorteilsargumente, Studie zu Beginn der Heizperiode, Aprilscherz, Events mit Installationen, Anzeigen-Kampagne, Guerilla-Marketing)	• noch offen
erste Schritte	• Briefing PR-Agentur, Bestimmung Budget	• Identifikation der Entscheidungsstrukturen und Solarwärme-Erfolgskriterien bei Planern
Akteure	BSW-SOLAR, Marketing-Verantwortliche aus Unternehmen	BSW-SOLAR, Berliner Energieagentur
Beginn	2012	2012

Maßnahmen zur Kurzfristigen Marktstimulation der Segmente Modernisierung und SW-Nachrüstung (IV)

8 | Tabelle 5 | Maßnahme Portal zur Heizungsberatung

Maßnahme	Portal unabhängige Heizungsberatung
Ziel	• Entscheidungsbereitschaft erhöhen und damit Investitionsstau auflösen
Zielgruppe	• Endkunden
Inhalt	• Objektive Heizquellen-Auswahl und -Auslegung und Bewerbung dieser Seite
erste Schritte	• gemeinsame Konzeption mit co2online
Akteure	BSW-SOLAR, co2online
Beginn	2014

Maßnahmen zur Kostensenkung

8 | Tabelle 6 | Maßnahmen zur Entwicklung eines Hochleistungsspeichers

Maßnahmen	gemeinsame Entwicklung eines thermochemischen Hochleistungsspeichers	Gemeinsame Entwicklung eines kostengünstigen Solarwärme-Speichers (Wasser)
Ziel	• Leistungsfaktor 5, Zeitbedarf ca. 5 Jahre	• Massive Senkung der Kosten durch hohe Produktionsvolumina
Zielgruppe	• Anbieter von mittleren und großen Solar-systemen	• Anbieter von kleinen und mittleren Solar-systemen
Inhalt	• Gemeinsamer Antrag zur Forschungsförderung, Zusammenlegung von F&E-Budgets und sonstigen Ressourcen	• Gemeinsamer Antrag zur Forschungsförderung, Zusammenlegung von F&E-Budgets und sonstigen Ressourcen
erste Schritte	• Interessenprüfung in der Branche, Lastenheft	• Interessenprüfung in der Branche, Lastenheft
Akteure	Solarwärme-Unternehmen, DSTTP-Plattform	Solarwärme-Unternehmen, DSTTP-Plattform
Beginn	2012	2012

Maßnahmen zur Kostensenkung (II)

8 | Tabelle 7 | Maßnahmen zur Entwicklung eines Hochtemperaturspeichers

Maßnahmen	Grundlagenforschung zur Entwicklung eines Hochtemperatur-Speichers für die ind. Prozesswärme	F&E-Kooperationen für ind. Prozesswärme zwischen Universitäten, Maschinenbauern, Solarwärme-Herstellern, Anwenderindustrien
Ziel	• Kostengünstige Speicherung von Hochtemperatur-Wärme im Bereich zw. 100 und 200°C	• Kurze Amortisationszeiten durch System- und Ertragsoptimierung, Effizienzsteigerung, Systemkostensenkung, Know-how-Aufbau bei Solarwärme-Herstellern
Zielgruppe	• Solarwärme-Systemanbieter von Großanlagen	• Solarwärme-Hersteller
Inhalt	• Gemeinsamer Antrag zur Forschungsförderung, Zusammenlegung von F&E-Budgets und sonstigen Ressourcen	• Forschungsfelder priorisieren, Netzwerk in der Forschungslandschaft aufbauen, gemeinsame Forschungsprojekte definieren
erste Schritte	• Interessenprüfung in der Branche, Lastenheft	• Netzwerk aufbauen
Akteure	Solarwärme-Unternehmen, DSTTP-Plattform	BSW-SOLAR, DSTTP
Beginn	2012	2015

Maßnahmen zur Einführung Prozesswärme

8 | Tabelle 8 | Maßnahmen zur Gründung einer Fachgruppe Prozesswärme im BSW-Solar

Maßnahmen	Gründung einer FG industrielle Prozesswärme im BSW-SOLAR	Symposium „industrielle Prozesswärme“
Ziel	• Verständnis für die Anforderungen der Zielbranchen entwickeln	• Hersteller, Industrie-Entscheider
Zielgruppe	• Hersteller	• Industrie-Entscheider
Inhalt	• Evaluation bestehender Solarwärme-Anlagen, Recherche Kostenstruktur, technologische Anforderungen, Evaluation des Förderbedarfs	• Marktpotential, technische Anforderungen, relevante Branchen, Entscheidungsstrukturen
erste Schritte	• Auswahl FG Teilnehmer	• Themen bestimmen, Konzeption ggf. zur Förderung einreichen
Akteure	T.b.d.	BSW-SOLAR
Beginn	T.b.d.	T.b.d.

8 | Tabelle 9 | Maßnahmen zur Durchführung von Leuchtturm Kommunikationsmaßnahmen

Maßnahmen	Leuchtturm-Kommunikation	Entwicklung Einstiegskonzept bei industriellen Branchenmessen
Ziel	• Bewusstsein für Solarwärme-Technologie in relevanten Branchen schaffen, Nachahmer finden	• Bewusstsein für Solarwärme-Technologie in relevanten Branchen schaffen, Geschäftskontakte anbahnen, Marktbedarf ausloten
Zielgruppe	• Industrie-Entscheider	• Industrie-Entscheider
Inhalt	• technische und wirtschaftliche Erfolgsfaktoren aus bestehenden Projekten herausarbeiten und in Publikation verdichten.	• Ausstellungskonzept für Gemeinschaftsstand, Seminar- und Vortragskonzept, Adress-Recherche potentieller Interessenten aus den Industrien, kompetente Aussteller identifizieren
erste Schritte	• Sammlung auf europäischer Basis, Austausch mit „solar-process-heat.eu“	• Interesse der Solarwärme-Branche für Hannover Messe 2013 ausloten
Akteure	• BSW-SOLAR, Austria Solar	• BSW-SOLAR, Unternehmen
Beginn	T.b.d.	2012

Maßnahmen zum Thema Kommunikation

8 | Tabelle 10 | Maßnahmen zur Kommunikation des Umweltschutzthemas

Maßnahmen	Kommunikation des Themas Umweltschutz	Kommunikation der Themen Höhere Effizienz der Heizungsanlage Einsparung mit steigendem Wert erhöhte Handlungsfähigkeit Vorsorge / mehr Versorgungssicherheit
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> Rest-Ausschöpfung von ökologisch ausgerichteten Marktsegmenten und solchen, die an langfristigem Werterhalt interessiert sind 	<ul style="list-style-type: none"> Mit gemeinsamer, wahrhaftiger und relevanter Themenklammer möglichst breite Masse ansprechen
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> vorwiegend EFH-/ZFH-Besitzer, schließt aber andere nicht aus 	<ul style="list-style-type: none"> alle
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> starkes Begleitargument, aber volatil und abhängig vom aktuellen Zeitgeist 	<ul style="list-style-type: none"> Solarwärme bietet mehr Handlungsfähigkeit und Möglichkeit der teilweisen Selbstversorgung, Solarwärme steigert Heizkessel-effizienz, vermeidet Verschwendung, „Turbolader für die Heizung“, macht Heizanlage wirtschaftlicher
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> Umsetzung in Kommunikationsbriefing für zentrale Verbandskampagne 	<ul style="list-style-type: none"> Umsetzung in Kommunikationsbriefing für zentrale Verbandskampagne
Akteure	BSW-SOLAR	BSW-SOLAR
Beginn	2012	2012

Maßnahmen im Politischen Rahmen

Kurzbeschreibung der wichtigsten Modelle

Steuerabschreibungsmodell [Technomar, 2011]

- Höhe der für die Heizungsmodernisierung abschreibungsfähigen Investitionssumme abhängig vom Wärmeerzeuger
- 50% für effiziente Wärmeerzeuger (A Produkte) oder
- 65% für Modernisierung inkl. EE-Wärme oder EE-Wärme Einzelnachrüstung (A+)
- Jährliche Degression der Abschreibungssumme (um 3%-Punkte) beginnend ab Startjahr des Programms (Haushaltswirkung auf 10 Jahre begrenzt)
- Beschränkung der Investitionssumme auf max. 30.000 €
- Gebäudealter spielt keine Rolle, da keine Aussagefähigkeit für Heizungsanlage
- Art des Steuerabzuges: Senkung des zu versteuernden Einkommens
- Modelllaufzeit: 10 Jahre
- Kumulationsverbot mit bereits bestehenden Fördermaßnahmen

Tarifmodell

- Haushaltsunabhängig, Finanzierung über fossile Energieträger
- Bezugsbasis Gaspreis
- Tarife können je nach solarer Deckungsquote unterschiedlich ausgestaltet werden
- Laufzeit 20 Jahre
- Anpassung der Förderhöhe an Kostendegression und Gaspreisentwicklung
- Bei Vorliegen von Erfahrungswerten im Bereich Prozesswärme ist die Übertragung möglich
- Für EFH pauschalierte Sätze für zertifizierte Anlagen, da sonst technischer Aufwand der Messung im Verhältnis zur Förderung zu hoch
 - Alternativ: Messung der Erträge
- MFH Messung der SW-Erträge
- Abwicklung über Finanzamt
- Unterstützt Finanzierbarkeit von Großanlagen (Bankability)

Wärmeprämienmodell [BEE, Juli 2010]

- Haushaltsunabhängig
 - Finanzierung über Importeure fossiler Energieträger
 - durch Zahlung einer Erneuerbare-Wärme-Prämie pro verkaufter Einheit Öl und Gas

- Technologiespezifische Förderung
 - Pauschale bei Kleinanlagen
 - Erfassung und Abrechnung der produzierten kWh
- Mehrjährige Laufzeit, Gesamtlaufzeit z.B. 15 - 20 Jahre
- Degressive Ausgestaltung z.B. durch Kopplung des Instruments an Öl- oder Gaspreis
- Abwicklung über Verrechnungsstelle

Marktanreizprogramm „MAP 2.0“ (Mindestlaufzeit 5 Jahre)

Für Wohngebäude

- EFH/ZFH:
 - Erhöhte Förderung von Häusern mit hohem solarem Deckungsanteil (> 70%) mit 50% des anlagentechnischen Invests als Direkt-Zuschuss statt KfW-Kredit

Aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten führt eine deutliche Steigerung des solaren Deckungsanteils grundsätzlich zu einer Reduktion des auf die Kollektorfläche bezogenen Energieertrags und damit zur Verringerung der Wirtschaftlichkeit. Durch die Förderung besteht die Möglichkeit, Niedrigstenergiehäuser mit SW weiter zu entwickeln.

- **Mehrfamilienhaus** Neubau und Modernisierung:
 - 50% des anlagentechnischen Investments als Direkt-Zuschuss statt KfW-Kredit für Häuser mit mehr als 20% solarer Deckung.

Eigentümergeinschaften und Wohnungswirtschaft sind nicht bereit, Kredite für Heizungsmodernisierung aufzunehmen. Förderung kommt dem Mieter zugute, so dass hier auch ein sozialer Aspekt die Maßnahme rechtfertigt

Für industrielle Projekte

- Direktzuschüsse für Pilotprojekte: 60% des anlagentechnischen Investments als Direkt-Zuschuss statt KfW-Kredit.
- Budget: ca. 110 Mio. € p.a. ; 5 Jahre (Verschiedene Segmente und Anwendungen)

Weitere Maßnahmen für den politischen Rahmen

8 | Tabelle 11 | Maßnahmen zur Einführung von Qualitätszertifikaten

Maßnahmen	Einführung Solarwärme-Zertifikate	EnEV „Solarwärme-Prüfzwang“ für Neubau
Ziel	• Haushaltsunabhängige Förderung	• Forcierung des Einsatzes von Solarwärme in der Modernisierung
Zielgruppe	• Politische Entscheider	• Politische Entscheider
Inhalt	• Solarwärme-Zertifikate: Zertifikate für das durch Solarwärme eingesparte CO ₂ -Äquivalent	• Berücksichtigung der Solarwärme bereits bei der Planung und Ausrichtung von Häusern
erste Schritte	• Entwurf eines Modells für Solarwärme-Zertifikate	• Prüfung der rechtlichen Möglichkeiten zum Prüfzwang von Solarwärme, Vorschlag zur Einbindung in die EnEV
Akteure	BSW-SOLAR	BSW-SOLAR
Beginn	2012	2012

8 | Tabelle 12 | Maßnahmen Solarverpflichtung

Maßnahmen	Ordnungsrecht: „Solarzwang“ vgl. Spanien	Ordnungsrecht: „Neue Auslösetatbestände“, z.B. Wirkungsgrad der Anlage
Ziel	• Forcierung des Einsatzes von Solarwärme in der Modernisierung und im Neubau	• Forcierung des Austausches von ineffizienten Heizungsanlagen
Zielgruppe	• Politische Entscheider	• Politische Entscheider
Inhalt	• Ordnungsrechtliche Verpflichtung zur Nutzung der Solarwärme	• Identifikation und Beschreibung möglicher Auslösetatbestände
erste Schritte	• Prüfung der ordnungsrechtlichen Möglichkeiten zum verpflichtenden Einsatz von Solarwärme	• Rechtliche Prüfung
Akteure	BSW-SOLAR	BSW-SOLAR
Beginn	2012	2012

8 | Tabelle 13 | Maßnahmen EnEV und EE-WärmeG

Maßnahmen	Berücksichtigung EnEV und EE-WärmeG	Mietrecht
Ziel	• Gleichstellung Solarwärme und Wärmepumpe bei den Systemgrenzen (Speicher/Netz)	• Forcierung des Austausches von ineffizienten Heizungsanlagen
Zielgruppe	• Politische Entscheider	• Politische Entscheider
Inhalt	• Abrechnungsmodus nach Norm, um ungewollte Wechselwirkung EnEV und EE-WärmeG zu vermeiden	• Interpretation der Änderung im Mietrecht für die Nutzung von Erneuerbaren Energien
erste Schritte	• Erstellung eines Gutachtens mit den notwendigen Veränderungen im EE-WärmeG	• Prüfung der Möglichkeiten zur Umlage von Solarwärme-Investitionen
Akteure	T.b.d.	T.b.d.
Beginn	2012	2012

8 | Tabelle 14 | Maßnahmen Vorrangspeisung Solarwärme

Maßnahmen	Einspeisevorrang für Solarwärme	BauGB
Ziel	• Förderung der Solarwärme im Bereich Nah- und Fernwärme	• Förderung der Erneuerbare Energien im Bereich Neubau
Zielgruppe	• Politische Entscheider	• Politische Entscheider
Inhalt	• Modellbeschreibung für die verstärkte Nutzung von Solarwärme für Fernwärme	• Beschreibung des Nutzens, den Bebauungsplan prinzipiell auf maximalen Solarertrag ausrichten (Solarwärme und Photovoltaik)
erste Schritte	• Gespräch mit FW-Anbietern, Erarbeitung von Contracting-Rahmenverträgen	• Prüfung der rechtlichen Möglichkeiten, Solarwärme bzw. Photovoltaik im BauGB zu verankern.
Akteure	T.b.d.	T.b.d.
Beginn	2012	2012

8 | Tabelle 15 | Maßnahmen Zertifikate

Art/Prinzip	Stärken/Vorteile	Schwächen/Nachteile
Solarwärme-Zertifikate	<ul style="list-style-type: none"> • Unabhängig von Haushalt und politischer Lage 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher administrativer Aufwand
EnEV „Solarwärme-Prüfzwang“	<ul style="list-style-type: none"> • Solarwärme immer als Option, leicht umsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkung ungewiss
Ordnungsrecht: „Solarzwang“ (vgl. Spanien)	<ul style="list-style-type: none"> • Klare Regelung, alle betroffen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fördert Umgehungstatbestände • Nicht „Technologieoffen“
Ordnungsrecht	<ul style="list-style-type: none"> • Effizienz der Technik mehr im Vordergrund 	<ul style="list-style-type: none"> • Vollzugszwang schwer umsetzbar
Normung	<ul style="list-style-type: none"> • Verbessert Chancengleichheit PV und Solarwärme 	
Mietrecht	<ul style="list-style-type: none"> • Erleichtert Investitionen in energetische Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Mögliche Härtefälle • Wirtschaftlich nicht immer umsetzbar
KWKG	<ul style="list-style-type: none"> • Förderlich Kombination Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme 	<ul style="list-style-type: none"> • Widerspricht stromorientierten Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung
BauGB	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Solarenergie von Beginn an in die Planung eingebunden 	<ul style="list-style-type: none"> • Baugesetzgebung z.T. Länderrecht bzw. Gemeinderecht, bundesweit schwer umsetzbar
Quotenmodell		<ul style="list-style-type: none"> • Verstärkt Wettbewerb zu Kraft-Wärme-Kopplung und Biomasse
Bonusförderung	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Verbesserung der Effizienz des Hauses 	
Öffentliche Kampagnen für Solarwärme	<ul style="list-style-type: none"> • Große Breitenwirkung 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht segmentspezifisch
Öffentliche Förderung von F&E im Rahmen der in dem Fahrplan festgelegten Themen	<ul style="list-style-type: none"> • Schnellere Realisierung der Ergebnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht direkt wirksam
Regionalisierung von Förderprogrammen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgleich von benachteiligten Regionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenintensiv

8.2 Verzeichnis der Abbildungen

1	Abbildung 1	Kernziele des Fahrplans Solarwärme für 2020 und 2030.....	11
1	Abbildung 2	Entwicklung der Solarwärme-Erträge bis 2030.....	12
2	Abbildung 1	Projektstruktur des Fahrplans Solarwärme	15
2	Abbildung 2	Ergebnisse in den Projektphasen des Fahrplans Solarwärme	15
2	Abbildung 3	Projektorganisation des Fahrplans Solarwärme	17
3	Abbildung 1	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme (private Haushalte).....	22
3	Abbildung 2	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme bezogen auf das Basisjahr (private Haushalte)	23
3	Abbildung 3	Entwicklung des spezifischen Raumwärmebedarfs (private Haushalte).....	23
3	Abbildung 4	Entwicklung des spezifischen Raumwärmebedarfs bezogen auf das Basisjahr (private Haushalte)	24
3	Abbildung 5	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Trinkwassererwärmung (private Haushalte).....	25
3	Abbildung 6	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Trinkwassererwärmung bezogen auf das Basisjahr (private Haushalte)	25
3	Abbildung 7	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)	26
3	Abbildung 8	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme bezogen auf das Basisjahr (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen).....	27
3	Abbildung 9	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Prozesswärme (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)	28
3	Abbildung 10	Entwicklung des Endenergiebedarfs für Prozesswärme bezogen auf das Basisjahr (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen).....	28
3	Abbildung 11	Entwicklung des Endenergiebedarfs für industrielle Prozesswärme, $T < 250^{\circ}\text{C}$	29
3	Abbildung 12	Entwicklung des Endenergiebedarfs für industrielle Prozesswärme bezogen auf das Basisjahr, $T < 250^{\circ}\text{C}$	30
3	Abbildung 13	Entwicklung des Strombedarfs für Gebäudekühlung (private Haushalte)	31
3	Abbildung 14	Entwicklung des Strombedarfs für Gebäudekühlung (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen)	31
3	Abbildung 15	Entwicklung des Strombedarfs für Gebäudekühlung bezogen auf das Basisjahr (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen).....	32
3	Abbildung 16	Absatzentwicklung der Wärmeerzeuger in Deutschland	34
3	Abbildung 17	Entwicklungstendenz verschiedener Wärmeerzeugertechnologien bis 2020	38
3	Abbildung 18	Entwicklung der Wärmeerzeugeranteile in der Heizungsmodernisierung	38
3	Abbildung 19	Entwicklung der Wärmeerzeugeranteile im Neubau.....	39
3	Abbildung 20	Bisherige Entwicklung und Prognose für die spezifischen Kosten einer solarthermischen Kompaktanlage	41
3	Abbildung 21	Bisherige Entwicklung der spezifischen Kosten der Solarwärme mit und ohne Speicher im Vergleich zur Photovoltaik	41
3	Abbildung 22	Bisherige Entwicklung der relativen Kosten der Solarwärme im Vergleich zur Photovoltaik ...	42
3	Abbildung 23	Entwicklung der Katalogpreise einiger typischer, auf dem deutschen Markt angebotener Anlagen und Komponenten.....	43
3	Abbildung 24	Aufteilung der spezifischen Systemkosten einer Solarwärme-Anlage	43
3	Abbildung 25	Massenverteilung der Werkstoffe eines handelsüblichen Flachkollektors	44
3	Abbildung 26	Typische Verteilung der Herstellungskosten eines Flachkollektors	44
3	Abbildung 27	Entwicklung des Kupferpreises 2002 bis 2012	45
3	Abbildung 28	Entwicklung des Aluminiumpreises 2002 bis 2012	45
3	Abbildung 29	Entwicklung der thermischen Leistungsfähigkeit von Solarkollektoren	46
3	Abbildung 30	Kunststoffe mit Einsatztemperaturen und Preisvergleich zu Aluminium und Kupfer	48

3 Abbildung 31 Abschätzung der Herstellungskosten für einen Kunststoffkollektor aus Polyamid (PA) bzw. überwiegend aus Polypropylen (PP)	48
3 Abbildung 32 Europäische Normen für thermische Solaranlagen	53
3 Abbildung 33 Nutzfläche sowie spezifischer und absoluter Heizwärme- und Warmwasserbedarf der betrachteten Gebäudetypen	57
3 Abbildung 34 Anlagenvarianten und solare Deckungsanteile zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit	59
3 Abbildung 35 Annahme zur Energiepreissteigerung	60
3 Abbildung 36 Spezifische Wärmegegostehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Einfamilienhaus Typ E (Altbau)	61
3 Abbildung 37 Spezifische Wärmegegostehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Einfamilienhaus Typ J (Neubau)	62
3 Abbildung 38 Spezifische Wärmegegostehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Mehrfamilienhaus Typ E (Altbau)	63
3 Abbildung 39 Spezifische Wärmegegostehungskosten sowie Primärenergiebedarf für das Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)	64
3 Abbildung 40 Annahme für verwendete Dämmstoffe und Bauteilkosten zum Wirtschaftlichkeitsvergleich	66
3 Abbildung 41 Kostenvergleich Dämmung/Solarwärme beim Einfamilienhaus Typ J (Neubau)	67
3 Abbildung 42 Kostenvergleich Dämmung/Solarwärme beim Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)	68
3 Abbildung 43 Kosten der eingesparten kWh Primärenergie für verschiedene Wohnflächenpreise beim Ein- und Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)	69
3 Abbildung 44 Solare Wärmekosten und finanzielle Amortisationszeit für eine Senkung der Investitionskosten um 43% bis 2030 (bezogen auf Preis-Niveau MAP 2009) und bei 3 verschiedenen Gaspreis-Steigerungsraten für 4 Gebäudetypen	70
3 Abbildung 45 Solare Wärmekosten und finanzielle Amortisationszeit bei Betrachtung des reinen Solarkreises	72
3 Abbildung 46 Solare Wärmekosten (ohne MwSt.) von solarer Nahwärme ohne Wärmespeicherung	74
3 Abbildung 47 Solare Stromkosten einer Photovoltaik-Anlage ohne und mit Energiespeicherung	76
3 Abbildung 48 Solare Wärmekosten und finanzielle Amortisationszeit für solare Prozesswärme, berechnet für jährliche Energiepreissteigerungsraten von 5%, 8% und 11% und eine Senkung der Investitionskosten um 63% im Jahre 2030	78
3 Abbildung 49 Emissionen verschiedener Wärmeerzeuger in CO ₂ -Äquivalenten laut (UBA 2009-Anh4)	79
3 Abbildung 50 Spezifische CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Minderungskosten (MK) mit und ohne Förderung für das Einfamilienhaus Typ E (Altbau)	80
3 Abbildung 51 Spezifische CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Minderungskosten (MK) mit und ohne Förderung für das Einfamilienhaus Typ J (Neubau)	81
3 Abbildung 52 Spezifische CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Minderungskosten mit und ohne Förderung für das Mehrfamilienhaus Typ E (Altbau)	81
3 Abbildung 53 Spezifische CO ₂ -Emissionen und CO ₂ -Minderungskosten mit und ohne Förderung für Mehrfamilienhaus Typ J (Neubau)	82
3 Abbildung 54 Durch die eingesetzten Solaranlagen substituierte fossile Energieträger und vermiedene Energieimporte	83
3 Abbildung 55 Temperaturbereinigter Endenergieverbrauch für Raumwärme (private Haushalte)	86
3 Abbildung 56 Entwicklung der geförderten Kollektorflächen im Vergleich zur Basisförderung	87
3 Abbildung 57 Anteil der Erfüllungsarten gemäß EEWärmeG im Bestand, Baden-Württemberg	88
3 Abbildung 58 Berechnungsparameter zur Förderung von Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme	90
3 Abbildung 59 Vergleich der Förderung von Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme	91
3 Abbildung 60 Vergleich der Förderung von Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung und Solarwärme	91
3 Abbildung 61 Vergleich Förderbedingungen ausgewählter Länder	92
3 Abbildung 62 Ziele und mögliche Entwicklungen bei den Akteuren	93
3 Abbildung 63 Größe und Tätigkeitsschwerpunkte von SHK-Handwerksunternehmen	95
3 Abbildung 64 Meinung zur Solarwärme	96

3 Abbildung 65 Wirtschaftliche Bedeutung solarthermischer Anlagen für das SHK-Handwerk	96
3 Abbildung 66 Größe der von den Handwerksunternehmen verbauten Kollektorfläche pro Jahr	97
3 Abbildung 67 Vom SHK-Handwerk verbaute Heiztechnologien in Prozent	97
3 Abbildung 68 Vom SHK-Handwerk verbaute Solarwärmeanlagen bezogen auf Installationsanlass	98
3 Abbildung 69 Erwartungen des Handwerks an die Solarwärme bis 2014.....	99
3 Abbildung 70 Bisherige Gründe des Handwerks für und gegen die Solarwärme	99
3 Abbildung 71 Erwartungen des Handwerks an die Solarwärme bis 2020	100
3 Abbildung 72 Entwicklung der Anzahl SHK-Betriebe	100
3 Abbildung 73 Solarwärme als Bestandteil des Heizungsanlagenangebots.....	101
3 Abbildung 74 DSTTP-Perspektive der Solarwärme-Marktdurchdringung in Deutschland und Europa	102
3 Abbildung 75 Vergleich technisches und wirtschaftliches Potential der Solarwärme bis 2030 in Deutschland	103
3 Abbildung 76 Dachflächeneignung für Solarenergie - Studienvergleich.....	103
3 Abbildung 77 Klassifizierung der Dachflächen für Solarenergie	104
3 Abbildung 78 Solarwärme-Potential gemäß geeigneter Dachfläche in Deutschland	104
3 Abbildung 79 Abhängigkeit des Dachflächenpotentials von Kollektorfläche	105
3 Abbildung 80 Ausschöpfung des solaren Dachflächenpotentials auf Ein- und Zweifamilienhäusern bis 2030	106
3 Abbildung 81 Struktur der Nicht-Wohngebäude in Deutschland.....	107
3 Abbildung 82 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der BMU-Leitstudie, Basisszenario 2010 A.....	108
3 Abbildung 83 Endenergieeinsatz für Prozesswärme nach Temperaturniveau.....	108
3 Abbildung 84 Erforderliche Temperaturniveaus für Prozesse ausgewählter Industriezweige	109
3 Abbildung 85 Import-und Exportentwicklung der Solarwärme in Deutschland.....	110
3 Abbildung 86 Solarwärme-Interessenten an allen Nutzern des co2online-Modernisierungsratgebers	112
3 Abbildung 87 Informationsquelle von Solarwärme-Nutzern bei Kaufentscheidung.....	112
3 Abbildung 88 Gründe für die Nutzung von Solarwärme	113
3 Abbildung 89 Gründe für die Nutzung von Solarwärme nach Baujahr der Anlage.....	113
3 Abbildung 90 Einkommen von Nutzern und Ablehner der Solarwärme.....	114
3 Abbildung 91 Gründe der Solarwärme-Ablehner für ihre Entscheidung	114
3 Abbildung 92 Themen, die die Deutschen beschäftigen	117
3 Abbildung 93 Klima-Barometer: Index zum Klimaschutzinteresse.....	117
3 Abbildung 94 Umsatzentwicklung Bio-Lebensmittel in Deutschland.....	118
3 Abbildung 95 Altersstruktur der Deutschen 2010 und 2025.....	119
3 Abbildung 96 Entwicklung der Wohnflächennachfrage 2010 bis 2025.....	120
3 Abbildung 97 Erwartetes Leerstandsrisiko in Mehrfamilienhäusern	121
3 Abbildung 98 Regionale Solarerträge in Deutschland	122
3 Abbildung 99 Solarwärme-Ausbau und -Potential sowie Sonneneinstrahlung je Bundesland	123
3 Abbildung 100 Wärmeliefer-Contracting: Transaktionskosten und Investitionskosten nach Anlagengröße.....	125
3 Abbildung 101 Umfrage unter Contractoren: Zukunftspotential von Energietechnologien und -produkten ..	125
3 Abbildung 102 Charakteristika der drei Szenarien	128
3 Abbildung 103 Entwicklung der Ölpreise von 2000 bis 2011	129
3 Abbildung 104 Entwicklung der Gaspreise von 2000 bis 2011.....	130
4 Abbildung 1 Energieverbrauch im Privathaushalt und Energieernte vom Dach.....	135
4 Abbildung 2 Positionierung immaterieller Wert-Argumente für die Solarwärme in der Kommunikation.....	137
4 Abbildung 3 Positionierung materieller Wert-Argumente für die Solarwärme in der Kommunikation	138
4 Abbildung 4 Entwicklung von Marktsegmenten für Solarwärme-Hersteller	142
4 Abbildung 5 Entwicklung von Geschäftsmodellen für Solarwärme-Hersteller	142
4 Abbildung 6 Mögliche Skaleneffekte von Solarwärme-Herstellern unterschiedlicher Größe	143
4 Abbildung 7 Positionierungs-Optionen von Solarwärme-Herstellern	143
4 Abbildung 8 Strategische Optionen für Hersteller von Solarwärme-Produkten	144
4 Abbildung 9 Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus in drei Szenarien	145
4 Abbildung 10 Prognose der kumulierten installierten Kollektorfläche in drei Szenarien.....	145
4 Abbildung 11 Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus gemäß Szenario „Business as Usual“	146

4	Abbildung 12	Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus gemäß Szenario „Forcierte Expansion“	147
4	Abbildung 13	Gesamtleistung der in Deutschland installierten Solarwärme bis 2030 gemäß Szenario „Forcierte Expansion“	148
4	Abbildung 14	Gesamtertrag der in Deutschland installierten Solarwärme bis 2030	149
4	Abbildung 15	Prognose des jährlichen Solarwärme-Zubaus gemäß Szenario „Globaler Wandel“	150
4	Abbildung 16	Erschließung von Marktsegmenten 2020 gemäß „Forcierte Expansion“	151
4	Abbildung 17	Erschließung von Marktsegmenten 2030 gemäß „Forcierte Expansion“	151
4	Abbildung 18	Erschließung von Marktsegmenten 2010 und ihre Amortisationserwartung	152
4	Abbildung 19	Amortisationserwartung von Hauseigentümern an Solarwärme-Anlagen	153
4	Abbildung 20	Endkunden-Systempreise einer Solarwärme-Anlage im Jahr 2011	153
4	Abbildung 21	Endkunden-Systempreise einer Solarwärme-Anlage im Jahr 2011	154
4	Abbildung 22	Entwicklung der Endkunden-Systemkosten einer Solarwärme-Anlage im Jahr 2011	155
4	Abbildung 23	Modellhafte Kosten- und Erlösstruktur einer Kombianlage bis 2030	156
4	Abbildung 24	Modellhafte Solarwärme-Lernkurve bis 2030	156
4	Abbildung 25	Reduktion der Amortisationsdauer abhängig von Kostensenkungen und Energiepreissteigerungen	157
4	Abbildung 26	Reduktion der Solarwärme-Amortisationsdauer abhängig von Kostensenkungen und Energiepreissteigerungen (ohne Speicher und Frischwasserstation)	158
4	Abbildung 27	Break-even von Solar-Wärmepreis und Gas-Wärmepreis	158
4	Abbildung 28	Break-even von Solar-Wärmepreis und Gas-Wärmepreis (ohne Speicher und Frischwasserstation)	159
4	Abbildung 29	Übersicht der im Fahrplan Solarwärme betrachteten Marktsegmente	160
4	Abbildung 30	Strategische Bedeutung der Segmente im Zeitablauf	160
4	Abbildung 31	Eignung der Segmente für unterschiedliche strategische Optionen	161
4	Abbildung 32	Charakteristika der Segmente im Quervergleich I	162
4	Abbildung 33	Charakteristika der Segmente im Quervergleich II	162
4	Abbildung 34	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Heizungsmodernisierung EZFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW	164
4	Abbildung 35	Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes EZFH	165
4	Abbildung 36	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Heizungsmodernisierung EZFH in den drei Szenarien BAU, FE, und GW	166
4	Abbildung 37	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Neubau EZFH in den drei Szenarien BAU, FE, und GW	167
4	Abbildung 38	Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Neubau EZFH	168
4	Abbildung 39	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen in den drei Szenarien BAU, FE und GW	169
4	Abbildung 40	Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Erneuerung bestehender Solarwärme-Anlagen	170
4	Abbildung 41	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Sonnenhaus EZFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW	171
4	Abbildung 42	Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Sonnenhaus EZFH	172
4	Abbildung 43	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW	173
4	Abbildung 44	Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Heizungsmodernisierung und Ergänzung im Bestand MFH	174
4	Abbildung 45	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Neubau MFH in den drei Szenarien BAU, FE und GW	175
4	Abbildung 46	Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Neubau MFH	176
4	Abbildung 47	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Nicht-Wohngebäude in den drei Szenarien BAU, FE und GW	177
4	Abbildung 48	Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Nicht-Wohngebäude	178
4	Abbildung 49	Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Nah- und Fernwärme in den drei Szenarien BAU, FE und GW	179

4	Abbildung 50 Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes Nah- und Fernwärme.	179
4	Abbildung 51 Mögliche Absatzentwicklung des Segmentes Industrielle Prozesswärme bis 100° C in den drei Szenarien BAU, FE und GW	181
4	Abbildung 52 Wesentliche Parameter für die Absatzentwicklung des Segmentes industrielle Prozesswärme bis 100°C	181
4	Abbildung 53 Ziele des Fahrplans Solarwärme	183
4	Abbildung 54 Entwicklung Umsatz, Förderung und Staatseinnahmen gemäß Szenario „Forcierte Expansion“	184
4	Abbildung 55 Verteilung der Steuereinnahmen auf die Haushalte	185
4	Abbildung 56 Eingesparte CO ₂ -Äquivalente pro Jahr gemäß Szenario „Forcierte Expansion“	186
4	Abbildung 55 Entwicklung der Solarwärme-Erträge bis 2030	186
4	Abbildung 56 Entwicklung der Mitarbeiterzahl und Mitarbeiterproduktivität in der Solarwärme-Branche ..	187
6	Abbildung 1 Handlungsfelder im Fahrplan Solarwärme bis 2030	198

8.3 Tabellenverzeichnis

3	Tabelle 1 Charakteristika des Szenarios „Forcierte Expansion“	129
3	Tabelle 2 Charakteristika des Szenarios „Globaler Wandel“	130
3	Tabelle 3 Charakteristika des Szenarios „Business as Usual“	131
4	Tabelle 1 Vergleich der Grundcharakteristika von Solarwärme und Photovoltaik	136
4	Tabelle 2 Technologische Kostensenkungspotentiale der Solarwärme.	154
4	Tabelle 3 Status, Ziele und Handlungsfehler für die Heizungsmodernisierung im EZFH-Segment	163
4	Tabelle 4 Status, Ziele und Handlungsfehler für die Solarwärme-Ergänzung im EZFH-Segment	166
4	Tabelle 5 Status, Ziele und Handlungsfehler für den Neubau im EZFH-Segment	167
4	Tabelle 6 Status, Ziele und Handlungsfehler für das Segment Anlagenerneuerung bei EZFH	169
4	Tabelle 7 Status, Ziele und Handlungsfehler für das Segment der Sonnenhäuser	170
4	Tabelle 8 Status, Ziele und Handlungsfehler für die Heizungsmodernisierung bei MFH	172
4	Tabelle 9 Status, Ziele und Handlungsfehler für den Neubau im MFH-Segment	174
4	Tabelle 10 Status, Ziele und Handlungsfelder für das Segment Nicht-Wohngebäude	176
4	Tabelle 11 Status, Ziele und Handlungsfelder für die Nah- und Fernwärmesysteme	179
4	Tabelle 12 Status, Ziele und Handlungsfelder für die Industrielle Prozesswärme	180
4	Tabelle 13 Status, Ziele und Handlungsfelder für die Industrielle Kälte und Klimatisierung	182
8	Tabelle 1 Maßnahme Aktivierung von Leimilieus	202
8	Tabelle 2 Maßnahme zur Förderinformation für Verbraucher	203
8	Tabelle 3 Maßnahme zur Einbindung von politischen Multiplikatoren	203
8	Tabelle 4 Maßnahme zentrale Verbandskampagne	204
8	Tabelle 5 Maßnahme Portal zur Heizungsberatung	204
8	Tabelle 6 Maßnahme zur Entwicklung eines Hochleistungsspeichers	205
8	Tabelle 7 Maßnahme zur Entwicklung eines Hochtemperaturspeichers	205
8	Tabelle 8 Maßnahme zur Gründung einer Fachgruppe Prozesswärme im BSW-Solar	206
8	Tabelle 9 Maßnahme zur Durchführung von Leuchtturm Kommunikationsmaßnahmen	206
8	Tabelle 10 Maßnahme zur Kommunikation des Umweltschutzthemas	207
8	Tabelle 11 Maßnahme zur Einführung von Qualitätszertifikaten	209
8	Tabelle 12 Maßnahme Solarverpflichtung	209
8	Tabelle 13 Maßnahme EnEV und EEWärmeG	210
8	Tabelle 14 Maßnahme Vorrangspeisung SW	210
8	Tabelle 15 Maßnahme Zertifikate	211

8.4 Verzeichnis der Abkürzungen

ABS	→ Acrylnitril-Butadien-Styrol
AGFW	→ AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
BAFA	→ Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAU	→ Business As Usual
BDEW	→ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BDH	→ Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.
BEE	→ Bundesverband für Erneuerbare Energien e.V.
BSW-SOLAR	→ Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
BZ	→ Brennstoffzelle
DSTTP	→ Deutsche Solarwärme-Technologieplattform
EBITDA	→ Operatives Ergebnis (Berechnung auf, Basis Vollkosten, nicht auf Basis Differenzinvestment)
EFH	→ Einfamilienhaus
ESTIF	→ European Solar Thermal Industry Federation
ESTTP	→ European Solar Thermal Plattform
EU	→ Europäische Union
EWI	→ Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln
EZFH	→ Ein- und Zweifamilienhaus
FE	→ Forcierte Expansion
FGH	→ Fachgroßhandel
FGH	→ Fachgroßhandel
GW	→ Globaler Wandel
HK	→ Herstellungskosten
HST	→ Hersteller
HW	→ Handwerk
ISE	→ Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
ITW	→ Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (Universität Stuttgart)
KO	→ Kollektor
Koll.	→ Kollektor
KWK	→ Kraft-Wärme-Kopplung
MFH	→ Mehrfamilienhaus
MO	→ Montagekosten
OECD	→ Organisation for Economic Co-operation and Development
PA	→ Polyamid
PBT	→ Polybutylenterephthalat
PC	→ Polycarbonat
PEEK	→ Polyetheretherketon
PE-HD	→ Polyethylen, hohe Dichte
PEI	→ Polyetherimid
PE-LD	→ Polyethylen, niedrige Dichte
PES	→ Polyethersulfon
PET	→ Polyethylenterephthalat
PMMA	→ Polymethylmethacrylat
POM	→ Polyoxymethylen
PP	→ Polypropylen
PPO	→ Polyphenylenoxid
PPS	→ Polyphenylensulfid
PS	→ Polystyrol
PSU	→ Polysulfon
PSU	→ Polysulfon

PTFE	→ Polytetrafluorethylen
PTFE	→ Polytetrafluorethylen
PV	→ Photovoltaik
PVC	→ Polyvinylchlorid
PVC	→ Polyvinylchlorid
SAN	→ Styrol-Acrylnitril
SAN	→ Styrol-Acrylnitril
SHC	→ Solar Heating & Cooling Programme der IEA, International Energy Agency
SHK	→ Sanitär- Heizung und Klima
SK	→ Sonstige Kosten
SP	→ Speicher
Sp (oder SP)	→ Speicher
SW	→ Solarwärme
VDMA	→ Verband der deutschen Maschinen- und Anlagenbauer
VIK	→ Verband der Industriellen energie- und Kraftwirtschaft e.V.
VKU	→ Verband kommunaler Unternehmen e.V.
VRK	→ Vakuumröhrenkollektor
WE	→ Wärmeerzeuger
WP	→ Wärmepumpe
WTO	→ World Trade Organisation
WW	→ Warmwasser
ZFH	→ Zweifamilienhaus
ZVEH	→ Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke
ZVSHK	→ Zentralverband Sanitär Heizung Klima

8.5 Verzeichnis der verwendeten Quellen

- [Agentur für Erneuerbare Energien 2008] <http://www.unendlich-viel-energie.de>; 16.09.2011
- [Asenbeck] Ideal Storage Demand, Excel-Tool zur Berechnung des Solarertrags mit verlustfreiem Speicher, ITW, 2011
- [BBR] Bewertung energetischer Anforderungen im Lichte steigender Energiepreise für die EnEV und die KfW-Förderung, BBR-Online-Publikation Nr. 18/2008, Passivhausinstitut im Auftrag des BMVBS und des BBR, Dez. 2008
- [BBSR, 2009] Entwicklung eines Normteils zur DIN V 18599 für Wohngebäude und Beurteilung energetischer Anforderungen an Wohngebäude in Zusammenhang mit der Fortschreibung der EnEV, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, BBSR-Online-Publikation, Nr. 07/2009
- [BEE, 2009] „Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE): Wege in die moderne Energiewirtschaft, Ausbauprognosen der Erneuerbare-Energien-Branche, Teil „: Wärmeversorgung 2020“ Berlin, Oktober 2009
- [BEE, 2009] „Wege in die moderne Energiewirtschaft, Ausbauprognose der Erneuerbaren Energien Branche-Teil 2: Wärmeversorgung 2020“, Berlin 2009
- [BEE, Juli 2010] „Hintergrundpapier zum Vorschlag eines verlässlichen Ausbauinstruments für Erneuerbare Energien im Wärmesektor“ Bundesverband Erneuerbare Energien e.V.
- [Bellenberg] www.ziegelwerk-bellenberg.de/fileadmin/user_upload/PDF/Downloads/Preisliste/Bellenberger-Preisliste_2012_web.pdf
- [Beikircher, 2011] Beikircher T, Buttinger F, Demharter M: Entwicklung eines superisolierten H2O-Langzeit-Wärmespeichers. 21. Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 2011.
- [Berner, 2011] Berner J: Solarwärme günstig produzieren. Sonne Wind & Wärme 1/2011.
- [BINE, 2008] Abgerechnete Kosten aus dem Marktanreizprogramm, Kostendegression mit zunehmender Anlagengröße, Themeninfo I/2008, BINE Informationsdienst, <http://www.bine.info/hauptnavigation/publikationen/themeninfos/publikation/grosse-solarwaermeanlagen-fuer-gebaeude/aufwand-und-nutzen>
- [BMU, 2009] „BMU-Leitstudie - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland; Leitszenario 2009“, 2009
- [BMU, 2010] „Leitstudie 2010 - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“, Berlin, 2010
- [BMU, 2010a] „Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011; Förderjahr 2009“; Zwischenbericht Dez. 2010
- [BMU, 2010b] „Climate Change - Energieeffizienz in Zahlen, Endbericht“, 2010
- [BMU, 2010c] „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“, BMWi, BMU, 28. September 2010
- [BMU, 2011] „Erarbeitung einer Integrierten Wärme- und Kältestrategie; Arbeitspaket 2 - Bestandsaufnahme und Strukturierung der Akteure des Wärme- und Kältemarktes; Endbericht“, 2011
- [BMU, 2011a] „Innovation durch Forschung - Jahresbericht 2010 zur Forschungsförderung im Bereich der Erneuerbaren Energien“, 2011
- [BMU, 2011b] „Erneuerbare Energien in Zahlen“, BMU, 7/2011
- [BMU, 2011c] „Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung“, 2011
- [BMVBS, 2009] „Contracting im Mietwohnungsbau“, BMVBS Forschungsheft 141, 2009
- [BMW, 2011] „Energiedaten, nationale und internationale Entwicklung“, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Referat III C 3, Berlin 2011
- [BmWi] Nettoimportabhängigkeit nach Energieträgern 2010, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Internetpräsenz: www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/Energiedaten/energiegewinnung-energieverbrauch.html
- [Brunhold, 2010] Brunold S: Entwicklung von Kunststoffkollektoren: Grundlegende Fragestellungen und Ergebnisse eines Forschungsprojekts. 20. Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 2010
- [BSW-SOLAR, 2011] Preisindex Photovoltaik, Bundesverband Solarwärme, 2011, www.solarwirtschaft.de/preisindex
- [Bundesregierung, 2011] „Erfahrungsbericht 2011 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Erfahrungsbericht), 2011
- [Clean Energy] CleanEnergy Project, Internetpräsenz: www.cleanenergy-project.de/10212/
- [co2online, 2011] „Ergebnisse einer Befragung von Solarwärmennutzern und -interessenten im Rahmen des BSW-SOLAR-Projektes „Fahrplan Solarwärme“, co2online gemeinnützige GmbH, 27. Oktober 2011

- [Conergy] Uwww.conergy.deU
- [Combisol] Excel-Tool zur Dimensionierung von Kombianlagen, CombiSol project, Solar Combisystems Promotion and Standardisation
- [dena] dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“
- [Denkmalpflege Hessen, 2011] Uhttp://www.denkmalpflege-hessen.de/U
- [destatis] Verbraucherpreisindex 2005 bis 2012, Statistisches Bundesamt, Uhttp://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Zeitreihen/WirtschaftAktuell/Preise/Content100/kpre51Obv4,templateId=renderPrint.psmlU
- [DIW, 2011] „Erneuerbare Energien: Deutschland baut Technologie-Exporte aus“; DIW Wochenbericht Nr. 45.2011
- [DSTTP 2010] „Forschungsstrategie Niedertemperatur-Solarwärme 2030 für eine nachhaltige Wärme- und Kälteversorgung Deutschlands“, Berlin, 2010
- [Econsult] Energiestandards – KfW-Effizienzhaus, Passivhaus und Gebäude mit hohem solaren Deckungsanteil im Vergleich, Econsult und Sonnenhaus, 2011
- [Edelman, 2010] „Edelman goodpurpose Study 2010“, 2010, <http://www.goodpurposecommunity.com/Pages/globalstudy.aspx>
- [EEWärmeG] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich, Anlage „Anforderungen an die Nutzung von Erneuerbaren Energien und Ersatzmaßnahmen“, www.gesetze-im-internet.de/eew_rmeg/anlage_31.html
- [EnEV-XL, 2010] Berechnungstool für Energiebilanzen gemäß Energieeinsparverordnung, Version 4.0, Januar 2010, Institut für Wohnen und Umwelt Darmstadt (IWU)
- [EnEV-XL] Energiebilanzen gemäß Energieeinsparverordnung und „Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung“, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2010
- [ESTIF, 2009] “Potential of Solar Thermal in Europe”, Vienna, 2009
- [ESTIF, 2010] “Solar Thermal Markets in Europe - Trends and Market Statistics 2009”, Juni 2010
- [ESTTP, 2008] “Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe”
- [ESTTP, 2008]European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP): Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe, 2008
- [EuPD, 2010] „Solarwärme 2010, Markt- und Branchenanalyse Deutschland und weitere europäische Ländermärkte, Köln, 2010
- [Evaluierung MAP, 2010] „Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011“, Berlin 2010
- [EWI-EEFA, 2008] Studie: Energiewirtschaftliches Gesamtkonzept, 2008, Projektbearbeiter: Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) und Energy Forecast Analysis GmbH (EEFA), Herausgeber: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
- [FfE, 2011] Corradini R, Musso C, „Motor und Bremse für den Kollektorausbau“, Düsseldorf 2011
- [Forschungsförderung, 2010] Innovation durch Forschung, Jahresbericht 2009 zur Forschungsförderung der erneuerbaren Energien, BMU 2010
- [Fraunhofer, 1999] „Hemmnisse bei der energetischen Altbaumodernisierung. Kann die Forschung Impulse geben?“, Fraunhofer Institut 1999]
- [Fraunhofer, 2011] „Vorstudie zur Integration großer Anteile PV in die elektrische Energieversorgung“, Kassel, 2011
- [Greenpeace, 2009] „Klimaschutz: Plan B 2050. Energiekonzept für Deutschland (Aktualisierung, Fortschreibung und Erweiterung der Ausgabe 2007)“, Aachen, 2007
- [GroSol, 2007], Studie zu großen Solarwärmeeanlagen, Erstellt im Rahmen des Projektes „GroSol - Analyse der Solarbranche zu Hemmnissen bei der Markteinführung großer solarthermischer Anlagen und Ausarbeitung von Maßnahmen zur Beschleunigung der Markteinführung“, Berlin 2007
- [Hamm] „Daten, Zahlen, Fakten – Die Bio-Branche 2011“, Studie des BOLW 2011
- [Heschl] Heschl, C. et.al, Graue Energie - ein wesentlicher Faktor zur Energieoptimierung von Gebäuden, Fachhochschule Burgenland GmbH, Pinkafeld, Österreich
- [Hochreiter, 2008] Hochreiter E, Trinkl C: Werkstoffe und Verarbeitungstechnologien für solarthermische Kollektoren, 6. Werkstoffkongress „Optionen für Energieeinsparung und Energieerzeugung“, Leoben, 6.-7.11.2008
- [IBE 2011] „Gesellschaftlicher Wertewandel“, Institut für Beschäftigung und Employability (IBE), 2011
- [IEA] Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessments of Photovoltaic Systems, Report IEA-PVPS T12-02:2011,

- IEA-PVPS-Task 12, Okt 2011 www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/technical/rep12_10.pdf
- [IER, 2010] „Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030, Energieprognose 2009“, Berlin 2010
 - [Ifo Institut, 2010] „Steuerliche Folgewirkungen eines Programmförderstopps im Rahmen des Marktanzreizprogramms für erneuerbare Energien“, Ifo Institut 2010
 - [ISI, 2010] Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt, Arbeitspaket 1, Untersuchung im Auftrag des BMU, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung et. al., März 2010
 - [ITW, 2000] T. Schmidt et. al., Saisonale Wärmespeicherung in Verbindung mit solaren Nahwärmesystemen, OTTI Informationsforum Geothermie in der Praxis, 2000
 - [ITW, 2006] Streicher, E., Die energetische Amortisationszeit als ein Bewertungsinstrument solarthermischer Anlagen, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Universität Stuttgart, 2006
 - [IWES, 2010] Roos, M. und Berger, U., Anrechnung von Strom aus gebäudenahen Photovoltaikanlagen auf den Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes nach der EnEV 2009, Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel und Odersun AG, Frankfurt/Oder, 2010, www.iset.uni-kassel.de/abt/FB-A/publication/2010/2010_Staff_BIPV_EnEV_MR.pdf
 - [IWES] Roos, M. und Berger, U., Anrechnung von Strom aus gebäudenahen Photovoltaikanlagen auf den Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes nach der EnEV 2009, Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel und Odersun AG, Frankfurt/Oder, 2010, www.iset.uni-kassel.de/abt/FB-A/publication/2010/2010_Staff_BIPV_EnEV_MR.pdf
 - [IWU Dämm, 2009] Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Wohngebäude mit der EnEV 2012, Teil 1 - Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile in der energetischen Modernisierung von Altbauten, 3. Zwischenbericht, 2009
 - [IWU Typo] Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2005
 - [IWU, 2010] Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Wohngebäude mit der EnEV 2012, Teil 1 - Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile in der energetischen Modernisierung von Altbauten, 3. Zwischenbericht, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt, Juni 2010 www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/09_12_17_vorl%C3%A4ufiger_Bericht_IWU_-_Teil_1_Altbau.pdf
 - [Jäger, 2011] Jäger H: Wirtschaftlichkeitsbewertung und Kostensenkungspotentiale von Solarwärme und Photovoltaik. 21. Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 2011
 - [Jenni, 2010] Preisliste Solarpakete, Jenni Energietechnik AG, März 2010, www.jenni.ch/pdf/Preise_Solarpakete.pdf
 - [Kerskes, 2011] Kerskes H, Drück, H: Saisonale solarthermische Wärmespeicherung im Ein- und Mehrfamilienhaus - eine energetische und ökonomische Bewertung - . 21. Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 2011
 - [Koldehoff, 2011] Expertengespräch November 2011
 - [Langniß, 2010] Langniß O, Schüller M, Wülbeck HF, Nast M, Pehnt M, Frick S, Drück H, Streicher E, Hartmann H, Reisinger K: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanzreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011; Evaluierung des Förderjahres 2009. Ausarbeitung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
 - [Lastprofil] www.energiesdienst-netze.de/cms/medienboard/excel/lastprofile/VDEW-Lastprofile-Haushalt.xls
 - [Mangold, 1996] Mangold D: Kostenanalyse der Herstellung von Solarkollektoren und mögliche Kostenreduktion durch Massenfertigung. Sechstes Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 1996.
 - [Mangold, 2005] Mangold D: Erfahrungen und Ergebnisse aus der Umsetzung der Bundesforschungsprogramme Solarthermie2000 und Solarthermie2000plus. Ausarbeitung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem FKZ 0329607L
 - [MAP, 2009] Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanzreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011, Evaluierung des Förderjahres 2009, Zwischenbericht 2009
 - [Mayer] Mitteilung per Mail, J. Mayer, BSW-SOLAR, Februar 2012
 - [Nielsen, 2011] Nielsen, Jan Erik, Large Solar Systems in Denmark, Solar Summit 2011, Freiburg
 - [NRW, 2010] „Handwerk Betriebsvergleich Sanitär-Heizung- Klima 2009“, Landes-Gewerbeförderungsstelle des NRW-Handwerks e.V.
 - [Prognos AG] „Contraction im Mietwohnungsbau“, Forschungen Heft 141, Bonn 2009
 - [Reiter, 2011] Reiter C, Trinkl C, Zörner W: Kunststoffe in solarthermischen Kollektoren - Anforderungsdefinition,

- Konzeptentwicklung und Machbarkeitsbewertung. Abschlussbericht im BMU-Forschungsvorhaben Solarthermie-2000plus, 30.04.2011
- [Saisonalspeicher] www.saisonalspeicher.de ; 16.09.2011
 - [SHC, 2011] „SHC Task 45: Large solar heating/cooling systems, seasonal storage, heat pumps; Highlights 2011, Large Solar Systems“, USA, 2011
 - [SHD, 2008] Training Course on Solar District Heating, IEE 2008 Project, Solar District Heating in Europe, Intelligent Energy Europe, <http://www.solar-district-heating.eu/Documents.aspx>
 - [Solites, 2007] Solare Nahwärme und Langzeit-Wärmespeicher, Wissenschaftlich-technische Programmbegleitung für Solarthermie2000plus, Solites, Stuttgart, 2007
 - [SO-Pro] Solare Prozesswärme, Planungshilfe zur Auslegung thermischer Solaranlagen für ausgewählte industrielle Prozesse, Fraunhofer ISE und Sächsische Energieagentur, Dresden, 2010
 - [Statistisches Bundesamt, 2010] „Statistisches Bundesamt Input-Output-Rechnung im Überblick, 2010“
 - [StiWa, 2011] Solarstrom-Vergleichsrechner, Stiftung Warentest, Okt 2011
 - [Stoll-Kleemann, 2001] "Barriers to Nature Conservation in Germany: A model explaining opposition to protected areas" *Journal of Environmental Psychology*, 21 (4)
 - [t&m, 6/2011] *Technologie & Management*, Ausgabe 6/2011
 - [Task 33] Solar Heat for Industrial Processes, www.iea-shc.org/task33/index.html
 - [Technomar, 2005] „Abbau von Hemmnissen bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes“, München, 2005
 - [Technomar, Energie & Management 2010] „Die Zukunft der Wärmeerzeugung im Wettbewerb der alternativen Erzeugertechnologien für den Wohnungsbau in Deutschland, Österreich, Schweiz“
 - [Technomar, 2011] „Kurzgutachten über volkswirtschaftliche Auswirkungen einer Steuerabschreibung für anlagentechnische Investitionen im Heizungsbereich“
 - [Thür, 2011] Thür A, Kuhness G, Letz T, Pradier G: Ergebnisse des einjährigen CombiSol Monitoring Programms. 21. Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 2011
 - [Treikauskas, 2005] Treikauskas FD, Zörner W: Optimierter Absorber für thermische Solaranlagen in Bezug auf Fertigungsprozess, Herstellkosten und Wirkungsgrad - Vorstudie zu Absorberkonzepten, Abschlussbericht DBU (AZ: 21543), Ingolstadt, 2005
 - [UBA 2009-Anh4] Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2009, Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“, Umweltbundesamt, 2010, www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/akt_anhang_cc_12_2009.pdf
 - [UBA, 2009] Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007, Climate Change 12/2009, Umweltbundesamt, 2009 www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3761
 - [UPA P III, 2005] „Klimaschutz in Deutschland bis 2030 -Endbericht zum Forschungsvorhaben. Politiksznarien III“, Berlin 2005
 - [Verbr-Info] Preiserhebung für ökologische Dämmstoffe, Zeitraum der Preiserhebung Juni 2010, Verbraucherzentrale Bundesverband e.V., www.verbraucherinfothek.de/start/index.php?page=onlinethek_kategorien&sub_id=89
 - [ZAE] T. Fischer, Rahmenbedingungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) zur Nutzung erneuerbarer Energien, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern)

Inhaltsangabe von wichtigen Studien zu Energieszenarien

Titel	Wege in die moderne Energiewirtschaft, Ausbauprognose der Erneuerbaren-Energien-Branche - Teil 2: Wärmeversorgung 2020
URL	ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Energieprognose_2009_Hauptbericht.pdf
Kürzel	BEE
Publikationsjahr	2009
Auftraggeber	BEE
Projektbearbeiter	BEE
Jahr der Datenerfassung	2007
Kurzbeschreibung	Die enthaltenen Annahmen zur Entwicklung des Wärmebedarfs basieren auf den Studien „Politiksznarien für den Klimaschutz IV - Szenarien bis 2030“ des Umweltbundesamts (BEE 2009) und „Energieszenarien für den Energiegipfel 2007“ von EW/Prognos.

Titel	Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global „Leitstudie 2010“
URL	www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2010_bf.pdf
Kürzel	DLR
Publikationsjahr	2010
Auftraggeber	BMU
Projektbearbeiter	DLR: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Stuttgart IWES: Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, Kassel IFNE: Ingenieurbüro für neue Energien , Teltow
Jahr der Datenerfassung	2010
Kurzbeschreibung	(DLR 2010) Es wird erläutert, wie die Ziele der Bundesregierung zum Ausbau erneuerbarer Energien (EE) und zur Steigerung der Energieeffizienz bis 2020 sowie die längerfristigen Vorgaben, die Treibhausgasemissionen bis 2050 auf rund 20% des Werts von 1990 zu senken und den Beitrag der EE an der gesamten Energieversorgung auf rund 50% zu steigern, umgesetzt werden können und mit welchen strukturellen und ökonomischen Wirkungen dabei zu rechnen ist.
Rückgang der THG ¹⁹ -Emissionen bez. auf 1990	bis 2020 um 38,2%, bis 2030 um 57%, bis 2050 um 79,5%

¹⁹ THG: Treibhausgas

Titel	Klimaschutz: Plan B 2050. Energiekonzept für Deutschland (Aktualisierung, Fortschreibung und Erweiterung der Ausgabe 2007)
URL	http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/Plan_B_2050_lang.pdf
Kürzel	GP
Publikationsjahr	2009
Auftraggeber	Greenpeace
Projektbearbeiter	EUTech Energie und Management GmbH, Aachen
Jahr der Datenerfassung	2007
Kurzbeschreibung	Zielszenario "Energiekonzept bis 2050" (GP 2007) Die Abschätzung des künftigen Energiebedarfs basiert im Wesentlichen auf einer vergleichenden Analyse des „Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario“ aus den „Politikszenerarien IV“ des Umweltbundesamts, dem „Leitszenario“ und den Szenarien „E2“ bzw. „E3“ der Leitstudie 2008 des DLR. Für die demografischen und ökonomischen Rahmendaten wurde auf die entsprechenden Annahmen der „Leitstudie 2008“ zurückgegriffen.
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	bis 2020 um 46% bis 2050 um 90%

Titel	Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung
URL	http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energieszenerarien_2010.pdf
Kürzel	EWI
Publikationsjahr	2010
Auftraggeber	BmWi
Projektbearbeiter	EWI Energiewirtschaftliches Institut an der Univ. zu Köln GWS Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH PROGNOS AG, Basel
Jahr der Datenerfassung	2008
Kurzbeschreibung	Referenzszenario (EWI-Ref 02008) stellt eine Entwicklung dar, die sich einstellen könnte, wenn die bislang angelegten Politiken in die Zukunft fortgeschrieben werden. Dabei wird angenommen, dass auch künftig Anpassungen vorgenommen werden, die die in der Vergangenheit beobachteten Trends fortschreiben. Zielszenario I und I/IV (EWI-Ziel 1) und Zielszenario II und III (EWI-Ziel 2). Es werden Reduktionsziele für die THG-Emissionen vorgegeben: bis 2020 um 40%; bis 2050 um 85% bezogen auf das Niveau von 1990. Die Zielszenarien unterscheiden sich hinsichtlich der Laufzeit der Kernkraftwerke und dem Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch. In EWI-Ziel 2 wird mit höheren Energieeffizienzsteigerungen gerechnet.
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	EWI-Ref: bis 2020 um 35%; bis 2050 um 62%. EWI-Ziel 1 und 2: die Zielwerte (bis 2020: 40% und bis 2050: 85%) werden erreicht oder leicht übererfüllt

Titel	Potential of Solar Thermal in Europe
URL	http://www.aee-intec.at/Ouploads/dateien710.pdf
Kürzel	SolPotential
Publikationsjahr	
Auftraggeber	ESTIF
Projektbearbeiter	AEE INTEC- Institute for Sustainable Technologies, Gleisdorf Energy Economics Group, Vienna University of Technology
Jahr der Datenerfassung	2006, 2008
Kurzbeschreibung	(SolPotential 2005) Vorgabe dieses Zielszenarios ist das Erreichen des „20-20-20-Ziels“ der EU, das eine Senkung des Primärenergieverbrauchs der EU und der Treibhausgasemissionen um jeweils 20% sowie eine Anhebung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen auf 20% umfasst (bezogen auf die Werte von 1990). Teilweise liegen Daten nur für Österreich vor und werden mittels eines landesspezifischen Effizienzpotential-Faktors an andere EU-Länder angepasst.
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	bis 2020 um 20%

Titel	Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030 - Energieprognose 2009
URL	ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Energieprognose_2009_Hauptbericht.pdf
Kürzel	IER
Publikationsjahr	2010
Auftraggeber	BmWi
Projektbearbeiter	IER Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung RWI Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung ZEW Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
Jahr der Datenerfassung	2007
Kurzbeschreibung	Referenzszenario (IER-Ref 2007) zeigt die wahrscheinlichste Entwicklung des Energieverbrauchs, wenn die unterstellten energie- und klimapolitischen Rahmensetzungen und Maßnahmen ihre Wirkung entfalten und die Annahmen hinsichtlich der Entwicklung unsicherer Einflussfaktoren wie des Ölpreises eintreffen würden. Vorgaben: energie- und klimapolitische Vorgaben der EU → Reduktion der CO ₂ -Emissionen um 21% bis 2020 (vor allem Stromerzeugung- und energieintensive Industrien) → Deckung von 18% bis 2020 des Bruttoendenergieverbrauchs mit Hilfe EE → Energieeffizienzziele: Weiterentwicklung der EnEV Varianten mit Laufzeitverlängerungen AKW
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	bis 2030 um 44%

Titel	Nachhaltige Wärmeversorgung
URL	http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3196.pdf
Kürzel	UBA W
Publikationsjahr	2007
Auftraggeber	Umweltbundesamt
Projektbearbeiter	Umweltbundesamt
Jahr der Datenerfassung	2004
Kurzbeschreibung	<p>Referenzszenario (UBA W-Ref) Die Referenzentwicklung geht vom heutigen Stand an politischen Instrumenten und absehbaren technischen Entwicklungen aus. Neue Instrumente sind nicht enthalten. Auch bestehen in diesem Szenario keine spezifischen Zielvorgaben - etwa das Erreichen bestimmter Handlungsziele im Klimaschutz.</p> <p>Klimaschutzszenario (UBA W-Klima) Ziel ist der Rückgang der Treibhausgas-Emissionen um 40% bis zum Jahr 2020 (verglichen mit 1990) und um 80% bis zum Jahr 2050. Das Klimaschutzszenario beschreibt dabei die technischen Maßnahmen, die zusätzlich zum Referenzszenario zu ergreifen wären, um die Ziele zu erreichen.</p>
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	UBA W-Ref: bis 2020 um 17%; bis 2030 um 20%. UBA W-Klima: die Zielwerte (bis 2020: 40% und bis 2050: 80%) werden erreicht

Titel	Politiksznarien für den Klimaschutz IV - Szenarien bis 2030
URL	http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3361.pdf
Kürzel	UBA P
Publikationsjahr	2008
Auftraggeber	Umweltbundesamt
Projektbearbeiter	<p>Öko-Institut, IEF-STE: Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung - Systemforschung und Technologische Entwicklung DIW Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung FHG-ISI: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung</p>
Jahr der Datenerfassung	2005
Kurzbeschreibung	<p>Mit-Maßnahmen-Szenario (UBA P-Ref 2005) Berücksichtigt werden im Mit-Maßnahmen-Szenario die im Zeitraum 2000 bis Sommer 2006 umgesetzten politischen Maßnahmen. Es zeigen sich die langfristigen Auswirkungen der heutigen Praxis. Die Trends der laufenden, staatlich initiierten Minderungsmaßnahmen und sonstiger autonomer Modernisierungsaktivitäten werden bis 2030 fortgeschrieben. Die finanzielle Förderung wird im Wesentlichen auf dem Niveau von 2005/2006 bis zum Ende des Zeithorizonts 2030 festgeschrieben. Die Trends der technologischen Entwicklungen werden extrapoliert, wie z.B. die Verbesserung der Wirkungsgrade der Heizungsanlagen.</p> <p>Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario (UBA P-Ziel) Es werden zusätzliche energie- und klimapolitische Maßnahmen oder Zielvorgaben abgebildet.</p>
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	UBA P-Ref: bis 2030 um 20%, UBA P-Ziel: bis 2030 um 47%

Titel	Klimaschutz in Deutschland bis 2030 - Endbericht zum Forschungsvorhaben. Politikszenerarien III
URL	http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2822.pdf
Kürzel	UBA P III
Publikationsjahr	2005
Auftraggeber	Umweltbundesamt
Projektbearbeiter	FZJ-STE: Forschungszentrum Jülich, Systemforschung und Technologische Entwicklung, DIW Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, FhG-ISI: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Öko-Institut
Jahr der Datenerfassung	2000
Kurzbeschreibung	<p>Ein Ziel der Studie bestand in der Analyse sowie quantitativen Bewertung der im Nationalen Klimaschutzprogramm (Okt 2000) enthaltenen sowie der neueren klimaschutzpolitischen Maßnahmen hinsichtlich ihrer emissionsreduzierenden Wirkungen bis zum Jahr 2010. Am Beispiel verschiedener Szenarien wurden CO₂-Reduktionsstrategien entwickelt, die über das Jahr 2010 hinaus gehen und bis zum Jahr 2030 reichen.</p> <p>Modell-Basis-Szenario (UBA P III-Ref 2005) Referenzszenario, in dem die Wirkungen der bisherigen Energie- und Klimapolitik einbezogen werden. Die bereits heute implementierten Instrumente bzw. Maßnahmen wurden bis zum Jahr 2030 fortgeschrieben. Es ist zu interpretieren als kostenoptimale Entwicklung der Energieversorgung unter Berücksichtigung der gesetzten Randbedingungen.</p> <p>Reduktionsszenario I (UBA P III-Ziel 1) Zielsetzung einer Minderung der energiebedingten CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 30% und bis zum Jahr 2030 um 40% relativ zum Jahr 1990 angenommen.</p> <p>Reduktionsszenario II (UBA P III-Ziel 2) Zielsetzung einer Minderung der energiebedingten CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 40% und bis zum Jahr 2030 um 50% relativ zum Jahr 1990 angenommen.</p>
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	<p>UBA P III-Ref: bis 2020 um 20%, bis 2030 um 23%</p> <p>UBA P III-Ziel 1: bis 2020 um 30%; bis 2030 um 40%</p> <p>UBA P III-Ziel 2: bis 2020 um 40%; bis 2030 um 50%</p>

Titel	Energiezukunft 2050, Teil II - Szenarien
URL	http://www.ffe.de/download/berichte/Endbericht_Energiezukunft_2050_Teil_II.pdf
Kürzel	FFE
Publikationsjahr	2009
Auftraggeber	EnBW, E.ON Energie, RWE Power, Vattenfall Europe
Projektbearbeiter	Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FFE) Ifo Institut für Wirtschaftsforschung
Jahr der Datenerfassung	2003
Kurzbeschreibung	<p>Szenario 1: Referenz (FFE-Ref 2003) Energiesparmaßnahmen werden nur schleppend umgesetzt, da die ökonomischen Aspekte über den ökologischen stehen. Energie- und umweltbewusstes Handeln setzt sich in der Bevölkerung nur langsam durch. Aufgrund steigender Energiepreise gewinnt die Energiesparmentalität jedoch zunehmend an Bedeutung, da aus diesem Grund Energiesparmaßnahmen wirtschaftlich werden. Zunächst wird</p>

Kurzbeschreibung	<p>von einem Wachstum der Energienachfrage im Haushaltssektor ausgegangen, das insbesondere auf steigende Ausstattungsgrade und höhere Komfortansprüche (höheren spezifischen Wohnflächenbedarf, etc.) zurückzuführen ist. Schwindende Bevölkerungszahlen und die zunehmende Durchdringung des Bestandes mit energieeffizienten Geräten wirken dem Anstieg des Energieverbrauchs entgegen.</p> <p>Szenario 2: Erhöhte Technischeffizienz (FFE-Techn.Eff) Landesweit werden die vorhandenen Techniken sukzessiv gegen die beste verfügbare Technik ausgetauscht, dadurch wiederum steigt der Innovationsdruck im Bereich energiesparender Geräte, so dass schon nach wenigen Jahren deutlich bessere Techniken verfügbar sind und eingesetzt werden als es im Referenzszenario der Fall wäre. Das Verhalten der Anwender wird gegenüber der Referenz gleich bleiben.</p> <p>Szenario 3: Umweltbewusstes Handeln (FFE-Umwelt) Neben dem sukzessiven Austausch der Techniken ändert sich auch das Anwenderverhalten hin zu einem energetisch umsichtigen Verhalten. Neben einer geringen Senkung des Komfortanspruchs wird aktiv über Energieverbrauch nachgedacht und unnötiger Energieverbrauch weitestgehend vermieden.</p>
Rückgang der THG-Emissionen bez. auf 1990	<p>FFE-Ref: bis 2020 um 18%; bis 2050 um 44%</p> <p>FFE-Techn.Eff: bis 2020 um 37%; bis 2050 um 61%</p> <p>FFE-Umwelt: bis 2020 um 46%; bis 2050 um 70%</p>

Titel	Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung
URL	http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3979.pdf
Kürzel	UBA K
Publikationsjahr	2011
Auftraggeber	Umweltbundesamt
Projektbearbeiter	Ecofys Germany GmbH, Köln
Jahr der Datenerfassung	2009
Kurzbeschreibung	<p>Ziel der Studie ist eine Potentialabschätzung der Reduzierung von Endenergiebedarfen zur Gebäudekühlung in Deutschland. Es werden die geeigneten technischen, ökonomischen und ökologischen Maßnahmen untersucht und bewertet.</p> <p>Referenzszenario (UBA K-Ref) Hier werden zwar der zukünftige Austausch von Kühlgeräten als auch Zubau und Rückbau berücksichtigt, nicht aber die technische Weiterentwicklung der Geräte. Alle zukünftig zu klimatisierenden Flächen werden mit der im Ausgangsjahr 2009 zur Verfügung stehenden Technik ausgerüstet.</p> <p>Innovationsszenario (UBA K-Inno) Hier werden bei der Definition der Energiebedarfe (der auch die Simulationen zu Grund liegen) die technischen Weiterentwicklungen berücksichtigt. Somit sind die spezifischen Energiebedarfe für Austausch und Zubau geringer als im Referenzszenario.</p> <p>Weiterhin wurde für beide Szenarien jeweils eine Variante mit (UBA K-Ref B und UBA K-Inno B) und ohne Klimaeinfluss (UBA K-Ref A und UBA K-Inno A) berechnet. In der Variante mit Klimaeinfluss sind die Simulationsergebnisse für das</p>

Referenzjahr mit heutigem Klima (heutiges Klima) und das Referenzjahr mit Extremsommer (Extremklima) derart kombiniert, dass in 2009 zu 100% das heutige Klima angenommen mit und bis 2030 mit einem linearen Übergang bis hin zum 100%-igen Extremklima gerechnet wird. Das Extremklima soll das theoretische Maximum darstellen und wird nicht als realistisch eingeschätzt.

Keine Szenarienstudie, wurde nur zum Datenvergleich herangezogen

Titel	Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006
URL	http://www.bmwi.de/Dateien/Energieportal/PDF/energieverbrauch-des-sektors-ghd-abschlussbericht,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf
Kürzel	BMWi
Publikationsjahr	2009
Auftraggeber	BMWi und BMU
Projektbearbeiter	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE) der TU München GfK Marketing Services GmbH & Co. KG
Jahr der Datenerfassung	2006
Kurzbeschreibung	(BMWi GHD 2006) Umfangreiche Datenerhebung zum Energieverbrauch im GHD-Sektor, bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> → der Erhebung von Struktur- und Verbrauchsdaten zum Energieverbrauch im GHD-Sektor, differenziert nach Sub-Sektoren, Energieträgern, Verbrauchszwecken sowie den eingesetzten energietechnischen Anlagen. → der detaillierten Auswertung, Analyse und Plausibilitätsprüfung der erhobenen Daten sowie Hochrechnung auf den gesamten Energieverbrauch des GHD-Sektors und seiner Sub-Sektoren sowie Abgleich mit den in der Energiebilanz für den Gesamtsektor ausgewiesenen Energieverbrauchswerten.

Die Texte und Abbildungen dieser Studie einschließlich ihrer Kurzfassung wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Da Fehler jedoch nie gänzlich auszuschließen sind und die Texte und Abbildungen Änderungen unterliegen können, weisen wir vorsorglich auf folgendes hin:

Herausgeber und Autoren dieser Studie einschließlich ihrer Kurzfassung übernehmen keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haften Herausgeber und Autoren nicht, sofern Ihnen nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Sponsoren der Studie

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Intersolar Europe (Hauptsponsoren)

Aeroline Tube Systems Baumann GmbH, ALANOD-Solar GmbH & Co. KG, BlueTec GmbH & Co. KG, CitrinSolar GmbH, Consolar Solare Energiesysteme GmbH, De Dietrich Remeha GmbH, Dr. Valentin Energie Software GmbH, EJOT Baubefestigungen GmbH, GASOKOL GmbH, Grammer Solar GmbH, Monier Braas GmbH, MP-Tec GmbH & Co. KG, Oventrop GmbH & Co. KG, Paradigma Deutschland GmbH, Peter Solar und Wärmetechnik GmbH, REHAU AG + Co., SCHÜCO International KG, SOLVIS GmbH & Co. KG, SONNENKRAFT General Solar Systems GmbH, STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, TiSUN GmbH, Tyforop Chemie GmbH, VELUX DEUTSCHLAND GmbH, WAGNER & Co Solartechnik GmbH, Zilmet Deutschland GmbH



BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
Quartier 207, Friedrichstraße 78
10117 Berlin

Stand: Juli 2012

www.solarwirtschaft.de