

# Hamburg braucht eine Solardachstrategie

## Wie kann das Potenzial der Solarthermie in Hamburg erschlossen werden?

Diskussionspapier



Autor: Prof. i. R. Dr. Dietrich Rabenstein, HafenCity Universität Hamburg  
unter Mitwirkung von Gilbert Siegler und Dr. Götz Warnke

Im Auftrag des Hamburger Energietischs (HET e. V.)

Version 1.0, 19. April 2016

### Zusammenfassung

Bekanntlich ist die *Wärmewende* in Deutschland in den letzten beiden Jahrzehnten längst nicht so weit vorangekommen wie die *Stromwende*. Ein besonders auffälliges Beispiel für dieses Missverhältnis bildet sehr geringe Anteil an erneuerbarer Wärme und der große Rückstand beim Einsatz von Sonnenwärme in Hamburg.

Mit Hilfe der schon ziemlich ausgereiften Technologie der Solarthermie kann die Sonnenstrahlung vor allem im Sommerhalbjahr zur klimafreundlichen Erwärmung von Wasser eingesetzt werden. In der Übergangszeit kann sie auch zur Gebäudeheizung beitragen.

Während in Hamburg noch vor einem Jahrzehnt der Ausbau der solaren Wärmenutzung erfolgreich vorangebracht wurde, stagniert der Zubau von Solarkollektoren gegenwärtig auf einem recht niedrigen Niveau. Hamburg gehört zurzeit beim Indikator Solarkollektorfläche pro Person bundesweit zu den Schlusslichtern. Die zuständige Behörde widmet sich eifrig einer Kampagne für Gründächer („Auf die Dächer – fertig – grün!“), die frühere Kampagne „Solar – na klar!“ ist dagegen fast folgenlos in Vergessenheit geraten. Dabei findet sich nach Berechnungen der Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt das mit Abstand größte Potenzial an lokaler erneuerbarer Wärme in Hamburg bei der Solarthermie.

Eine Verlagerung des politischen Schwerpunkts in Hamburg weg von der Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen hin zur Anpassung an den Klimawandel ist nicht zu übersehen. Der Kampf gegen den Klimawandel tritt bei den Aktivitäten des Hamburger Senats mehr und mehr in den Hintergrund, die Aufmerksamkeit wird immer mehr auf die Beherrschung der lokalen Folgen des Klimawandels wie Starkregen und sommerliche Hitze gerichtet. Dieser Eindruck ergibt sich unabweisbar aus der für dieses Diskussionspapier durchgeführten Bestandsaufnahme zahlreicher öffentlich zugänglicher Dokumente und bekannt gewordener Aktivitäten.

Aus den Zielen der Bundesregierung für eine konsequente Energiewende bis zum Jahr 2050 lässt sich als einfaches Unterziel speziell für den Ausbau der Solarthermie in Hamburg ableiten: Bis zum Jahr 2050 sollen für jede Person in Hamburg mindestens zwei Quadratmeter Kollektorfläche installiert sein.

Obwohl die Nutzung von Solarkollektoren in Deutschland bereits um das Jahr 1970 einsetzte und seit etwa 1980 durch öffentliche Förderung unterstützt wird, ist in Hamburg gegenwärtig erst rund ein Vierzigstel dieses Zielwertes erreicht. Der weitere Zubau stagniert mehr oder weniger mit der Perspektive, dass die Zielerreichung immer schwieriger werden wird.

Zahlreiche Hemmnisse, die den notwendigen Ausbau der Solarthermie behindern und die beseitigt werden müssten, sind bekannt. Dieses Diskussionspapier untersucht vertieft einen speziell in Hamburg hervortretenden hemmenden Faktor: Die öffentlich geäußerte Einschätzung maßgeblicher Vertreter der Behörde für Umwelt und Energie, solarthermische Anlagen seien nicht ausreichend wirtschaftlich und eine höhere öffentliche Förderung werde durch Förder-Begrenzungen verhindert, die durch das EU-Beihilferecht festgelegt sind.

## Hamburg braucht eine Solardachstrategie

Das Ergebnis unserer Überprüfung: Beide Einschätzungen treffen kaum zu. Gerade in dem für Hamburg besonders wichtigen Bereich der größeren Mehrfamilienhäuser und der gewerblich genutzten Gebäude ergibt sich bei der gegenwärtigen staatlichen Förderhöhe eine recht gute Wirtschaftlichkeit und zwar für Bestandsbauten wie für neue Gebäude. Das gleiche gilt für die Einspeisung der Wärme von großen Solaranlagen in Wärmenetze und für die Nutzung von Prozesswärme. Für kleinere Solarthermie-Anlagen, die weiter von der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit entfernt sind, könnte die finanzielle Förderung erheblich verstärkt werden, ohne dass die EU-Fördergrenzen tangiert würden.

Auf der Basis des gesichteten Materials und der Ergebnisse der eigenen Untersuchung wurden Handlungsempfehlungen formuliert, die sich im letzten Abschnitt dieses Diskussionspapiers finden. Das gegenwärtige Niveau der Nutzung von solarer Wärme in Hamburg ist so weit vom Zielniveau entfernt, dass einige wenige schwächere Maßnahmen kaum Besserung erwarten lassen. Um nicht nur einzelne Nischen zu adressieren, muss ein ganzes Bündel von Maßnahmen ergriffen werden:

- Stärkere und verlässlichere finanzielle Förderung vor allem für die Installation von kleineren solarthermischen Anlagen an Bestandsgebäuden,
- Bebauungspläne für Neubaugebiete, die generell eine Nutzung der Solarthermie auf Gebäude-Dächern und/oder -Fassaden vorschreiben,
- engagierte Unterstützung von Pilotprojekten für den Einsatz von solarer Prozesswärme und
- eine Regulierung zur bevorzugten Einspeisung von solarer Wärme in die Hamburger Wärmenetze.

Da Hamburg viel weniger freie Bodenflächen für eine solarthermische Nutzung aufzuweisen hat als viele Kommunen in Dänemark, die bereits sehr erfolgreich Großflächen-Solarthermie einsetzen, müssen systematisch Gelegenheiten gesucht und verwertet werden, bei denen auch in Hamburg große bodennahe oder überdachte Flächen für Solarkollektoren bereitgestellt werden können. Hierfür wird auch eigens geschultes Personal in den einzelnen Bezirken benötigt, dessen spezielle Aufgabe darin besteht, sich als „Kümmerer“ für die Wärmewende in Hamburg einzusetzen.

## Inhalt

Zusammenfassung.....	2
1. Überblick.....	6
2. Ziele des Ausbaus von solarthermischen Anlagen .....	7
2.1 Ziele des Ausbaus der Solarthermie in Deutschland .....	7
2.2 Ziele des Ausbaus der Solarthermie in Hamburg .....	8
3. Gegenwärtige Nutzung der Solarthermie.....	10
3.1 Gegenwärtige Nutzung der Solarthermie in Deutschland und in Hamburg .....	10
3.2 Zeitlicher Verlauf des Ausbaus der Solarthermie-Nutzung.....	13
4. Aufgabenstellung dieser Studie, abgeleitet aus der Politik des Senats der FHH.....	17
4.1 Von „Solar – na klar!“ zu „Auf die Dächer – fertig – grün!“ .....	17
4.2 Aktuelle Bewertung des Solarthermie-Ausbaus durch Hamburger Behörden .....	21
4.3 Aufgabenstellung dieses Diskussionspapiers .....	23
5. Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen.....	24
5.1 Berechnungsmethodik.....	24
5.2 Staatliche finanzielle Förderung von solarthermischen Anlagen .....	24
5.3 Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen im Gebäudebestand .....	25
5.4 Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen in Neubauten .....	27
5.5 Wirtschaftlichkeit von Solarthermie bei Wärmnetzen und solarer Prozesswärme.....	29
6. Begrenzung der staatlichen Förderung von solarthermischen Anlagen.....	30
6.1 Beschränkungen staatlicher Beihilfen durch Bestimmungen der EU.....	30
6.2 Beschränkung staatlicher Förderungen durch das EEWärmeG.....	30
6.3 Fördersätze bei solarthermischen Anlagen an Bestandsbauten .....	31
6.4 Fördersätze für solarthermische Anlagen an Neubauten .....	32
6.5 Fördersätze bei Solaranlagen für Wärmnetze und bei solarer Prozesswärme .....	33
6.6 Schlussfolgerungen zur Wirtschaftlichkeit und zu Förderbegrenzungen .....	33
7. Hemmnisse für die Erschließung des Solarthermie-Potenzials in Hamburg .....	35
7.1 Zu geringe finanzielle Förderung.....	35
7.2 Bevorzugung der Förderung von erneuerbarem Strom.....	36
7.3 Konkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie?.....	36
7.4 Konkurrenz zwischen Solarwärme und Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung .....	37
7.5 Hamburg – ein Denkmal im Klimawandel? .....	38
7.6 Hemmnisse aus der Sicht unterschiedlicher Akteure.....	38
7.7 Keine wirksame Anwendung des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes.....	39

## Hamburg braucht eine Solardachstrategie

8. Handlungsempfehlungen zum Ausbau der Solarthermie in Hamburg .....	41
8.1 Von Dänemark lernen – mehr regulatorische Instrumente einsetzen! .....	41
8.2 Neubauten – Förderung durch Hamburg bei Übererfüllung des EEWärmeG .....	42
8.3 Vorrang für die Solarthermie .....	43
8.4 Bestandsgebäude – Nutzungspflicht durch ein Hamburger EWärmeG .....	45
8.5 Einsatz in Wärme- und Kältenetzen – gesetzliche Verpflichtung der Betreiber .....	46
8.6 Prozesswärme – Pioniere unterstützen .....	47
8.7 Verstetigung und Verlässlichkeit der Förderung .....	47
8.8 Koordinierte Unterstützung für die Solarthermie .....	48
Anhang 1: Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit von Solarthermie-Anlagen .....	49
Anhang 2: Förderkonditionen des BAFA .....	52
Abkürzungen und Erklärungen von Begriffen .....	53
Literatur .....	54

### **1. Überblick**

Abschnitt 2 dieses Diskussionspapiers beschreibt die Ziele des Ausbaus solarthermischer Anlagen in Deutschland und speziell in Hamburg bis zum Jahr 2050.

In Abschnitt 3 geht es um den gegenwärtigen Stand der Nutzung der Solarthermie in Deutschland und speziell in Hamburg.

Auf die Entwicklung der Solarthermie in Hamburg in den letzten zwanzig Jahren und die Unterstützung durch die verschiedenen Senate geht Abschnitt 4 ein.

Abschätzungen zur Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen unterschiedlicher Größe und Einsatzart ohne und mit staatlicher finanzieller Förderung folgen in Abschnitt 5.

In Abschnitt 6 werden Beschränkungen für staatliche Fördermaßnahmen und Spielräume für zusätzliche finanzielle Förderung überprüft.

Vor der Zusammenstellung von Handlungsempfehlungen in Abschnitt 8 werden in Abschnitt 7 die hemmenden Faktoren diskutiert, die dem Ausbau der Solarthermie in Hamburg im Wege stehen können.

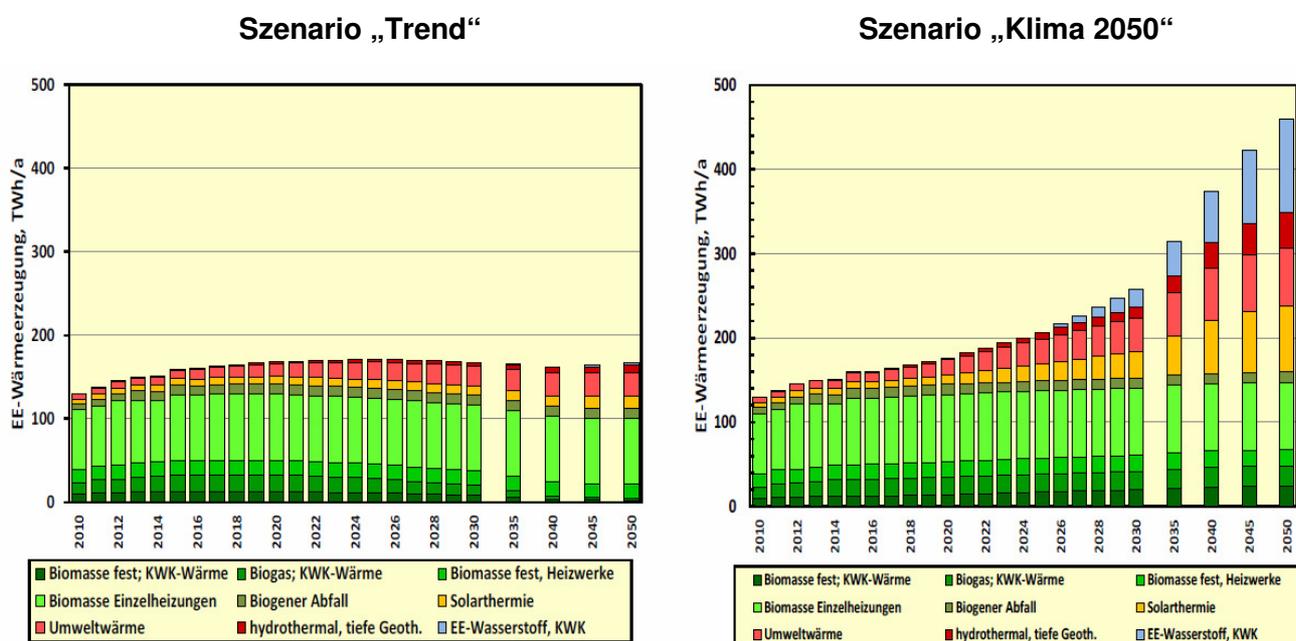
## 2. Ziele des Ausbaus von solarthermischen Anlagen

### 2.1 Ziele des Ausbaus der Solarthermie in Deutschland

Die Bundesregierung hat mit ihrem Energiekonzept 2010 Ziele für die Energieversorgung der BRD und für den Klimaschutz beschlossen. Mehrfach wurden diese bestätigt und konkretisiert.

Die wiederholt aktualisierten „Leitstudien“ des Bundes-Umweltministeriums zeigen, wie der Ausbau der erneuerbaren Energien ausgestaltet werden kann. Eindringlich wurde in den Leitstudien darauf hingewiesen, dass die Energiewende nicht nur im Sektor elektrischer Strom, sondern auch in den Sektoren Wärme und Verkehr stärker vorangebracht werden muss ([Nitsch 14]).

Innerhalb des Sektors Wärme soll den Leitstudien zufolge die **Solarthermie** eine wichtige Rolle spielen. Denn die direkte Umwandlung von solarer Einstrahlung in Wärme ist besonders umweltfreundlich und steht auf Dauer verlässlich zur Verfügung.



**Bild 1:** Für das Energiekonzept der Bundesregierung bis 2050 benötigte erneuerbare Wärme nach dem Szenario „Klima 2050“ (rechts), Szenario „Trend“ (links). (Quelle: Abb. 4 in [Nitsch 16])

In der Leitstudie 2010 [Nitsch 11] wird der Solarthermie im Jahr 2050 ein Beitrag zur Wärmeversorgung der BRD von 95 TWh pro Jahr zugeordnet (Basisszenario 2010 A, Tab. 10-9). Die „Aktualisierungen“ [Nitsch 15] und [Nitsch 16] enthalten einen Beitrag der Solarthermie von 72 TWh pro Jahr (dunkelgelb im Szenario „Klima 2050“ in Bild 1). Das Absinken dieses Beitrags von 2010 auf 2016 kann mit einer Erhöhung des Wärmebeitrags aus erneuerbarem Strom in Verbindung gebracht werden (blau: EE-Wasserstoff, KWK).

In der Metaanalyse [Sandrock 15a] auf Seite 9 aufgelistete vergleichbare Studien fordern eher größere Werte für den benötigten Beitrag der Solarthermie zur Wärmeversorgung im Jahr 2050 als die Leitstudien.

In der „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie [BMWi 15b] wird ein Zielkorridor beschrieben, dem zufolge der Beitrag der Solarthermie im Jahr 2050 zwischen 40 TWh pro Jahr bei Verfolgung einer ausgeprägten Effizienzstrategie und 82 TWh pro Jahr bei Verfolgung einer ausgeprägten Erneuerbare-Energien-Strategie liegen soll.

Aus einem Wert in der Mitte dieses Korridors ergibt sich bei 80 Millionen Personen in der BRD im Jahr 2050 ein Wärmebeitrag der Solarthermie von 760 kWh pro Person und Jahr. Für Solarkollektoren mit einem jährlichen Wärmertrag von 380 kWh pro m<sup>2</sup> folgt als einfache Zielvorgabe:

**Ziel für 2050: 2 m<sup>2</sup> Solarkollektorfläche pro Person**

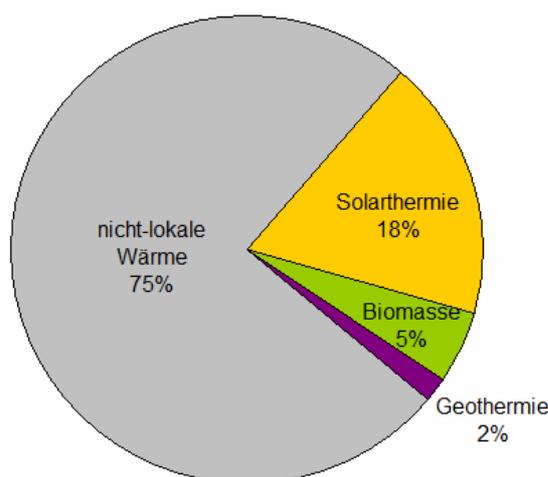
Sehr viel ambitionierter ist ein von der Deutschen Solarthermie-Technologie Plattform (DSTTP) formuliertes Ausbauziel: Nach [Stryi-Hipp 10] soll das langfristige Ziel bei 8 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person liegen. Damit könnten 2050 etwa 50 % des gesamten Wärmebedarfs durch Solarthermie bereitgestellt werden unter der Annahme, dass der Wärmebedarf bis dahin um etwas mehr als die Hälfte im Vergleich zu 2004 gesunken ist.

### 2.2 Ziele des Ausbaus der Solarthermie in Hamburg

Der Hamburger Senat hat sich verpflichtet, „seinen“ Beitrag zum nationalen Klimaschutzziel zu leisten. Bei vermuteten 2 Millionen Einwohnerinnen und Einwohnern in Hamburg im Jahr 2050 ergibt sich aus dem bundesweiten Ziel ein Mindestbeitrag der Solarthermie zur Wärmeversorgung von 1,5 TWh pro Jahr entsprechend einer Solarkollektorfläche von 4,0 Millionen Quadratmeter für Hamburg.

Die Wärmemenge 1,5 TWh ist etwas größer als die Hälfte des „technischen Potenzials“ an solarer Wärme, das die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt im Jahr 2015 auf eine Anfrage der Hamburger Bürgerschaft hin ermittelt und als „realistisch“ bezeichnet hat ([FHH 15a]).

In dieser Unterrichtung wurden 2,75 TWh pro Jahr als realistisch erschließbares technisches Potenzial für Solarkollektoren in Hamburg genannt. Mit diesem Wert entfallen nach Darstellung der Behörde 72 % des lokalen erneuerbaren Wärmepotenzials in Hamburg auf die Solarthermie (Bild 2 nach [FHH 15a]).



**Bild 2:** Erschließbare Beiträge **lokaler** erneuerbarer Wärmequellen am gesamten Wärmebedarf Hamburgs im Jahr 2050 nach Angaben des Senats (Quellen: [FHH 15a] Anlage 1, [Gabányi 15a] Folie 17, [Dietrich 15] Folie 12, [Walberg 15] Folie 6)

Wenn im Jahr 2050 entsprechend der Zielsetzung von Abschnitt 2.1 nur 1,5 TWh anstelle von 2,75 TWh pro Jahr genutzt würden, würde der Anteil der Wärmequelle Solarthermie in Bild 2 allerdings nur 10 % statt 18 % betragen.

Zweitwichtigste lokale Wärmequelle ist nach Bild 2 die lokale **Biomasse**, die 5 % des gesamten Wärmebedarfs im Jahr 2050 abdecken kann. Das Potenzial an nachhaltig einsetzbarer Biomasse ist sehr begrenzt. Zudem sollte es vorrangig zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung, im Verkehrssektor und für Hochtemperaturanwendungen eingesetzt werden, da dieser Energieträger gespeicherte Energie enthält und daher Versorgungsengpässe ausgleichen kann.

Gestützt auf das Gutachten [LBD 11] wurde das **Geothermie-Potenzial** in Hamburg von der Umweltbehörde stark unterschätzt. Der Anteil 2 % in Bild 2 berücksichtigt nicht die gesamte einsetzbare Umweltwärme, sondern nur diejenige, die sich mit Hilfe von Wärmepumpen den obersten Erdschichten entnehmen lässt. Fehlende Beiträge von Luft-Wärmepumpen und Großwärmepumpen, die beispielsweise Elbwasser als Wärmequelle einsetzen, werden in [FHH 15a] zwar erwähnt, aber nicht einbezogen. Daher wird schließlich fälschlicherweise resümiert: „Der Geothermie bleibt daher bedingt durch die geologische Lage Hamburgs nach heutigem Stand nur ein Nischendasein.“

Sicher ergeben sich für einen verstärkten Einsatz von Wärmepumpen, die der umgebenden Luft Wärme entziehen, Beschränkungen bei Gebäuden ohne Flächenheizungen. Zudem würden starke Kapazitäten an Back-up-Kraftwerken für die Bereitstellung von zusätzlichem Strom im Winter benötigt.

Aber, selbst wenn für 2050 mit einem fünfmal größeren Geothermie-Potenzial gerechnet wird als in Bild 2, bleibt mit 10 % für die Solarthermie, 5 % für die lokale Biomasse und 10 % für Geothermie und Umgebungswärme weiterhin eine riesige, lokal nicht gedeckte Wärmelücke von 75 % wie in Bild 2.

In welchem Umfang die lokalen erneuerbaren Wärmepotenziale erschlossen werden sollten, hängt nicht zuletzt davon ab, woher die restliche Wärme für drei Viertel des im Jahr 2050 noch bestehenden Wärmebedarfs kommen soll.

Nach dem gegenwärtigen Trend würde Hamburg auch noch im Jahr 2050 überwiegend mit fossilem Erdgas beheizt werden. Dagegen hat die Bundesregierung als Ziel für das Jahr 2050 einen **nahezu klimaneutralen Gebäudebestand** beschlossen. Ein Verharren bei einer fossilen Wärmeversorgung stünde auch im Widerspruch zum Volksentscheid vom 22. September 2013. Dessen Zielsetzung „Erneuerbare Energien“ ist verbindlich. Nach den beim Netze-Volksentscheid gesammelten Erfahrungen kann kaum daran gezweifelt werden, dass eine große Mehrheit der Hamburgerinnen und Hamburger eine anhaltende fossile Wärmestrategie ablehnen würde.

Im *Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg* [Groscurth 10], das in seiner Abb. 9 bereits zu sehr ähnlichen Ergebnissen für das lokale Wärmepotenzial in Hamburg kam wie die BSU mit Bild 2, wird von einem umfangreichen Import von Biomasse aus dem Weltmarkt eher abgeraten. In der Tat dürfte sich ein Biomasse-Anteil wie auf der rechten Seite von Bild 1 für Hamburg nur durch Bezug von Biomasse vom internationalen Markt in großem Umfang decken lassen.

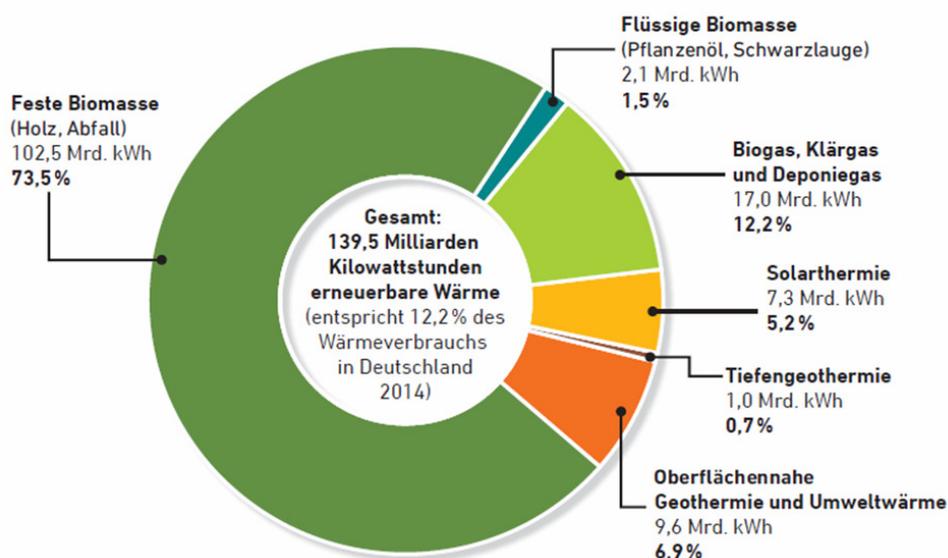
Damit bleiben nach Bild 1 oder [Gabányi 15a], Folie 18, noch importierter EE-Strom und „EE-Wasserstoff“ zum Einsatz für den größten Teil einer nachhaltigen Wärmeversorgung Hamburgs im Jahr 2050. Aus erneuerbarem Strom gewonnene Energieträger wie Wasserstoff, Methan etc., die zur Überbrückung von Windflauten gebraucht werden, werden voraussichtlich ziemlich teuer sein, zumal sie auch von den Sektoren Verkehr, Industrie und Landwirtschaft benötigt werden.

Wenigstens im Sommerhalbjahr kann mit Hilfe der Solarthermie der Einsatz von „gespeichertem EE-Strom“ für die Wärmeversorgung vermieden werden. Damit ist die Bedeutung der Solarwärme als wichtiger Wärmequelle für den Niedertemperaturbereich evident. Da Hamburg ein viel geringeres lokales Potenzial an Bioenergie besitzt als Flächenländer, gäbe es gute Gründe, über die Zielsetzung von 2 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person im Jahr 2050 hinauszugehen.

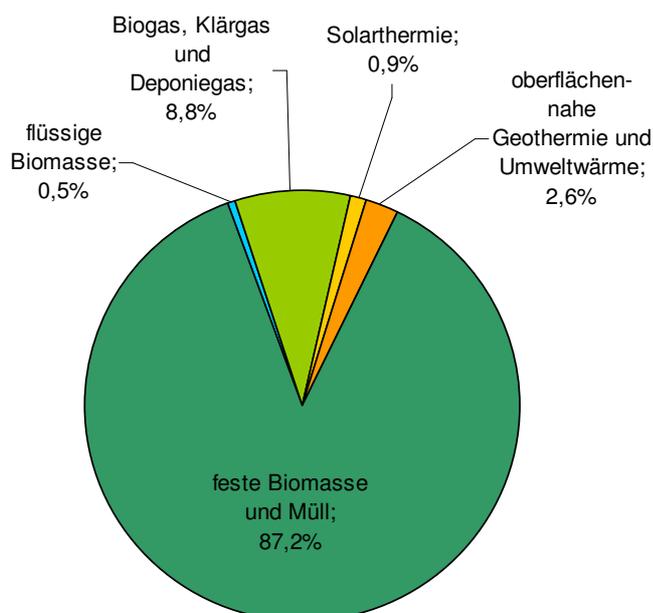
### 3. Gegenwärtige Nutzung der Solarthermie

#### 3.1 Gegenwärtige Nutzung der Solarthermie in Deutschland und in Hamburg

Zurzeit kommen gemäß Bild 3 in der BRD nur 5,2 % der erneuerbaren Wärme von der Solarthermie. Die gesamte erneuerbare Wärme selbst trug im Jahr 2014 erst 12,2 % zum gesamten Wärmeverbrauch bei.



**Bild 3:** Beiträge von erneuerbaren Energien zur aktuellen Wärmeversorgung der BRD im Jahr 2014 (Endenergie). (Bildquelle: AGEE-Stat; Daten nach BMWi, Stand: 10. 2015)

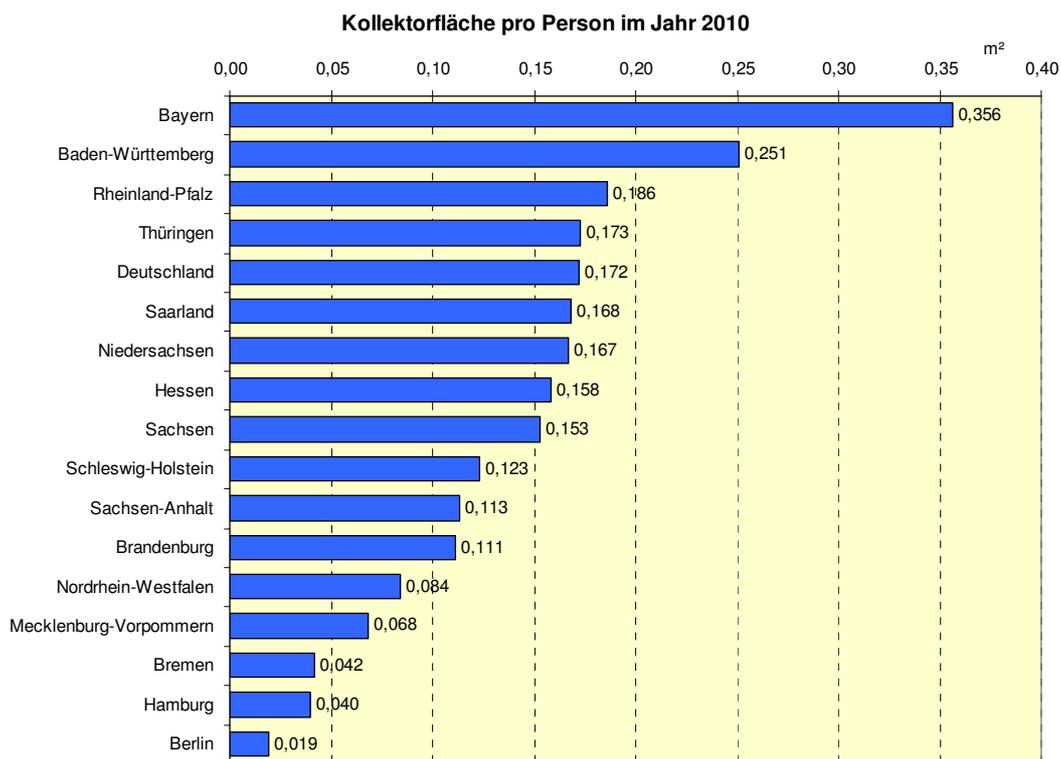


**Bild 4:** Beiträge zur erneuerbaren Wärmeversorgung in Hamburg im Jahr 2012 (Primärenergieverbrauch). (Daten nach Länderarbeitskreis Energiebilanzen, Stand 31.3.2016)

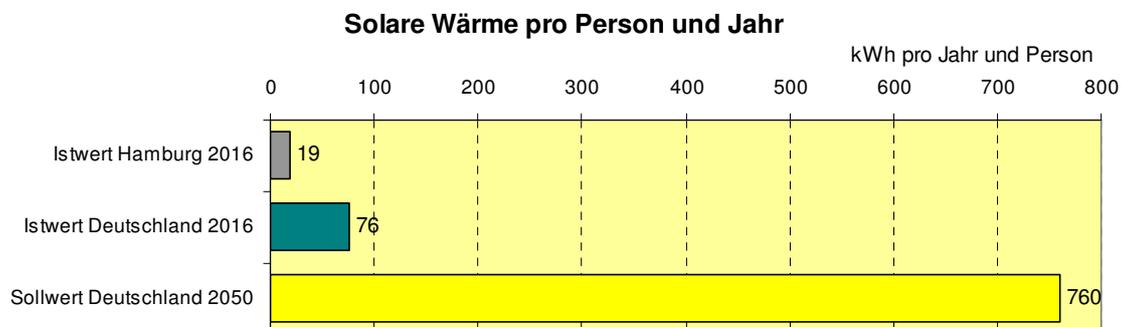
## Hamburg braucht eine Solardachstrategie

Bild 4 zeigt die entsprechenden Anteile an der im Jahr 2012 in Hamburg eingesetzten erneuerbaren Wärme. Bei der Beurteilung dieser Daten sollte auf jeden Fall berücksichtigt werden, dass nach offiziellen Angaben in Hamburg weniger als 1 % des gesamten Wärmeverbrauchs aus echten erneuerbaren Quellen stammen ([Gabányi 15a] Folie 11). Nur indem per allgemeiner Vereinbarung die Hälfte des verbrannten Mülls der erneuerbaren Wärme zugerechnet wird, verringert sich der Abstand zum Bundesdurchschnitt (12,2%) und zum nationalen Ziel für das Jahr 2020 (14 % nach § 1, Abs. 2 des EEWärmeG) etwas.

Der geringe Anteil der in Hamburg mit Solarthermie gewonnen Wärme in Bild 4 findet sich in anderen Formen auch in den folgenden Übersichts-Bildern.



**Bild 5:** Installierte Kollektorfläche pro Person in deutschen Bundesländern im Jahr 2010 (Daten nach [Wenzel 12], Abb. 2-3)



**Bild 6:** Solare Wärme pro Person und Jahr in kWh für das Jahr 2016 in Hamburg, in der BRD (Mittelwert) und als Sollwert für das Jahr 2050 gemäß der Zielsetzung in Abschnitt 2.1

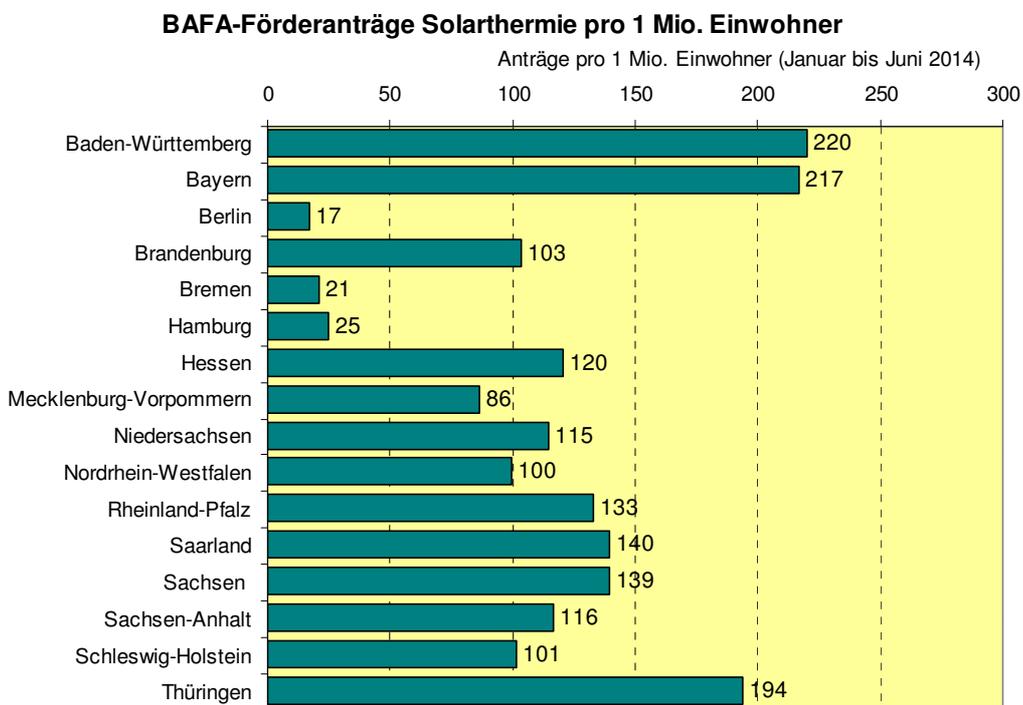
Die Nutzung der Solarthermie ist in den Bundesländern sehr ungleich verteilt. Werden die Daten in Bild 5 auf das Jahr 2016 extrapoliert, so folgt mit Bild 6:

Bei den Kollektorflächen pro Person hat Bayern zurzeit fast ein Fünftel des Zielwerts für 2050 nach Abschnitt 2.1 erreicht. Der Bundesdurchschnitt liegt 2016 bei einem Zehntel dieses Zielwertes. Als Schlusslichter der Bundesländer-Liste finden sich die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg.

Hamburg hat bei der installierten Kollektorfläche pro Person im Jahr 2016 nur etwa ein Vierzigstel des Zielwerts für 2050 vorzuweisen. Lediglich in Berlin ist die installierte Kollektorfläche pro Person noch kleiner als in Hamburg. Im BRD-Durchschnitt sind viermal mehr Solarkollektoren pro Person installiert als in Hamburg.

Dem ist gegenüberzustellen, dass die solare Wärme das mit Abstand größte lokale Wärmepotenzial in Hamburg bietet (Bild 2) und ganz besonders umweltfreundlich ist. Mit solarer Wärme werden Emissionen von CO<sub>2</sub>, Feinstaub und Stickoxiden vermieden. Sie trägt mit mehr als 75 % zur regionalen Wertschöpfung bei. Es treten keine Preisschwankungen auf. Das Stromnetz wird nicht zusätzlich belastet wie durch Photovoltaik. Es sind auch keine zusätzlichen Kraftwerke als Back-up notwendig wie bei Wärmepumpen.

Die geringe Anzahl der Solarthermie-Förderanträge pro Einwohnerinnen und Einwohner in den drei Stadtstaaten nach Bild 7 lässt sich zum Teil damit erklären, dass bisher solarthermische Anlagen in erster Linie auf Ein- und Zweifamilienhäusern (einschließlich Reihenhäusern) eingesetzt wurden, während Eigentümer von Mehrfamilienhäusern und von Nichtwohngebäuden sich weitgehend zurückhielten, obwohl gerade bei Mehrfamilienhäusern die Nutzung solarer Wärme besonders wirtschaftlich ist ([BReg 15], [FVEE 15]).



**Bild 7:** Anzahl der Förderanträge je 1 Million Personen auf finanzielle Förderung von Solaranlagen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (Januar bis Juni 2014). Hamburg liegt an drittletzter Stelle (nach Daten des BAFA vom Juli 2014).

In den Jahren 1998 bis 2002 wurden in Hamburg auf Mehrfamilienhäusern schon ähnlich viele Solarkollektoren montiert wie auf Einfamilienhäusern ([Sandrock 03] Seite 40). Damit nahm Hamburg

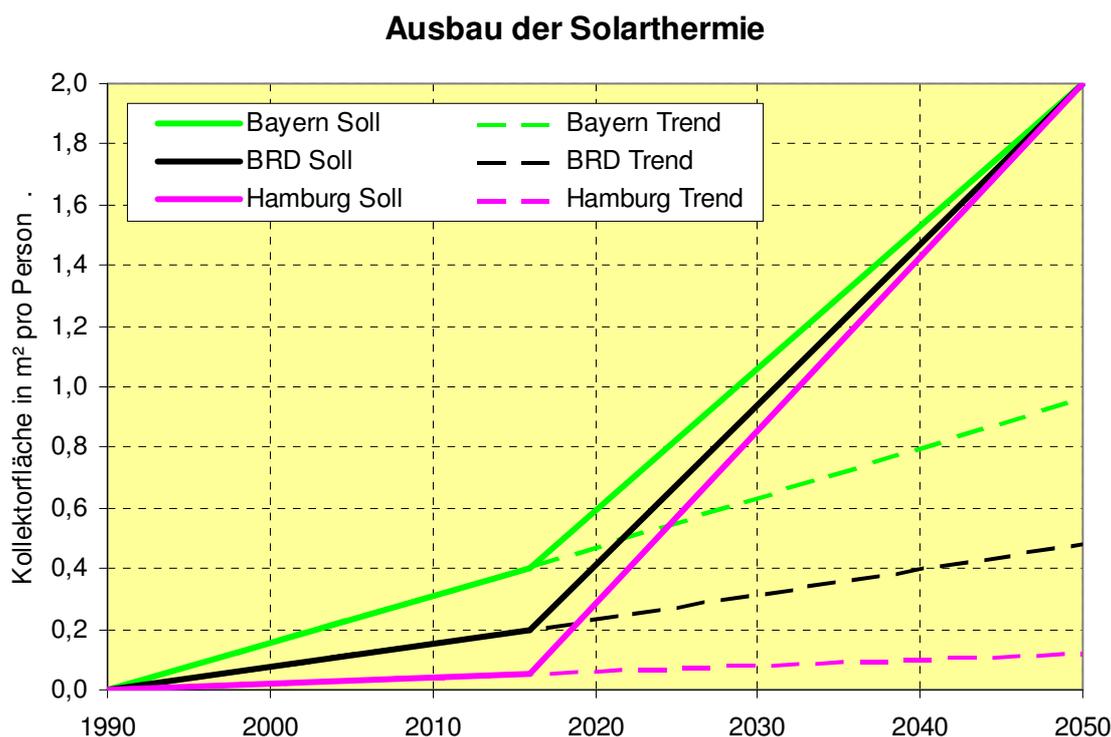
damals in dieser Hinsicht eine bundesweite Vorreiterstellung ein. Bei einer gleichen Verteilung der Kollektorfläche pro Person müsste allerdings die Kollektorfläche auf anderen Gebäuden viel größer sein als die auf Ein- und Zweifamilienhäusern, da sich in EZFH nur 20 % der Wohnungen befinden und der Bestand an Nichtwohngebäuden in Hamburg ungewöhnlich groß ist.

### 3.2 Zeitlicher Verlauf des Ausbaus der Solarthermie-Nutzung

In Bild 8 wird der Ausbau der Solarthermie zwischen 1990 und 2016 schematisch durch eine gerade Linie dargestellt, um erkennbar zu machen, welche enormen Steigerungsraten notwendig sind, wenn die nationalen Klimaschutzziele bezüglich Solarthermie bis zum Jahr 2050 erreicht werden sollen.

Um den Sollwert für Hamburg einzuhalten, muss zwischen 2016 und 2050 jedes Jahr etwa so viel an Solarkollektorfläche zugebaut werden, wie gegenwärtig insgesamt bereits installiert ist. Es geht um einen durchschnittlichen jährlichen Zubau an Solarkollektorfläche von 100.000 m<sup>2</sup> in ganz Hamburg ohne Berücksichtigung der Fläche von zu ersetzenden Kollektoren.

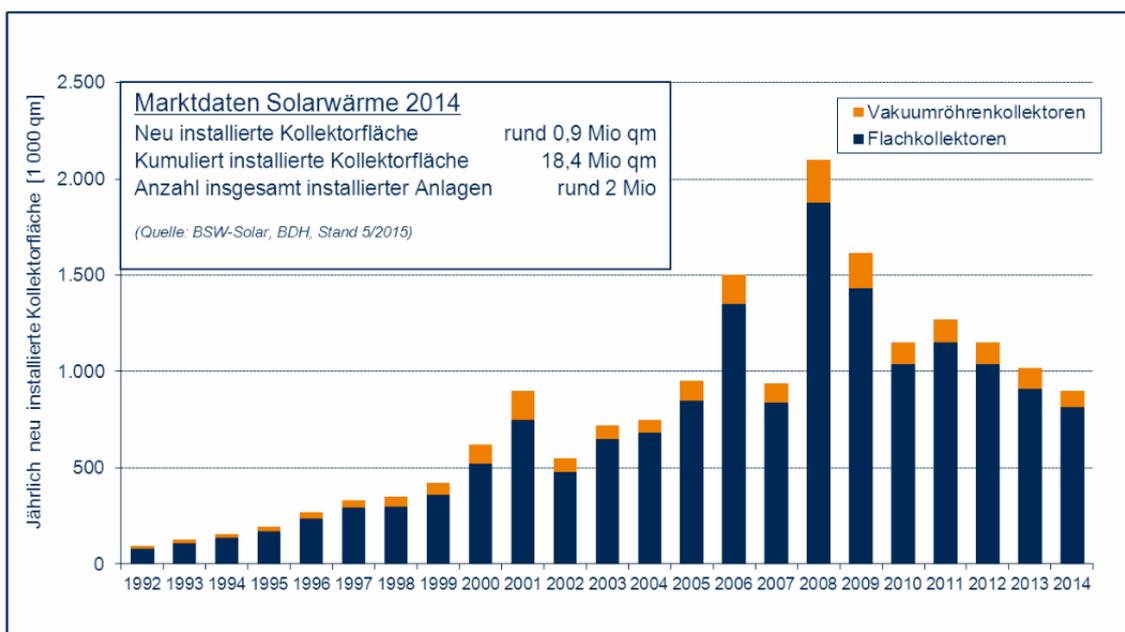
Das Gründachpotenzial beträgt nach [FHH 14a] allein schon für neue Wohngebäude sowie für neue Gewerbegebäude ohne Hafengebäude jährlich 220.000 m<sup>2</sup>. Dieses Potenzial kann grundsätzlich auch für die Solarenergie erschlossen werden. Eine Limitierung durch zu wenige geeignete Flächen besteht also nicht.



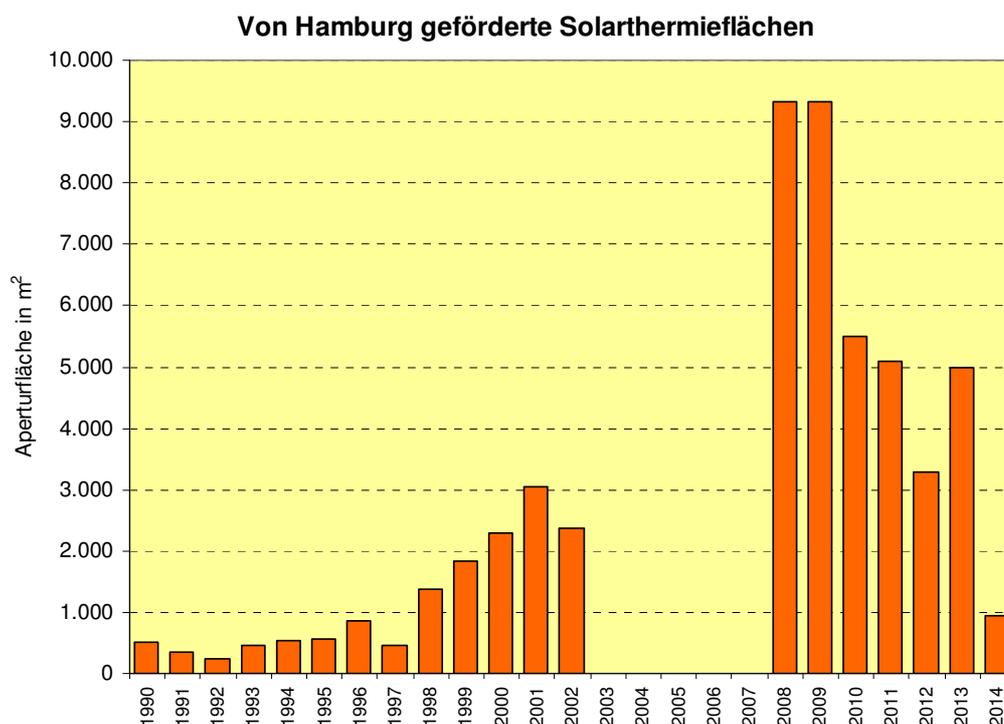
**Bild 8:** Schematische Darstellung des notwendigen Ausbaus der Solarthermie in der BRD und in Hamburg bis zum Jahr 2050

Wie Bild 9 zu entnehmen ist, erfolgte der tatsächliche jährliche Ausbau der Solarkollektorflächen in der BRD zunächst ähnlich einer anwachsenden Exponentialfunktion, die mit dem Anstieg des Erdölpreises korrelierte. Ab dem Jahr 2009 gab es jedoch einen Einbruch der jährlich neu installierten Kollektorfläche, der auf mehrere Ursachen zurückzuführen ist.

In der Evaluierung des Wärmemarkt-Anreizprogramms für das Jahr 2013 [Stuible 14] wurde die mangelnde Zielerreichung im Vergleich zu den Erwartungen der Leitstudie des BMU ausführlich analysiert (Tab. 3-1, 3-7, 3-9). Besonders bei den großen Solarwärmanlagen für Wärmenetze und bei der solaren Prozesswärme blieben die Istwerte in der BRD weit hinter den Zielwerten zurück.



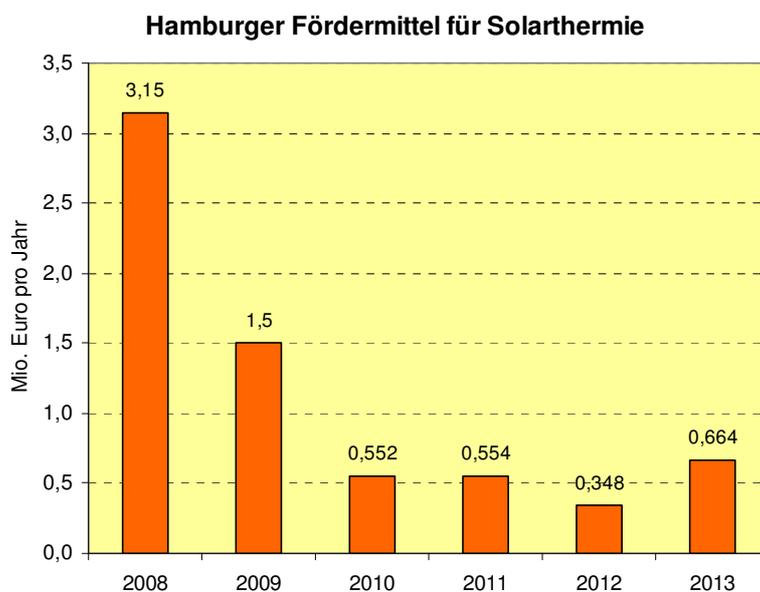
**Bild 9:** Zubau von Solarkollektorfläche in Deutschland, bis 2008 entsprechend einer Exponentialfunktion. Danach Stagnation des Zubaus auf einem niedrigen Niveau. Dem Bild ist der relativ geringe Anteil an Vakuumröhrenkollektoren im Gegensatz zu Flachkollektoren zu entnehmen. (Quelle: [BSW solar 15]). Angaben zu den Leistungen finden sich in Tabelle 2-3 von [Stuible 14].



**Bild 10:** Von Hamburg geförderte Solarkollektorflächen (Daten: [Sandrock 03], [FHH 11a], [FHH 15b] und [Bartsch 15]). Für 2003 bis 2007 standen den Autoren keine Daten zur Verfügung.

Auch in Hamburg hatte der jährliche Ausbau der Solarkollektorflächen bis 2009 den Verlauf einer Exponentialfunktion (Bild 10), vergleichbar dem Ausbau in der ganzen BRD (Bild 9).

Auf Grund von lokalen politischen Besonderheiten fiel der Rückgang der geförderten, neu installierten Kollektorfläche ab dem Jahr 2009 in Hamburg aber noch dramatischer aus als im Durchschnitt des gesamten Bundesgebiets. Im Jahr 2014 lag die geförderte Solarkollektorfläche nur noch bei einem Zehntel der Werte in den Jahren 2008 und 2009 (Bild 10). Sie war noch vergleichbar mit dem Wert des Jahres 1996.



**Bild 11:** Umfang der Hamburger Fördermittel für die Solarthermie (Daten: [FHH 11a], [FHH 15b])

### Kürzung der Solarthermie-Förderung in Hamburg im Jahr 2008

Im Jahr 2008 wurden in Hamburg wegen steigender Ölpreise und einer Werbekampagne der BSU so viele Anträge auf Förderung von Solaranlagen gestellt, dass die von Hamburg für Solarthermie bereitgestellten Fördermittel bei weitem nicht ausreichten.

Die Fördermittel wurden zwar kurzfristig erhöht. Immerhin hatte die EU-Kommission im Februar 2009 Hamburg den Titel „Europäische Umwelthauptstadt 2011“ verliehen.

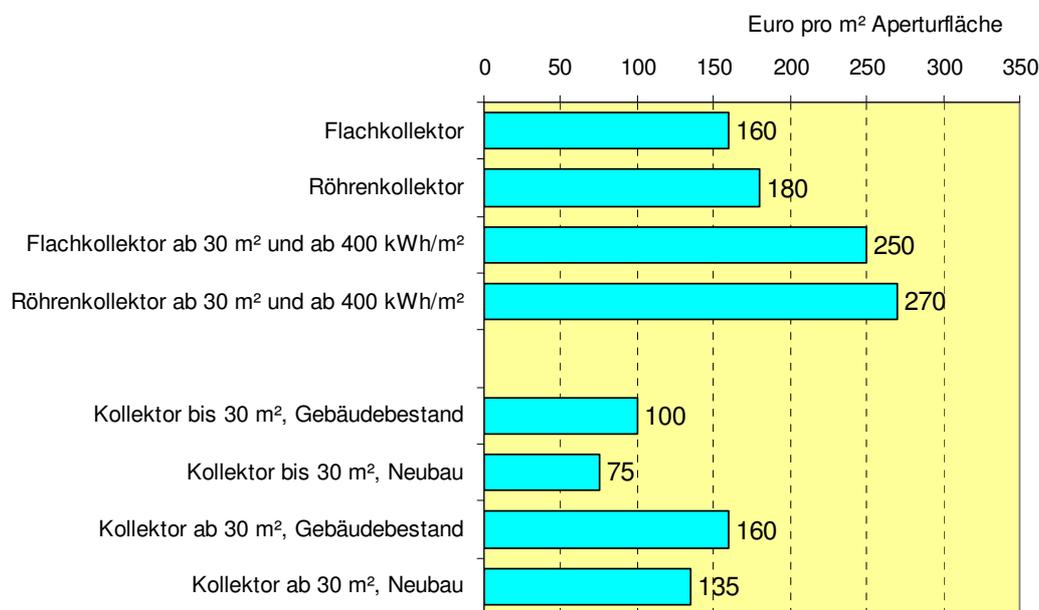
Trotz scharfer Kritik des BUND wurde aber auch der Förderanteil an den Investitionskosten gekürzt – vielleicht im Glauben, es sei eine Überförderung aufgetreten (Bild 12).

Auch die SPD hatte gegen diese Kürzung heftig protestiert. Trotz des nun folgenden sehr starken Absinkens der Installation von Kollektorflächen (Bild 10) wurde der Förder-Zuschuss aber weder vom SPD-Senat noch vom gegenwärtig regierenden rot-grünen Senat wieder erhöht.

Darüber hinaus wurden als Folge des am 1. Januar 2009 in Kraft getretenen Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) Förderzuschüsse für Solarkollektoren an Neubauten ganz gestrichen. Nur für Nichtwohngebäude mit Bereitstellung von Prozesswärme und / oder -kälte ist gegenwärtig eine bescheidene Förderung vorgesehen (vgl. Abschnitt 5.2), die allerdings kaum genutzt wird.

Im Kasten „Kürzung der Solarthermie-Förderung in Hamburg im Jahr 2008“ wird eine der wesentlichen Ursachen für den besonders starken Einbruch der Installation von Solarkollektoranlagen in Hamburg näher erläutert: die heftige Kürzung der Fördersätze für solarthermische Anlagen durch die 2008 regierende schwarz-grüne Koalition, die von den darauf folgenden Regierungen beibehalten wurde.

**Solarkollektor-Förderung durch Hamburg bis 2008 und danach**



**Bild 12:** Fördersätze (in Euro pro m² Aperturfläche) in Hamburg bis zum Jahr 2008 (oben) und nach der Kürzung (unten)

Eine Statistik über die gesamte vorhandene und über die neu installierte Kollektorfläche wird vom Senat nicht geführt. Es erfolgt noch nicht einmal eine zentrale Erfassung des Bestands an fotovoltaischen und solarthermischen Anlagen auf öffentlichen Gebäuden ([FHH 10a]). Lediglich zu den durch die Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB) geförderten neu installierten Solarkollektor-Anlagen gibt es ab und zu Angaben der IFB.

Auf Bundesebene hat nach einem jahrelangen Rückgang der Neuinstallation von Solarkollektoren seit 2013 keine effektive Erhöhung der **genutzten** Solarkollektor-Fläche mehr stattgefunden (Zubau etwa gleich Rückbau). Es ist zu vermuten, dass die Situation in Hamburg nicht besser ist.

Die Fläche der Solaranlagen, die an Neubauten im Rahmen der Verpflichtung durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) installiert werden, lässt sich grob durch Übertragung von bundesweiten Anteilen der Solarthermie auf Hamburg schätzen. Aus den Anzahlen der in Hamburg genehmigten Ein- und Zweifamilienhäuser in den Jahren 2014 und 2015 und einem Anteil von 20 % bei der Pflichterfüllung des EEWärmeG mit Solarthermie ([BReg 15] Abb. 10) ergibt sich ein grober Schätzwert von 2.000 m² neu installierter, nicht geförderter Kollektorfläche pro Jahr in Hamburg, wenn eine durchschnittliche Kollektorfläche pro Gebäude von 7,5 m² angenommen wird.

Der gesamten im Jahr 2014 in Hamburg neu installierten Solarkollektorfläche von rund 3.000 m² steht eine unbekannte Fläche von aus Altersgründen nicht weiter betriebenen Solaranlagen gegenüber. Die gegenwärtige Installationsrate liegt damit bei weniger als 17 cm² pro Person und Jahr – zu vergleichen mit einem Sollwert von 570 cm² pro Person und Jahr gemäß Bild 8.

## 4. Aufgabenstellung dieser Studie, abgeleitet aus der Politik des Senats der FHH

### 4.1 Von „Solar – na klar!“ zu „Auf die Dächer – fertig – grün!“

Vor einem Jahrzehnt erhielt der Ausbau von solarthermischen Anlagen durch die Hamburger Behörde für Umwelt und Gesundheit bzw. die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt noch erhebliche Unterstützung

- beispielsweise durch die 1999 vom Arbeitskreis B.A.U.M. initiierte und von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte Kampagne „Solar – na klar!“ ([Sandrock 03], [BSU 08])
- oder durch eine sehr innovative solare Bauleitplanung in Hamburg (Bild 24, [Sandrock 06a], [Sandrock 06b]).

Das *Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg* [Groscurth 10] fasste 2010 als Ergebnis für die Versorgung der Gebäude Hamburgs mit Wärme zusammen:

„Die Restversorgung von Neubauten und sanierten Gebäuden sollte mit möglichst CO<sub>2</sub>-armer, am besten CO<sub>2</sub>-freier Energie erfolgen. Für Hamburg sind dabei Wärmepumpen, die mit CO<sub>2</sub>-freiem Strom betrieben werden, und Solarkollektoren die erste Wahl.“

Bei Vorliegen einer Konkurrenz zwischen Solarkollektoren und PV-Anlagen um geeignete Flächen tendierte das *Basisgutachten* zu einem Vorrang für Solarkollektoren.



**Bild 13:** Werbung für „Solar – na klar!“ in Hamburg um das Jahr 2005 (links) und für „Auf die Dächer – fertig – grün!“ im Jahr 2015 (rechts) (Quellen: [Sandrock 06b], [BUE 15])

Zu der vom *Basisgutachten* vorgeschlagenen Maßnahmenkombination für 2020 gehörte die Installation von Solarkollektoren mit einer Fläche von einer halben Million Quadratmeter, stellvertretend für die Nutzung erneuerbarer Wärme. Letztlich bedeute dies, so das *Basisgutachten*, dass alle neu gebauten oder sanierten Gebäude in erheblichem Umfang erneuerbare Energien nutzen müssten.

Ein Blick auf Bild 8 zeigt, dass der im *Basisgutachten* im Jahr 2010 vorgeschlagene Ausbau der Solarthermie in bester Übereinstimmung mit dem Ziel von 2 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Person im Jahr 2050 steht, das in Abschnitt 2.1 hergeleitet wurde.

Im Jahr 2016 ist mit Ernüchterung festzustellen, dass die gesamte Solarkollektorfläche in Hamburg etwa ein Zehntel der vom *Basisgutachten* für das Jahr 2020 vorgeschlagenen Fläche beträgt. Der Ausbau ist nahezu zum Erliegen gekommen.

Nach der Übernahme der Regierung Hamburgs durch den SPD-Senat im Jahr 2011 wurde die Bedeutung der Solarthermie herabgestuft. Die zuletzt fertig gestellte große Solarthermieanlage auf dem Energiebunker in Wilhelmsburg (Bild 14 in Abschnitt 4.2) war bereits im Jahr 2006 als „nächste Maßnahme“ angekündigt worden. Nach der Fertigstellung dieser solarthermischen Anlage auf dem Energiebunker wurde in Hamburg keine große Solarthermieanlage mehr geplant oder installiert. Mögliche große Flächen für Solarthermieanlagen gingen mangels Unterstützung durch den Senat verloren (Bild 14).

Die SPD-Alleinregierung überließ ab 2011 die Energiepolitik in Hamburg weitgehend den als Partnern gewählten Energiekonzernen. Vattenfall hat kein Interesse an einer Integration von Solarthermie in sein Hochtemperatur-Wärmenetz, zumal die Erzeugung von Fernwärme mit importierter Steinkohle weit höhere Gewinne verspricht als erneuerbare Wärme. Auf die Positionierung von E.ON bzw. Hansewerk Natur zur Solarthermie wird in Abschnitt 8.5 eingegangen.

### **Der Senat kritisiert das Engagement der HamburgerInnen für den Klimaschutz**

Bezugnehmend auf eine Informationsveranstaltung, die dem *Hamburger Klimaplan* voranging, zeigte sich der Hamburger Senat unzufrieden mit dem einseitigen Engagement der Hamburgerinnen und Hamburger für den Klimaschutz ([FHH 15c]):

„Während sich die Stakeholder der Stadt in höchstem Maße engagiert beim Klimaschutz einbringen, wird das Anpassungsthema noch zurückhaltend aufgenommen.

Die konkrete Betroffenheit und Handlungsbedarfe sind noch nicht hinreichend bewusst. Im Hinblick auf die Anpassungserfordernisse in der Stadt müssen Politik und Verwaltung ihre Aufklärungsarbeit und Bereitstellung von Informationen an den Bedürfnissen der zivilen Akteure ausrichten...

Dabei sollten zunächst die Kategorien von Anpassungsmaßnahmen propagiert werden, die einen sofort wirksamen Schutz bieten oder zu einer unmittelbaren Verbesserung des Lebensumfeldes führen (sogenannte No-regret-Maßnahmen)...

Dabei ist besonders auf mögliche Synergien mit klimaschützenden Maßnahmen wie der Wärmedämmung und der Dach- oder Fassadenbegrünung hinzuweisen.“

Zum Leitziel „Hamburg leistet viel, muss es aber auch zeigen.“ bemerkt der Senat:

„Hanseatische Zurückhaltung ist hier nicht angebracht.“

Das Interesse der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt galt nun mehr und mehr einer Kampagne für Gründächer unter dem Motto „Auf die Dächer – fertig – grün!“ (Bild 13).

Die im April 2014 vorgestellte „**Gründachstrategie**“ wird in [FHH 14a] als hervorgehobener Maßnahmenbaustein der klimagerechten Stadtentwicklung bezeichnet, dem eine besondere Bedeutung für das städtische Klima und den Wasserhaushalt zugeschrieben wird.

„Sie verbindet in neuer und innovativer Weise das stadtentwicklungspolitische Ziel der nachhaltigen Flächenentwicklung mit den klimapolitischen Zielsetzungen der Klimafolgenanpassung und des Klimaschutzes.“

Sie könnte auch auf Wählerstimmen abzielen, da die Bevölkerung Hamburgs eine grüne Stadt besonders schätzt. Der Senat sieht hier allerdings noch Handlungsbedarf (Kasten „Der Senat kritisiert das Engagement der HamburgerInnen für den Klimaschutz“).

Kurz vor der internationalen Klimakonferenz in Paris stellte der Senat im Dezember 2015 einen „**Klimaplan**“ [FHH 15c] vor. Es handelt sich um eine Zusammenfassung und Weiterentwicklung des „Masterplans Klimaschutz“ [FHH 13b] und des „Aktionsplans Anpassung an den Klimawandel“ [FHH 13c]. Dieser *Klimaplan* lässt in Verbindung mit zahlreichen Verlautbarungen und Maßnahmen auch der Behörde für Umwelt und Energie eine deutliche Verschiebung erkennen: hin zur **Klimaanpassung** und weg vom **Klimaschutz** zur Minderung der globalen Erwärmung.

Hamburg beschreite mit dem *Klimaplan* Neuland und nehme im bundesweiten Vergleich eine Vorreiterrolle ein, indem zwei Dinge, die zusammengehören, zusammengebracht würden, die Bereiche Klimaschutz und Klimaanpassung, so Vertreterinnen und Vertreter des Senats.

In diesem *Klimaplan* taucht jedoch nur ein einziges Mal das Wort „Solarthermie“ auf, die Begriffe „Gründach“ und „Fassadenbegrünung“ dagegen an die zwanzig Mal. Als einer von zwei Indikatoren für das Erreichen des Zielbilds *einer klimagerechten und klimaangepassten „Climate Smart City Hamburg“* soll in Zukunft die „Fläche Gründächer in Hamburg (im Aufbau)“ gewertet werden.

Das Engagement der Behörde für Umwelt und Energie (BUE) geht so weit, dass auf ihrer Internetseite sogar der Lobbyverband *Deutscher Dachgärtner Verband e. V.* seine Broschüren vorstellen darf.

Obwohl die Bezirke seit längerem in den Bebauungsplänen aller Neubaugebieten die Festsetzung von 8 cm extensiver Dachbegrünung auf Flachdächern vorschreiben, in Bebauungsplänen wie *HafenCity* oder *Mitte Altona* auch schon 15 cm ([FHH 14b]), soll die Verankerung weiter vorangetrieben werden:

„Formal und rechtlich werden Dachbegrünungen heute im Zuge der Festsetzungsmöglichkeiten der Bauleitplanung festgeschrieben. Inhaltlich werden sie aus gestalterischen Gründen, aus Gründen des Wasserrückhalts und als Maßnahmen zur Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft festgesetzt. Für die geplante Novellierung der Hamburgischen Bauordnung in 2016 wird angestrebt, eine neue Ermächtigungsgrundlage aufzunehmen, die es ermöglicht die Begrünung von Bauteilen von Gebäuden auch aus anderen als aus gestalterischen Gründen zu fordern.“

Der Eifer und die Umsicht, mit der die Gründachstrategie laut [FHH 14a] vorangetrieben wird, erscheinen bewunderungswürdig. Gründächer sollen sogar in den Schulunterricht und die akademische Lehre einbezogen werden.

Allerdings war in [FHH 14b] die Frage, ob die Kosten für Gründächer bei Bestandsbauten auf die Mieter umgelegt werden können, noch nicht geklärt. Auch „dass es weiterhin Probleme mit Flachdächern gebe, jedoch unabhängig davon, ob sie begrünt seien oder nicht“, konnte in [FHH 14b] nicht in Abrede gestellt werden.

Der Einsatz des Senats für die „Gründachstrategie“ wird im folgenden Kasten „Vergleich der Förderung der Solarthermie und der Gebäudebegrünung in Hamburg“ mit dem Einsatz für die Solarthermie verglichen.

### Vergleich der Förderung der Solarthermie und der Gebäudebegrünung in Hamburg

**Förderung Solarthermie:** Den Rückgang der Förderung in Hamburg seit dem Jahr 2009 zeigen die Bilder 11 und 12 in Abschnitt 3.2. Im Jahr 2014 wurden in Hamburg noch etwa 100.000 Euro an Förder-Zuschüssen für die Solarthermie gewährt.

**Förderung Gründachstrategie:** Nach dem Beschluss im April 2014 kündigte die BSU-Senatorin Jutta Blankau im Januar 2015 die bis Ende 2019 verfügbare Fördersumme von 3 Mio. Euro für freiwillige Dachbegrünungen an. Geworben wurde beispielsweise mit Dachsportplätzen und Penthouse-Dachgärten.

Die Förderhöhe reicht von durchschnittlich 30 % bis zur Förderhöchstgrenze von 60 % der förderfähigen Investitionskosten. Für ein Gründach in der Innenstadt erhöht sich der Förderbeitrag um 15 %. Die Hälfte der Abwassergebühren wird erlassen, wenn die Substratdicke der Begrünung größer als 5 cm ist. Einzelheiten zu den Fördersätzen in [FHH 14a] und [IFB 16b].

Für neue Gebäude wird weitgehend eine Dach- und bisweilen auch eine Fassadenbegrünung vorgeschrieben. Ein Förderung wird in diesem Fall nicht gewährt.

Allein schon für die neuen Wohnungs- und Gewerbebauten wurde in [FHH 15a] ein Dachbegrünungs-Potenzial von 1.100.000 m<sup>2</sup> für 5 Jahre errechnet.

Die Förderung der Gebäudebegrünung geht nicht auf Kosten des sonstigen Stadtgrüns. Die Sachkosten für die Unterhaltung von Grün- und Parkanlagen wurden zwischen 2011 und 2015 von 14,9 Mio. auf 19,9 Mio. Euro erhöht ([FHH 15d]).

**Flächenplanung Solarthermie:** Ein Register der installierten Solar-Kollektorflächen wird in Hamburg nicht geführt. Auch genaue Angaben zur Förderung der Solarthermie sind nur schwer zu erhalten. Über die solaren Potenziale der Dachflächen beispielsweise im Entwicklungsgebiet Billbrook hat die Umweltbehörde bisher keine Kenntnisse.

**Flächenplanung Gründachstrategie:** Da die Gründachfläche einer der Indikatoren des *Klimaplans* ist, wird sicherlich sorgfältig Buch geführt werden – in Analogie zum Baumkataster. Für Straßenbäume wurde am 29. März 2016 von der Behörde für Umwelt und Energie ein Online-Baumkataster vorgestellt, in dem jeder Straßenbaum auf einer interaktiven Karte erfasst ist. Man kann bis zum einzelnen Baum heranzoomen und Baumart, Gattung, Pflanzjahr, Stammumfang oder Kronendurchmesser feststellen. Bei dieser Gelegenheit hat die Umweltbehörde das Geld für die Nachpflanzung von Straßenbäumen für das Jahr 2016 von 0,5 auf 1,5 Mio. Euro erhöht. Bis 2019 wird dieses Programm fortgesetzt.

**Öffentlichkeitsarbeit Gründachstrategie:** Bei der öffentlichen Präsentation des *Hamburger Klimaplans* setzten sich die Vertreterinnen und Vertreter der BUE mit großem zeitlichem und personellem Aufwand für die Erklärung der Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Hamburg ein. Starkregen und Gegenmaßnahmen wie Gründächer wurden ausführlich dargestellt und begründet.

**Öffentlichkeitsarbeit Solarthermie:** Auf Nachfragen nach Maßnahmen für den Klimaschutz, insbesondere nach der Solarthermie, wurde diese bei der gleichen Veranstaltung vom Vertreter der BUE als nicht wirtschaftlich bezeichnet.

In unserer Gegenüberstellung wird darauf verzichtet, auf Übertreibungen und Falschinformationen im Zusammenhang mit der Hamburger Gründachstrategie näher einzugehen – beispielsweise hinsichtlich Energieeinsparung und Klimaschutz. Vielmehr soll vor allem auf die augenfälligen Unterschiede zwischen den Aktivitäten für Gebäudebegrünungen einerseits und der Vernachlässigung der Solarthermie andererseits aufmerksam gemacht werden. Wenn nur halb so viel an Engagement für eine Solardachstrategie aufgebracht würde wie für die Gründachstrategie, dann wäre für die Wärmewende in Hamburg sicher schon viel gewonnen.

Bei der Leitung der BUE scheint hinsichtlich einer möglichen Konkurrenz zwischen Dachbegrünung einerseits und Solarthermie oder Photovoltaik auf den Dächern Hamburgs andererseits keine volle Übereinstimmung zu bestehen. Senator Kerstan vertrat öffentlich eine Position wie die auch in [FHH 15d] formulierte:

„Extensives Gründach und aufgeständerte solare Dachnutzung (Photovoltaik, Solarthermie) sind in der Regel gut kombinierbar. Nutzungskonflikte können zwischen intensivem Gründach und Photovoltaik oder Gründach und horizontaler Flächen-Photovoltaik auftreten. Um Konflikte zu vermeiden, setzen die zuständigen Stellen in der Bauleitplanung fest, dass Dachbegrünung und Anlagen solarer Nutzung verträglich miteinander zu kombinieren sind.“

Immerhin wird in der Drucksache zur Gründachstrategie [FHH 14a] im Zusammenhang mit den verbindlichen Gründachfestlegungen in der Bauleitplanung und in den Bebauungsplänen festgestellt, diese sollten die Mitnutzung/Kombinutzung von Solarthermie/Photovoltaikanlagen **nicht ausschließen** (!)

Amtsleiter Gabányi bestätigte hingegen mehrfach eine Konkurrenz zwischen Dachbegrünung und solarer Nutzung. Nach [FHH 14a] sollen Dächer auch als nutzbare Freiräume erschlossen werden, als Freizeit-, Sport- und Spielflächen, für Naturerlebnis, als Ruhezeiten und für soziales Miteinander.

Gabányi wird aber bei seiner Einschätzung einer Konkurrenz vermutlich noch mehr an die Prioritäten der Investoren und an die durch die Dachstatik gesetzten Beschränkungen gedacht haben.

### 4.2 Aktuelle Bewertung des Solarthermie-Ausbaus durch Hamburger Behörden

Beim jüngsten Diskurs um einen verstärkten Einsatz von solarthermischen Anlagen in Hamburg wurde vom Leiter des Amtes für Naturschutz, Grünplanung und Energie der Hamburger Behörde für Umwelt und Energie (BUE), Hans Gabányi, mehrfach – auch in der Öffentlichkeit – argumentiert, solarthermischen Anlagen seien vielfach nicht wirtschaftlich darstellbar ([Rabenstein 15c]).

In den Fällen, in denen keine ausreichende Wirtschaftlichkeit besteht, kann diese durch staatliche finanzielle Förderung herbeigeführt werden. Hierzu machte Gabányi für die BUE jedoch geltend, einer Erhöhung der staatlichen finanziellen Förderung setze das EU-Beihilferecht enge Grenzen, die an vielen Stellen schon erreicht seien:

„Das vorhandene technische Potenzial für Solarthermie wird unter den gegenwärtigen (bundes-)rechtlichen und preislichen Rahmenbedingungen durch alternative Entscheidungen der Investoren derzeit unzureichend erschlossen. Dies können wir gegenwärtig nur in begrenztem Umfang durch eine – beihilferechtlich limitierte – Förderung kompensieren.“ ([Rabenstein 15c])

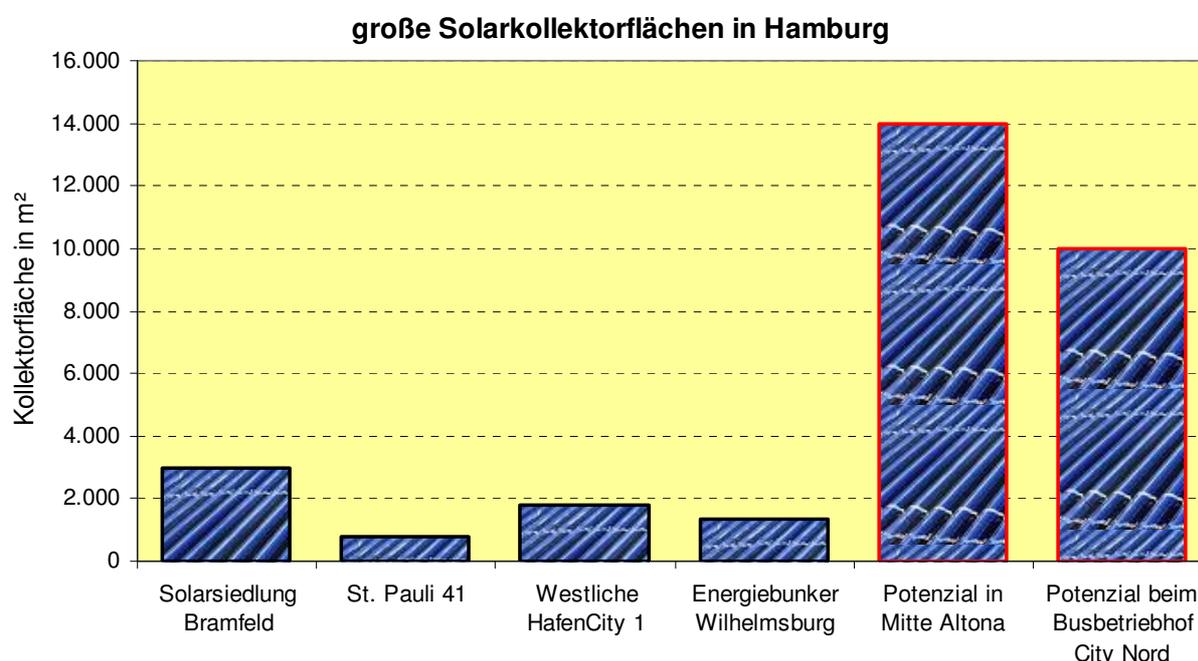
„In Bezug auf die finanzielle staatliche Förderung der Solarenergie setzt uns das EU-Beihilferecht enge Grenzen, die an vielen Stellen schon erreicht sind.“ ([Warnke 16]).

Der Senator für Umwelt und Energie, Jens Kerstan (Grüne), wurde bei dem von der *EnergieNetz Hamburg eG* und dem *Zukunftsrat Hamburg* organisierten „5. Wärmedialog“ am 16.2.2016 mehr-

fach auf den mangelnden Solarthermie-Ausbau in Hamburg aufmerksam gemacht. Er äußerte sich so:

„Zum einen ist es ja schon so, dass wir in der Hafencity-West einen großen Anteil Solarthermie haben, weil das die Stadt damals bei der Planung des Masterplans so festgesetzt hat als wichtige Rahmenbedingung für den Investor. Und in der Tat ist es so, dass wir bei dem einen oder anderen Bauprojekt jetzt auch durchaus im Auge haben und prüfen, inwieweit großflächige Solarthermie also in größerem Maßstab – also jetzt vielleicht nicht unbedingt nur auf Dächern, aber auch – eine Rolle spielen kann.“

Bild 14 gilt dem bisher erfolgten sowie dem gescheiterten Einsatz großflächiger Solarthermie in Hamburg. Links sind vier Flächen dargestellt, auf denen in den letzten 20 Jahren Großflächen-Solarthermie installiert wurde, rechts werden zwei Beispiele für in jüngster Zeit erschließbare, aber nicht genutzte Flächen gezeigt.



**Bild 14:** Die größten Solarkollektorflächen in Hamburg: installiert (links); einsetzbar, aber nicht für Solarkollektoren genutzt (rechts). Nötig wäre nach Abschnitt 3.2 eine jährlich Erweiterung der Solarkollektorfläche in Hamburg um 100.000 m<sup>2</sup>.

Zu der auch überregional viel beachteten und sehr bekannten Solarsiedlung Bramfeld (Karlshöhe) wird in [FHH 15e] berichtet: „Nach Angaben von HanseWerk Natur GmbH waren ursprünglich 3.300 m<sup>2</sup> Kollektorfläche angeschlossen. Heute sind noch rd. 725 m<sup>2</sup> in Betrieb.“

Der Solarkollektorfläche in der Hafencity-West, auf die sich Senator Kerstan bezieht, wird ein Deckungsanteil an der Warmwasserversorgung von 40 % zugeschrieben. Nach aktuellen Maßstäben ist das wenig. Die Entscheidung zur solaren Nutzung dieser Fläche fiel schon im Jahr 2006.

Auch die Solarnutzung des Energiebunkers wurde schon 2006 angekündigt.

Näheres zur nicht für solare Wärme genutzten großen Dachfläche in dem im Bau befindlichen neuen Klima-Modellquartier *Mitte Altona* enthält [Rabenstein 15a]. Als Begründung für die Nichtnutzung des Potenzials auf der großen zu begrünenden Dachfläche des geplanten Busbetriebshofs in der City Nord verwies die Behörde für Umwelt und Energie auf Einschätzungen der Hochbahn AG zur Wirtschaftlichkeit einer Solarenergienutzung ([Warnke 16]):

„Bei der Neubauplanung für den Busbetriebshof im Gleisdreieck an der Hebebrandstraße war mitentscheidend, dass die Dachbegrünung nach Auskunft der Hamburger Hochbahn AG zwingend notwendig war als naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahme für die Bebauung des Areals.

Als Zusatznutzen für den Umweltschutz dient die Dachbegrünung auch der Verbesserung des Mikroklimas. Eine eventuelle zusätzliche Solarenergienutzung ist nach Angaben der Hochbahn AG geprüft worden, aber u.a. aus wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll.“

### **4.3 Aufgabenstellung dieses Diskussionspapiers**

Mit dem vorliegenden Diskussionspapier soll überprüft werden, inwieweit die Einschätzung der Hamburger Behörde für Umwelt und Energie zur Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen zutrifft.

In Abschnitt 5 wird daher die Wirtschaftlichkeit von zahlreichen typischen Solarthermie-Anlagen untersucht, jeweils ohne und mit der aktuell gewährten öffentlichen finanziellen Förderung. Die Berechnungsmethodik wird in Anhang 1 beschrieben.

In Abschnitt 6 wird überprüft, inwieweit die aktuelle öffentliche Förderung durch den Bund und durch Hamburg tatsächlich die Grenzen des EU-Beihilferechts erreicht oder überschreitet. Damit soll erkennbar werden, wo substantielle Verbesserungen durch finanzielle Fördermaßnahmen möglich wären.

In Abschnitt 7 werden die für die Solarthermie allgemein und speziell in Hamburg bestehenden Hemmnisse genauer analysiert.

Schließlich werden auf dieser Basis in Abschnitt 8 Handlungsvorschläge für eine bessere Unterstützung der solaren Wärmenutzung in Hamburg gegeben.

## 5. Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen

### 5.1 Berechnungsmethodik

In diesem Abschnitt werden Ergebnisse von Abschätzungen der Wirtschaftlichkeit typischer solarthermischer Anlagen referiert. Die durchgeführten Berechnungen wurden gruppiert nach Solaranlagen

- bei Bestandsgebäuden,
- bei Neubauten,
- bei Solarthermie-Anlagen, die überwiegend in Wärmenetze einspeisen, und
- bei Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme.

Die Gestehungskosten für solarthermische Wärme wurden ohne bzw. mit staatlicher Förderung ermittelt. Um Aussagen zur Wirtschaftlichkeit zu gewinnen, können diese mit den Wärmegestehungspreisen von Erdgas oder Heizöl in Brennwertkesseln oder mit Fernwärmepreisen verglichen werden.

Die empirischen flächenbezogenen Investitionskosten für solarthermische Anlagen bewegen sich in einem recht großen Bereich. Besonders bei kleineren Anlagen ist der Streubereich ganz erheblich. Bei den hier referierten Berechnungen wurden empirische Mittelwerte für die Investitionskosten verwendet (Einzelheiten der Datengrundlage und der durchgeführten Berechnungen sind in Anlage 1 zu finden). Bei der Planung von konkreten Einzelprojekten sollten immer auf das jeweilige Projekt bezogene Wirtschaftlichkeits-Berechnungen durchgeführt werden.

Die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen wurde mit der Annuitätenmethode der VDI-Richtlinie 2067 vorgenommen. Von Vorteil ist bei dieser, dass in die Berechnungen keine Annahmen über die Höhe von künftigen Energiepreis-Steigerungen eingehen. Die projektbezogen errechneten Gestehungskosten für die solare Wärme können mit den Preisen für andere, insbesondere für fossile Energieträger als Alternativen verglichen werden. Annahmen über die künftige Entwicklung alternativer Wärmepreise fließen erst zu diesem Zeitpunkt in die Betrachtung ein.

### 5.2 Staatliche finanzielle Förderung von solarthermischen Anlagen

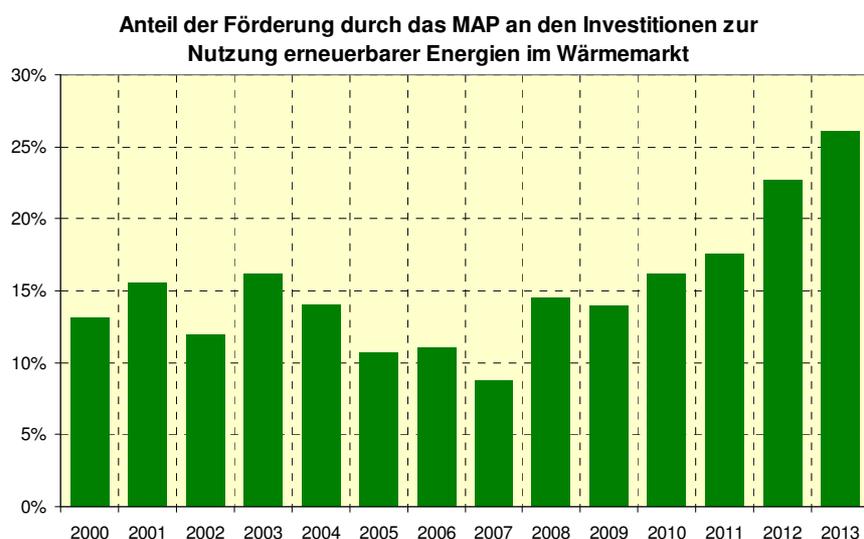
Die öffentliche Förderung von solarthermischen Anlagen ist seit 2009 in § 13 des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) verankert. Das vom Bund verwendete Instrument zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältebereich heißt **Marktanreizprogramm** (MAP). Neben solarthermischen Anlagen werden durch das MAP gegenwärtig auch Biomasse-Anlagen, Wärmepumpen, Tiefengeothermie-Anlagen, mit erneuerbaren Energien gespeiste Wärmenetze und große Wärmespeicher für erneuerbare Energien gefördert.

Die finanzielle Förderung erfolgt entweder mit Investitionszuschüssen durch das **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle** (BAFA) (Anhang 2) und zwar überwiegend für kleinere solarthermische Anlagen oder mit zinsgünstigen Darlehen und Tilgungszuschüssen der **KfW-Förderbank** für größere Anlagen. Die aktuellen Fördersätze und Förderbedingungen des MAP sind den „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ vom 11. März 2015 [BMWi 15a] und ergänzend [APEE 15] zu entnehmen.

Die staatliche Förderung durch den Bund wird in gewissen Fällen durch zusätzliche Fördergelder der **Hamburgischen Investitions- und Förderbank** (IFB) ergänzt ([IFB 16a]).

Die in §13 EEWärmeG vorgesehene und über das MAP gewährte finanzielle Förderung zur Nutzung erneuerbarer Wärme ist primär auf den Gebäudebestand ausgerichtet. Ziel ist es, nicht nur bei Neubauten sondern auch bei Bestandgebäuden den Zubau erneuerbarer Wärmeerzeuger zu beschleunigen und technische Innovationen anzureizen.

In Bild 15 ist gut zu erkennen, dass in den allerletzten Jahren die spezifischen Fördersätze des Marktanreizprogramms erhöht wurden. Hintergrund ist die Erkenntnis, dass die Wärmewende in Deutschland weit hinter der Stromwende zurückliegt. Vom BMWi wurde hervorgehoben, die Förderung von Solarwärme sei von der bei der Stromerzeugung durch Photovoltaik (PV) vorgenommenen Kürzung der Förderung nicht betroffen. Zu beachten ist also, dass die gegenwärtige Situation für die Wirtschaftlichkeit von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt günstiger ist als gemäß Wirtschaftlichkeitsberechnungen, die vor 2012 durchgeführt wurden.



**Bild 15:** Finanzielle Förderung durch das Marktanreizprogramm des Bundes (Daten nach [Wenzel 15] Abb. 2-4)

Die Werte in Bild 15 gelten für das gesamte Programm zur finanziellen Förderung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. In ähnlicher Weise wurde vor kurzem auch die Förderung von solarthermischen Anlagen erhöht, zuletzt am 1. März 2015 und am 1. Januar 2016. Mit dem *Anreizprogramm Energieeffizienz* [APEE 15] wird seit dem 1. Januar 2016 im MAP eine Zusatzförderung gewährt, wenn beispielsweise zusammen mit der Installation einer heizungsunterstützenden Solarthermieanlage auch ein Austausch ineffizienter Altanlagen durch moderne Heizungen vorgenommen wird (in den Bildern 16 und 19 mit „opt.“ gekennzeichnet).

Ergebnisse der Berechnung von Wärmegestehungskosten für solarthermische Anlagen werden in den Bildern 16 bis 18 referiert. Sowohl Werte ohne staatliche Förderung als auch Werte mit staatlicher Förderung sind dargestellt. Bei objektiven Vergleichen von Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Erzeugungsanlagen ist es natürlich angebracht, die Werte mit staatlicher Förderung zu zum Vergleich heranzuziehen – im Gegensatz zum Vorgehen von Vattenfall in [Lohr 10], wo die eigenen Wärmepreise den Gestehungskosten von solarer Wärme ohne Förderung gegenübergestellt werden.

### 5.3 Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen im Gebäudebestand

Im Gebäudebestand fungiert eine Solarthermie-Anlage heute zumeist als sekundäre Wärmequelle, die eine primäre Grundversorgungsanlage für die Gebäudeheizung und Wassererwärmung ergänzt.

Bei den vorliegenden Berechnungen wurde davon ausgegangen, dass sich durch die Installation einer Solarthermie-Anlage keine Einsparungen bei den Investitions- und Instandhaltungskosten der Grundversorgungsanlage ergeben. Es wurde also angenommen, dass die von der Solarthermie-Anlage zur Verfügung gestellte Wärme alternativ mit der Grundversorgungsanlage ohne zusätzliche Investitions- und Instandhaltungskosten erzeugt werden könnte. Die Investitionskosten für eine Solaranlage im Gebäudebestand wurden um 12 % höher angesetzt als die im Neubau.

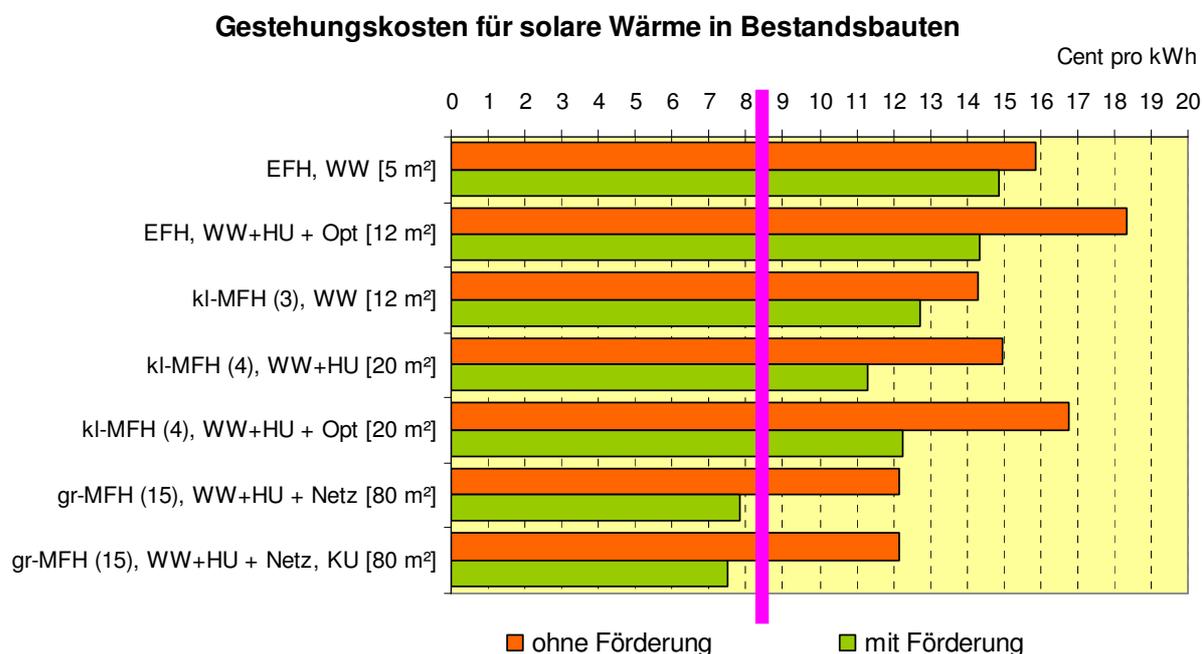
Die referierten Abschätzungen der Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen bei Bestandsgebäuden umfassen Berechnungen

- für Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH; EZFH) und für kleine und große Mehrfamilienhäuser (MFH; Wohnungsanzahl in Klammern),
- für Warmwasser (WW) oder für Warmwasser mit Heizungsunterstützung (WW+HU).

Die Größen der Aperturflächen der Solarkollektoren finden sich in den Bildern in eckigen Klammern.

In zwei Fällen wird ein Teil der Solarwärme in ein Wärmnetz eingespeist.

Zwei Fälle sehen zusammen mit der Installation einer Solarthermie-Anlage die Optimierung einer ineffizienten alten Heizanlage nach dem *Anreizprogramm Energieeffizienz* [APEE 15] vor, für die zusätzliche Förderprämien gewährt werden. Beispielsweise kann diese erhöhte Förderung eingesetzt werden, um eine Nachtspeicherheizung durch einen Gas-Brennwertkessel zu ersetzen und dabei eine heizungsunterstützende Solarthermieanlage zu installieren.



**Bild 16:** Gestehungskosten von solarer Wärme bei Bestandsbauten ohne bzw. mit staatlicher Förderung (Erläuterung der Abkürzungen im Text oder in Anhang 1). Der senkrechte Balken zeigt Wärmepreise, wenn Erdgas in einem Brennwertkessel anstelle von Solarthermie eingesetzt würde.

Die errechneten Wärmegestehungskosten ohne Förderung liegen deutlich über den Gestehungskosten, die von der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt im Jahr 2008 in [BSU 08] angegeben wurden.

Für die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit sind in den Bildern 16 bis 18 zum Vergleich Wärmepreise für Erdgas nach der Energiereferenzprognose [Schlesinger 14] eingezeichnet. Ein Vergleich mit den außergewöhnlich tiefen Preisen fossiler Energieträger zu Beginn des Jahres 2016 wäre nicht sinnvoll, da diese wahrscheinlich nur für kurze Zeit anhalten. Vielmehr muss versucht werden, die zeitlich gemittelten Preise während der Nutzungsdauer einer Solarthermieanlage von etwa 25 Jahren zu schätzen.

Die durch einen senkrechten Balken gekennzeichneten Wärmepreise von 8,4 Cent pro kWh würden sich zurzeit (bei einer zeitlichen Mittelung) ergeben, wenn die betreffende Wärmemenge nicht durch eine Solaranlage, sondern durch Erdgas in einem Brennwertkessel erzeugt werden würde. Der Vergleichswert für Heizöl nach der Energiereferenzprognose liegt bei 10,3 Cent pro kWh. Als Vergleichswert für Fernwärme in Hamburg ist für das Netz von Vattenfall ein Arbeitspreis von 6,3 Cent pro kWh für normale Fernwärme bzw. ein Arbeitspreis von 9,0 Cent pro kWh für Fernwärme Natur Mix, die bilanzielle Abspaltung aus der Verbrennung von Altholz, anzunehmen. In den Jahren 2012 und 2013 lag der Fernwärmearbeitspreis bei 8,0 Cent pro kWh ([FHH 13a]). Bei einem Netz von Hansewerk Natur liegt der Arbeitspreis bei 7,7 Cent pro kWh, aktuell möglicherweise etwas darunter.

Die Sonne wird auch in Zukunft für die Sonnenstrahlung keine Rechnung schicken. Die Investitionskosten für Solaranlagen dürften nach [BSW solar 12] langfristig deutlich sinken. Das hat zur Folge, dass die horizontalen Kostenbalken in Bild 16 tendenziell kürzer werden, während der senkrechte Balken der Vergleichspreise für fossile Energieträger sich eher zu höheren Werten hin verschieben wird. In Tab. 23 der „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ des BMWi [BMW 15b] wird für Erdgas ein Preisanstieg von 32 % bis 2050 erwartet, für Öl von 56 % und für Fernwärme von 33 %, wobei für letztere ein Preis von 8,1 Cent pro kWh in 2008 angesetzt wurde. Zusätzliche Preiserhöhungen könnten durch neue (Klima-)Steuern auf fossile Energieträger wie in Dänemark verursacht werden (Kasten „Von Dänemark lernen – mehr regulatorische Instrumente!“ in Abschnitt 8.1).

Aus Bild 16 geht hervor, dass bei der aktuellen finanziellen Förderung Solarthermieanlagen zur Wasser-Erwärmung mit Heizungsunterstützung in größeren Mehrfamilienhäusern aus dem Gebäudebestand im Vergleich zu Erdgas wirtschaftlich oder nahezu wirtschaftlich sind. Im Fall eines großen Mehrfamilienhauses mit teilweiser Einspeisung der Solarwärme in ein Wärmenetz ist auch gegenüber dem Fernwärme-Arbeitspreis Wirtschaftlichkeit gegeben. Der Unterschied zwischen den beiden untersten Fällen in Bild 16 rührt daher, dass keine Kürzung der Gesamtförderung vorzunehmen ist, wenn die Investition von einem kleinen oder mittleren Unternehmen getätigt wird (Bild 19).

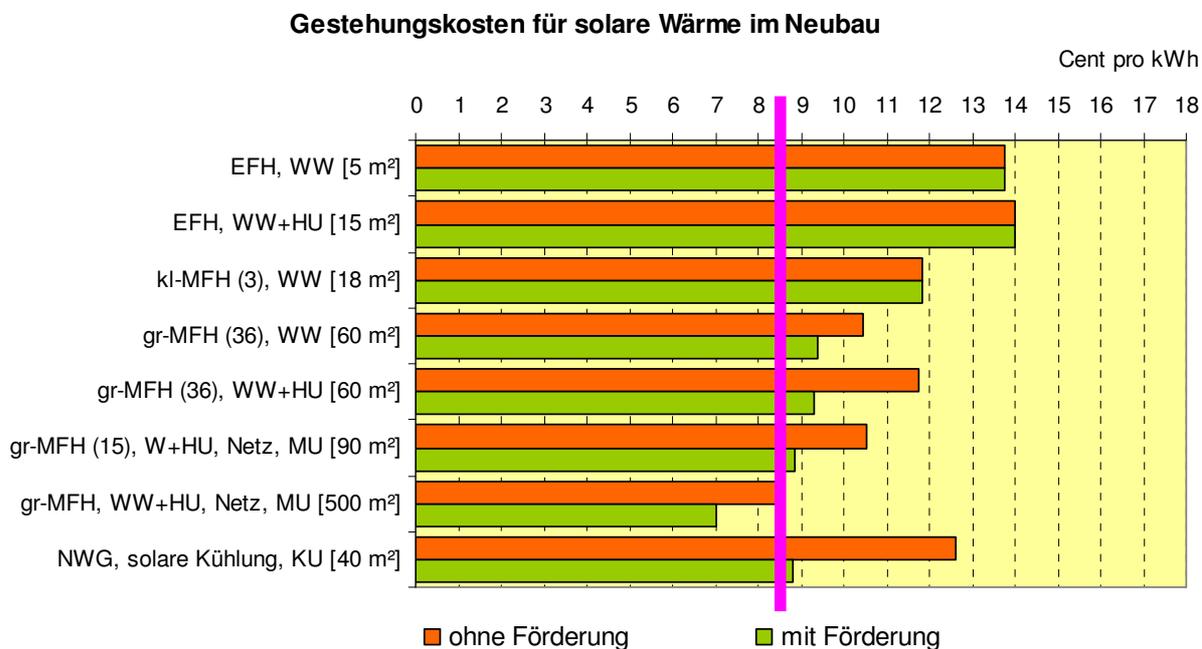
Im Fall von Einfamilienhäusern im Bestand und von reiner Wassererwärmung in einem kleinen Mehrfamilienhaus ist dagegen auch im Förderfall keine Wirtschaftlichkeit gegeben, insbesondere weil der Förderanteil zu gering ist (Bild 16).

### **5.4 Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen in Neubauten**

Neue Wohngebäude sind in Kürze als Niedrigstenergiegebäude zu errichten. Deren sehr geringer Energiebedarf soll zu einem ganz wesentlichen Teil mit Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Daher kann hier nicht wie bei Bestandsgebäuden davon ausgegangen werden, dass es eine Grundversorgungsanlage für Warmwasser und Heizung gibt, deren Investitions- und Instandhaltungskosten unabhängig davon sind, ob eine Solarthermieanlage installiert wird oder nicht.

Statt den noch vorhandenen Energiebedarf durch erneuerbare Energien zu decken, könnte bei einem Neubau auch in noch stärkere Energieeinsparung investiert werden. Aufbauend auf dieser Überlegung errechnete das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) in [Ensling 15] einen akzeptablen

Energiepreis von 8,7 Cent pro kWh für eine solche Einsparung von Energie (noch für die EnEV 2014; Variante mit niedriger Energiepreissteigerung). In Bild 17 wurde dementsprechend der gleiche Vergleichswert eingezeichnet wie in Bild 16. Für neue Niedrigstenergiegebäude nach der zukünftigen EnEV 2020 werden diese Vergleichskosten für eine zusätzliche Einsparung von Energie deutlich höher liegen.



**Bild 17:** Gestehungskosten von solarer Wärme bei Neubauten (Erläuterung der Abkürzungen im Text von Abschnitt 5.3 oder in Anhang 1). Erläuterungen zur Bedeutung des senkrechten Vergleichs-Balkens im Text.

Trotz der Förderungsbeschränkung in § 15 EEWärmeG (Abschnitt 6.2) sind für das BAFA solarthermische Anlagen bei Mehrfamilienhäusern und bei Gewerbegebäuden auch im Neubau förderfähig, auch solche, die nur der Warmwasserbereitung dienen (vgl. Bild 20).

Aus Bild 17 geht hervor, dass Solarthermieanlagen für Warmwasser mit Heizungsunterstützung beim Neubau großer Mehrfamilienhäuser mit der aktuellen Förderung im Vergleich zu einer zusätzlichen Energieeinsparung wirtschaftlich oder nahezu wirtschaftlich sind. Im Fall des Neubaus großer Mehrfamilienhäuser mit teilweiser Einspeisung der Solarwärme in ein Wärmenetz ist auch gegenüber den aktuellen Fernwärme-Arbeitspreisen Wirtschaftlichkeit gegeben.

Für den Neubau von Einfamilienhäusern oder kleinen Mehrfamilienhäusern mit reiner Wassererwärmung lässt dagegen mangels finanzieller Förderung die Wirtschaftlichkeit zu wünschen übrig. Auch für mittelgroße MFH mit beispielsweise 10 Wohnungen ergeben sich solare Wärmegestehungskosten, die noch oberhalb des senkrechten Balkens in Bild 17 liegen.

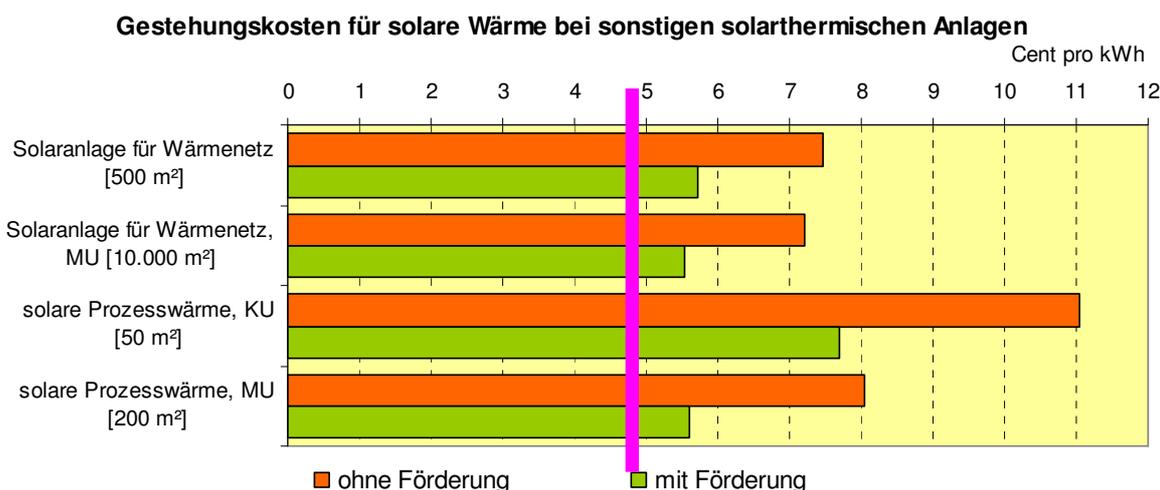
Die Feststellung der Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen bei großen neuen Wohngebäuden trifft beispielsweise auf das große Neubaugebiet *Mitte Altona* zu ([Rabenstein 15a]). Das Beratungsunternehmen MegaWATT setzte in [MegaWATT 11] und [MegaWATT 12] für eine Solarkollektorfläche von insgesamt 14.000 m² Investitionskosten von 3,951 Mio. Euro an. Nach den Berechnungsansätzen der hier vorliegenden Untersuchung lägen die Investitionskosten für die gleiche solarthermische Anlage bei einem konservativeren Wert von 5,6 Mio. Euro. Daher dürften die hier gewonnenen Abschätzungen für die Wirtschaftlichkeit auf der sicheren Seite liegen.

Unsere Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sind von rein betriebswirtschaftlicher Art. Wenn bedacht wird, dass bei einer fortgeschrittenen Energiewende mit Sektorkopplung Zeitintervalle ohne ausreichende erneuerbare Stromgewinnung mit teurem „gespeichertem Strom“ überbrückt werden müssen, falls nicht genügend erneuerbare Wärme zur Verfügung steht, dann liegen die alternativen Vergleichspreise wesentlich höher als in den Bildern 16 und 17.

### 5.5 Wirtschaftlichkeit von Solarthermie bei Wärmenetzen und solarer Prozesswärme

Die Gestehungskosten von solarer Wärme für Wärmenetze ohne und mit Förderung in Bild 18 stimmen gut mit entsprechenden Werten in [SolnetBW 15], Abb. 17, überein. Bei größeren Solaranlagen, die in Wärmenetze einspeisen, und bei Solaranlagen zur Bereitstellung von gewerblicher und industrieller Prozesswärme wie in Bild 18 sind die Wärmegegestehungskosten hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit mit den Energiepreisen für Geschäftskunden zu vergleichen.

Die durch einen senkrechten Balken bei 4,8 Cent pro kWh gekennzeichneten gewerblichen Wärmepreise nach der Energierferenzprognose [Schlesinger 14] gelten für den Fall, dass die betreffende Wärmemenge nicht durch eine Solaranlage, sondern durch Erdgas in einem Brennwertkessel erzeugt würde. Vergleichspreise für Fernwärme in Hamburg liegen höher, wie in Abschnitt 5.3 angegeben wurde.



**Bild 18:** Gestehungskosten von sonstiger solarer Wärme (Erläuterung der Abkürzungen im Text von Abschnitt 5.3 oder in Anhang 1). Der senkrechte Balken zeigt den Wärmepreis, wenn Erdgas in einem Brennwertkessel anstelle von Solarthermie eingesetzt würde.

Abgesehen vom Fall solarer Prozesswärme mit einer Kollektorfläche von 50 m<sup>2</sup> ergaben sich bei Berücksichtigung der erheblichen staatlichen Fördersätze (Bild 21) Wärmegegestehungskosten an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit. Wie in Abschnitt 5.4 ist auch hier auf die verwendeten konservativen Werte für die Investitionskosten großer Solarthermieanlagen hinzuweisen.

Zu beachten ist auch, dass Wärmespeicher und Hausübergabestationen eigens gefördert werden. Ebenso Wärmenetze, wenn die verteilte Wärme zu gewissen Anteilen aus erneuerbaren Energien gewonnen wird.

Da die Solarwärme gratis geliefert wird, sind die Betriebskosten sehr gering. Bei großen Solaranlagen hängen die Wärmegegestehungskosten daher stark von der Höhe des Zinssatzes für das eingesetzte Fremdkapital beziehungsweise von der Höhe der internen Verzinsung des eingesetzten Eigenkapitals ab. (Energie-)Genossenschaften, die mit niedrigen Zinssätzen arbeiten können, können daher hier niedrige Gestehungskosten für die solare Wärme erzielen.

## 6. Begrenzung der staatlichen Förderung von solarthermischen Anlagen

### 6.1 Beschränkungen staatlicher Beihilfen durch Bestimmungen der EU

Für das Erreichen der Ziele der EU bei erneuerbaren Energien gemäß der Richtlinie 2009/28/EG können staatliche Investitions-Beihilfen zur Förderung erneuerbarer Energien gewährt werden. In Artikel 41 der EU-Verordnung Nr. 651/2014 vom 17. Juni 2014 zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt (Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung – AGVO) [AHVO 14] hat die EU-Kommission jedoch Beschränkungen für staatliche Investitionsbeihilfen zur Förderung erneuerbarer Energien festgelegt.

- Die Gesamtsumme der Beihilfen zu Investitionskosten für die Erzeugung von erneuerbaren Energien darf 45 % der beihilfefähigen Kosten nicht überschreiten (maximale Förderintensität oder Förderquote).
- Bei Beihilfen für kleine Unternehmen darf die maximale Förderintensität 65 %,
- bei Beihilfen für mittlere Unternehmen 55 % betragen.<sup>1</sup>
- Wenn die Beihilfe im Rahmen einer Ausschreibung anhand eindeutiger, transparenter und diskriminierungsfreier Kriterien gewährt wird, kann die Förderintensität bis zu 100 % der beihilfefähigen Kosten betragen.
- Beihilfen für Privatpersonen, also Vorteile, die keine Unternehmen begünstigen, fallen nicht unter die Beschränkungen für Fördermaßnahmen ([BMWi 15c], S.28).

Falls die Beihilfegrenze überschritten wird, wird die finanzielle Förderung durch das BAFA bzw. die KfW-Bank auf die maximal zulässige Förderquote gekürzt.

### 6.2 Beschränkung staatlicher Förderungen durch das EEWärmeG

Nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) muss seit 2009 ein Anteil des Wärme- und Kälteenergiebedarfs eines **neuen** Gebäudes durch die Nutzung von Erneuerbaren Energien gedeckt werden. Im Jahr 2011 wurden entsprechende Verpflichtungen auch für Bestandsgebäude im Eigentum des Bundes, die grundlegend renoviert werden, eingeführt ([EEWärmeG 11]).

Nach § 14 (1) des EEWärmeG können Maßnahmen für die Erzeugung von Wärme oder Kälte gefördert werden, insbesondere die Errichtung oder Erweiterung von

1. solarthermischen Anlagen,
2. Anlagen zur Nutzung von Biomasse,
3. Anlagen zur Nutzung von Geothermie und Umweltwärme sowie
4. Wärmenetzen, Speichern und Übergabestationen für Wärmenutzer, wenn sie auch aus Anlagen nach den Nummern 1 bis 3 gespeist werden.

---

<sup>1</sup> Nach Artikel 2, des Anhangs I der AGVO beschäftigen Mittlere Unternehmen weniger als 250 Mitarbeiter und erzielen entweder einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. Euro oder haben eine Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Mio. Euro.

Kleine Unternehmen haben weniger als 50 Beschäftigte und Jahresumsätze bzw. Jahresbilanzen, die 10 Mio. Euro nicht übersteigen.

Diese Fördermöglichkeit nach dem Marktanreizprogramm (MAP) gilt für **Bestandsbauten**. Denn für Neubauten wurde die Förderung eingeschränkt:

Nach § 15 (1) des EEWärmeG können Maßnahmen **nicht** gefördert werden, soweit sie der Erfüllung der Pflicht nach § 3 Absatz 1, der Pflicht nach § 3 Absatz 2 oder einer landesrechtlichen Pflicht nach § 3 Absatz 4 Nummer 2 dienen.

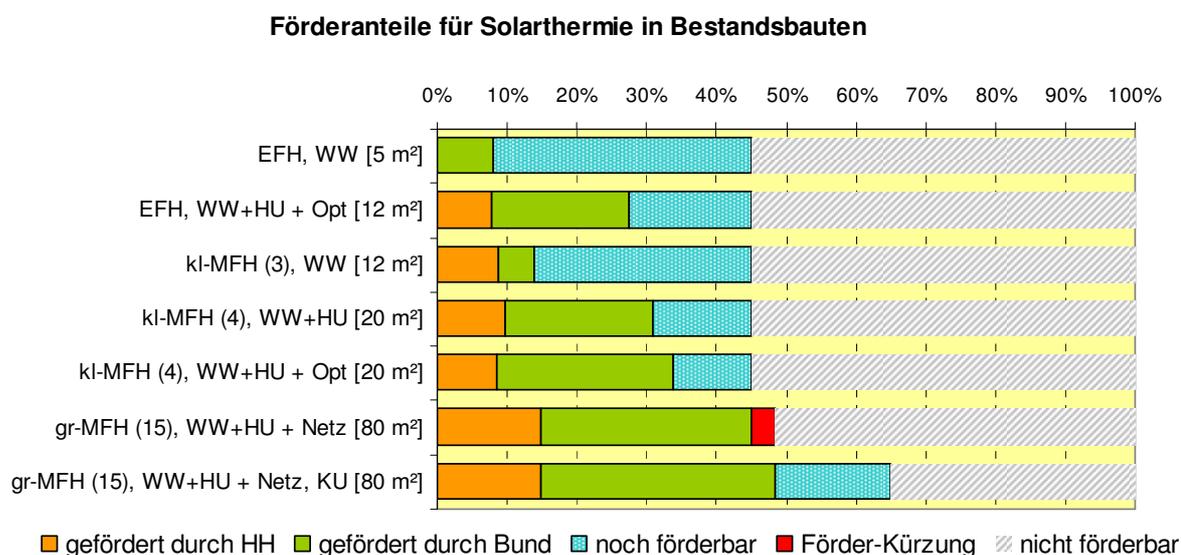
Allerdings bleiben nach § 15 (5) Fördermaßnahmen durch das Land oder durch ein Kreditinstitut, an dem der Bund oder das Land beteiligt sind, unberührt.

Auf Grund dieser Beschränkungen für die Förderung bei Neubauten werden gegenwärtig weder vom Bund noch von Hamburg Förderungen für kleine solarthermische Anlagen gewährt – Ausnahme: Nichtwohngebäude in Hamburg mit Bereitstellung von Prozesswärme und / oder -kälte.

### 6.3 Fördersätze bei solarthermischen Anlagen an Bestandsbauten

Bild 19 zeigt die aktuellen Förderanteile für die solarthermischen Anlagen an Bestandsbauten, deren Wirtschaftlichkeit in Abschnitt 5.3 (Bild 16) behandelt wurde. Der Bund fördert durch das MAP große Kollektorflächen stärker als kleine. Tendenziell findet sich Ähnliches bei der Förderung durch Hamburg. Das ist bemerkenswert, da wegen des Skaleneffekts große Kollektoranlagen ohnehin wirtschaftlicher sind.

Solarthermische Anlagen im Gebäudebestand werden vom Bund in jedem der behandelten Fälle gefördert. Hamburg gewährt eine zusätzliche Förderung – ausgenommen bei Solaranlagen auf Einfamilienhäusern, die nur der Trinkwasserwärmung dienen.



**Bild 19:** Förderanteile für Investitionskosten von solarthermischen Anlagen bei Bestandsbauten (Erläuterung der Abkürzungen im Text von Abschnitt 5.3 oder in Anhang 1).

Bild 19 ist zu entnehmen, dass eine Überschreitung der zulässigen Grenze für öffentliche Beihilfen unter den aktuellen Förderbedingungen dann auftreten kann, wenn bei einer relativ großen Kollektorfläche, wie sie bei großen Mehrfamilienhäusern sinnvoll ist, die Investition nicht durch ein mittleres oder kleines Unternehmen vorgenommen wird. Bei einer Investition durch ein mittleres oder kleines Unternehmen würde die Kürzung der Beihilfe aber auch im zweituntersten Fall von Bild 19 vermieden.

Ab Bruttokollektorflächen von 20 m<sup>2</sup> ist die Förderquote zurzeit relativ hoch: Bei einer Bruttokollektorfläche zwischen 20 und 100 m<sup>2</sup> wird seit April 2015 im Rahmen der „Innovationsförderung“ des BAFA ein Zuschuss von 200 Euro pro m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche gewährt. Dazu kommt ein Zuschuss von 100 Euro pro m<sup>2</sup> Aperturfläche bei Solaranlagen bis 200 m<sup>2</sup> Aperturfläche durch die Hamburger Investitions- und Förderbank (IFB).

Bei wesentlich geringeren Kollektorflächen als 80 m<sup>2</sup> in den Beispielen in Bild 19 tritt keine Überschreitung der zulässigen Förder-Höchstgrenze auf, weil dann in der Regel die spezifischen Investitionskosten höher liegen.

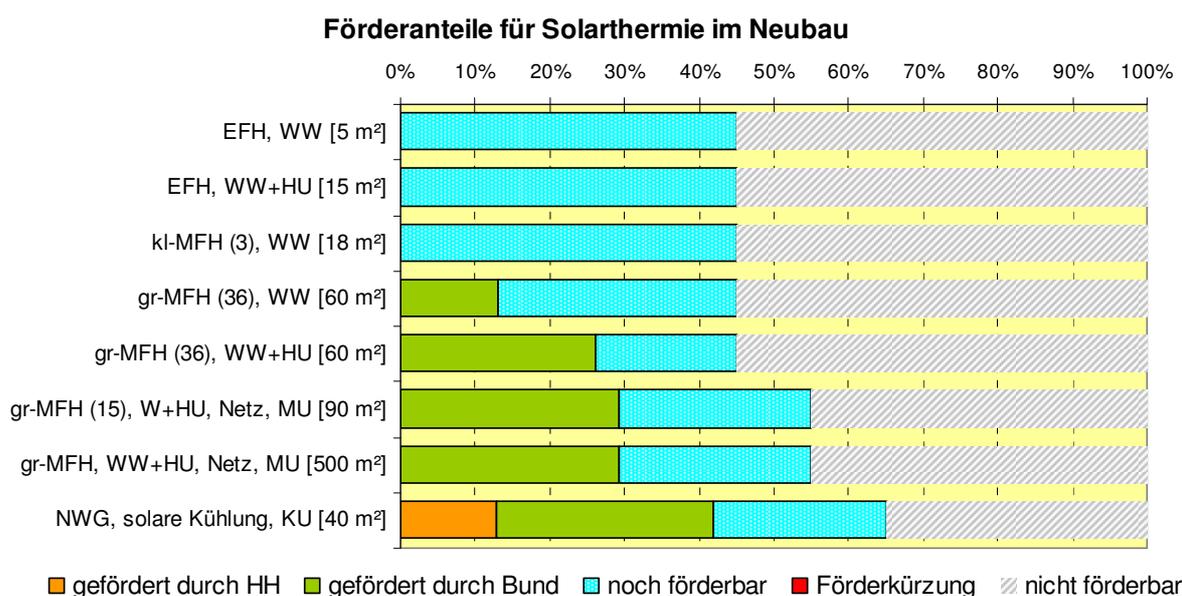
Bei Einfamilienhäusern werden die Investitionskosten von Solaranlagen meist von Privatpersonen getragen. Dann entfallen die in den Bildern 19 und 20 dargestellten Fördergrenzen ganz.

Wenn auch eine „Zusatzförderung“ des BAFA in Anspruch genommen wird, als „Kombinationsbonus“ für eine Modernisierung des Heizkessels, den Anschluss an ein Wärmenetz oder für andere Optimierungsmaßnahmen, ergibt sich keine wesentliche Veränderung der Förderquote. Denn den nicht besonders hohen Bonuszahlungen stehen zusätzliche Aufwendungen für die Modernisierung gegenüber. Nur wenn gleichzeitig Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäude-Effizienz bis zum KfW-Effizienzhaus 55 Standard durchgeführt werden, ist die dann gewährt Zusatzförderung durch das BAFA mit 50 % der regulären Fördersätze so erheblich, dass bestehende Fördergrenzen überschritten werden könnten (Anlage 2).

In Hamburg werden von der IFB auch Zuschüsse für ein „Monitoring bei solarthermischen Anlagen“ gewährt. Die Förderung erfolgt im Rahmen des Artikels 49 AGVO. Daher ist sie nicht relevant für die Überschreitung der hier diskutierten Höchstgrenze der Förderung nach Artikel 41 AGVO.

Nicht nur im MAP des Bundes, sondern auch durch die IFB in Hamburg werden weitere Zuschüsse zu solarthermischen Anlagen gewährt, wenn sie in Verbindung mit dem Übergang zu förderfähigen heizungstechnischen Anlagen erfolgen. Ein solcher Fall ist in Bild 19 nicht enthalten, da hierbei unterschiedliche Artikel der AGVO betroffen sind.

### 6.4 Fördersätze für solarthermische Anlagen an Neubauten

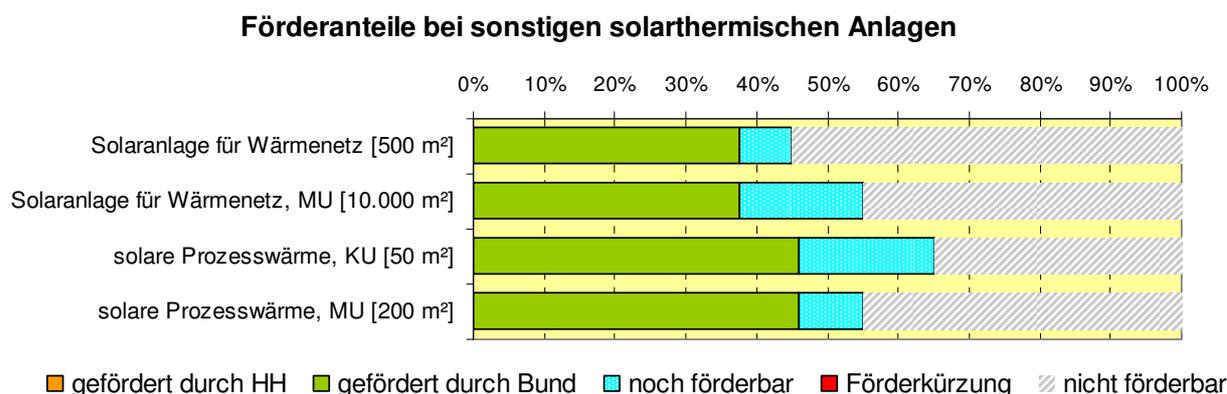


**Bild 20:** Förderanteile bei solarer Wärme in Neubauten (Erläuterung der Abkürzungen im Text von Abschnitt 5.3 oder in Anhang 1).

Bei Neubauten treten in keinem der untersuchten Fälle Förderkürzungen auf (Bild 20). Das hängt unter anderem damit zusammen, dass Hamburg lediglich bei neuen Nichtwohngebäuden mit Bereitstellung von Prozesswärme und / oder -kälte Beihilfen gewährt. Zudem sind die spezifischen Fördersätze des BAFA für solarthermische Anlagen an Neubauten geringer als an Bestandsbauten. Andererseits sind die flächenbezogenen Investitionskosten für Solaranlagen an Neubauten im Allgemeinen kleiner als an Bestandsgebäuden.

### 6.5 Fördersätze bei Solaranlagen für Wärmenetze und bei solarer Prozesswärme

Auch bei den untersuchten „Sonstigen Solaranlagen“ in Bild 18 finden sich keine Überschreitungen der Förderhöchstgrenzen. In diesen Fällen kann eine Förderung durch die KfW geringfügig günstiger sein als eine Förderung durch das BAFA.



**Bild 21:** Förderanteile bei solarer Wärme in sonstigen Solaranlagen (Erläuterung der Abkürzungen im Text von Abschnitt 5.3 oder in Anhang 1).

Bei einer KfW-Förderung werden anteilige Tilgungszuschüsse gewährt mit der Folge, dass eine Überschreitung der Förderhöchstgrenzen bei Investitionen von kleinen oder mittleren Unternehmen mit Sicherheit vermieden werden kann.

Die Investitionskosten für sehr große Kollektorflächen sind bei den vorliegenden Berechnungen relativ hoch angesetzt. Da durch die KfW anteilige Beihilfen gewährt werden, dürfte es auch bei Investitionen durch größere Unternehmen kaum zu erheblichen Förderkürzungen kommen.

### 6.6 Schlussfolgerungen zur Wirtschaftlichkeit und zu Förderbegrenzungen

Die in Abschnitt 4 aufgeworfenen Fragen zur Wirtschaftlichkeit und zu Förderbegrenzungen können nun beantwortet werden.

Aus den Bildern 16 bis 21 folgen als Grundtendenzen:

Die Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen verbessert sich mit zunehmender Fläche der Solarkollektoren erheblich

- a) auf Grund des Skaleneffektes und
- b) weil die Förderanteile für größere Anlagen deutlich größer sind als für kleinere Anlagen.

Solarthermische Anlagen, bei denen die Förderung durch die geltenden Förderhöchstgrenzen der EU beschränkt wird, lassen sich gegenwärtig wirtschaftlich errichten oder liegen nahe an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit.

Bei Anwendungen der Solarthermie, bei denen die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit deutlich nicht erreicht wird, kann die staatliche Förderung – auch die durch die FHH – erheblich erhöht werden, ohne dass die Förderhöchstgrenzen überschritten werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stehen daher im Widerspruch zu den öffentlich vortragenen Auffassungen der Behörde für Umwelt und Energie, die in Abschnitt 4.2 referiert wurden.

## 7. Hemmnisse für die Erschließung des Solarthermie-Potenzials in Hamburg

Bevor Handlungsempfehlungen für den Ausbau solarthermischer Anlagen in Hamburg formuliert werden, erscheint eine Zusammenstellung offensichtlicher Hindernisse für die Solarthermie sinnvoll. Dazu gehört auch eine Erklärung für den enormen Rückgang der Neuinstallationen in den letzten sieben Jahren.

Zu fragen ist insbesondere, weshalb solarthermische Anlagen im Segment der großen Mehrfamilienhäuser, in dem sie besonders vorteilhaft installiert werden könnten, kaum zum Einsatz kamen, während im Segment der Ein- und Zweifamilienhäuser bis 2009 ein zufrieden stellender Zubau zu verzeichnen war, obwohl hier die Wirtschaftlichkeit auch jetzt noch nicht überzeugt.

In der Literatur wurden zahlreiche hemmende Faktoren, die den notwendigen Ausbau der Solarwärme verzögern, ausführlich diskutiert, beispielsweise im „Fahrplan Solarwärme“ des Bundesverbandes Solarwirtschaft [BSW solar 12], in [FVEE 15] oder in [Bruns 14]. Nicht alle sollen hier in voller Breite dargestellt werden. Wichtige Anregungen lassen sich den Erfahrungsberichten der Bundesregierung zum EEWärmeG [BReg 12] und [Breg 15] und den Evaluierungsberichten zum MAP, [Langniß 12] und [Stuible 14], entnehmen.

### 7.1 Zu geringe finanzielle Förderung

Die Nutzung vieler erneuerbarer Energiequellen wäre bereits konkurrenzfähig, wenn die von den fossilen Energien verursachten externen Kosten internalisiert würden, wenn also beim Verbrauch fossiler Energieträger für die Schäden, die ihr Einsatz anrichtet, bezahlt werden müsste ([Stuible 14, 3.1.2.1]). Allein schon aus volkswirtschaftlichen Gründen, aber noch mehr wegen des Klimaschutzes, ist also eine ausgleichende finanzielle Förderung erneuerbarer Energien angebracht.

Zweifelhaft ist somit die in [Stuible 14, 3.2.1.1] zum Ausdruck gebrachte Auffassung, es bedürfe nur vorübergehender Anreize durch ein Marktanreizprogramm, bis erneuerbare Energien auf dem Wärme- und Kältemarkt auch ohne Förderung konkurrenzfähig mit allen fossilen Energieträgern seien. Die Evaluatoren des MAP gehen von einem Förderanteil an den Investitionskosten zwischen 10 % und 20 % „als angemessen für eine wirkungsvolle Förderung“ aus, wie sie nach Bild 15 bis zum Jahr 2011 praktiziert wurde. Höhere Förderanteile zwischen 20 % und 30 %, in Ausnahmefällen bis zu 50 %, seien nur für Innovationsförderungen zu rechtfertigen wie gegenwärtig bei großen solarthermischen Anlagen.

Solange die externen Kosten fossiler Energieträger nicht internalisiert werden und sofern sich das Marktanreizprogramm auf den genannten geringeren Förderanteil beschränkt, ist eine zusätzliche Förderung durch Hamburg angebracht.

In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen, dass die staatliche finanzielle Förderung Wertschöpfung auslöst, die wiederum zu Staatseinnahmen führt. Nach [BSW solar 12], 4|Abb. 52, sind diese Staatseinnahmen erheblich höher als die staatliche finanzielle Förderung selbst.

Die MAP-Evaluierung [Stuible 14] stellt fest, die seit Einführung des EEWärmeG fehlende Förderung bei Neubauten sowie für solare Warmwasseranlagen zeige noch immer einen deutlichen Effekt in Richtung eines verringerten Zubaus. Das MAP beschränke sich weitgehend nur noch auf die Premiumsegmente des Marktes. In der Tat erhielten nur etwa 20 % der solarthermischen Anlagen im Zeitraum 2011 bis 2013 eine Förderung aus dem MAP ([Stuible 14], Abb. 2-5).

### 7.2 Bevorzugung der Förderung von erneuerbarem Strom

Obwohl seit dem Jahr 2012 die Fördersätze des MAP für innovative Anlagen zur Produktion von erneuerbarer Wärme schrittweise erhöht wurden (Bild 15), ist festzustellen: Weiterhin wird die Gewinnung von solarer Wärme erheblich weniger finanziell unterstützt als die Erzeugung von elektrischem Strom mit Photovoltaik- und Windenergie-Anlagen, die über einen langen Zeitraum vom Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stark profitierten.

Erneuerbarer Strom wird mit Vorrang in die Stromnetze aufgenommen. Die Einspeisevergütung wurde bisher so bemessen, dass bei Erzeugungsanlagen an geeigneten Standorten beträchtliche Renditen erwirtschaftet werden konnten ([Wenzel 15], S. 126).

Dagegen gibt es selbst für großflächige Solarthermie-Anlagen in Deutschland bisher keinen Vorrang für eine Einspeisung in Wärmenetze. Die Förderung durch das MAP und durch zusätzliche lokale Beihilfen war vor der letzten Erhöhung der MAP-Fördersätze in ihrer Gesamtwirkung erheblich schwächer als eine mögliche Einspeisevergütung, die eine sichere Amortisation erwarten lassen würde.

Besonders hemmend wirkt für Investoren, dass die Förderung durch das MAP und durch ergänzende lokale Förderbeiträge keine Planungssicherheit gewährleistet. Denn die MAP-Förderung wird zum einen nur dann gewährt, wenn der zugehörige Fördertopf noch nicht leer ist. Zum andern ist ihre Höhe nicht verlässlich sondern diskontinuierlich. Im Mai 2010 wurde die MAP-Förderung durch eine vom Bundestag beschlossene Haushaltssperre sogar ganz eingestellt. Auch wenn diese Sperre nach starken Protesten im Juli 2010 wieder aufgehoben wurde, sorgte sie für erhebliche Unsicherheit bei Herstellern, Investoren, Planern und Handwerkern. Der in den Bildern 10 bis 12 erkennbare Absatzeinbruch bei der Solarthermie ist zu einem gewissen Teil hierauf zurückzuführen ([Wenzel 15], 4.6.6.2).

### 7.3 Konkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie?

Bei vielen Dächern, die sich für eine Nutzung von Solarenergie eignen, bleibt nach der Installation von Solarkollektorflächen mit einer sinnvollen Größe noch Platz für größere Flächen zur Stromerzeugung mit Solarzellen (Bild 22).

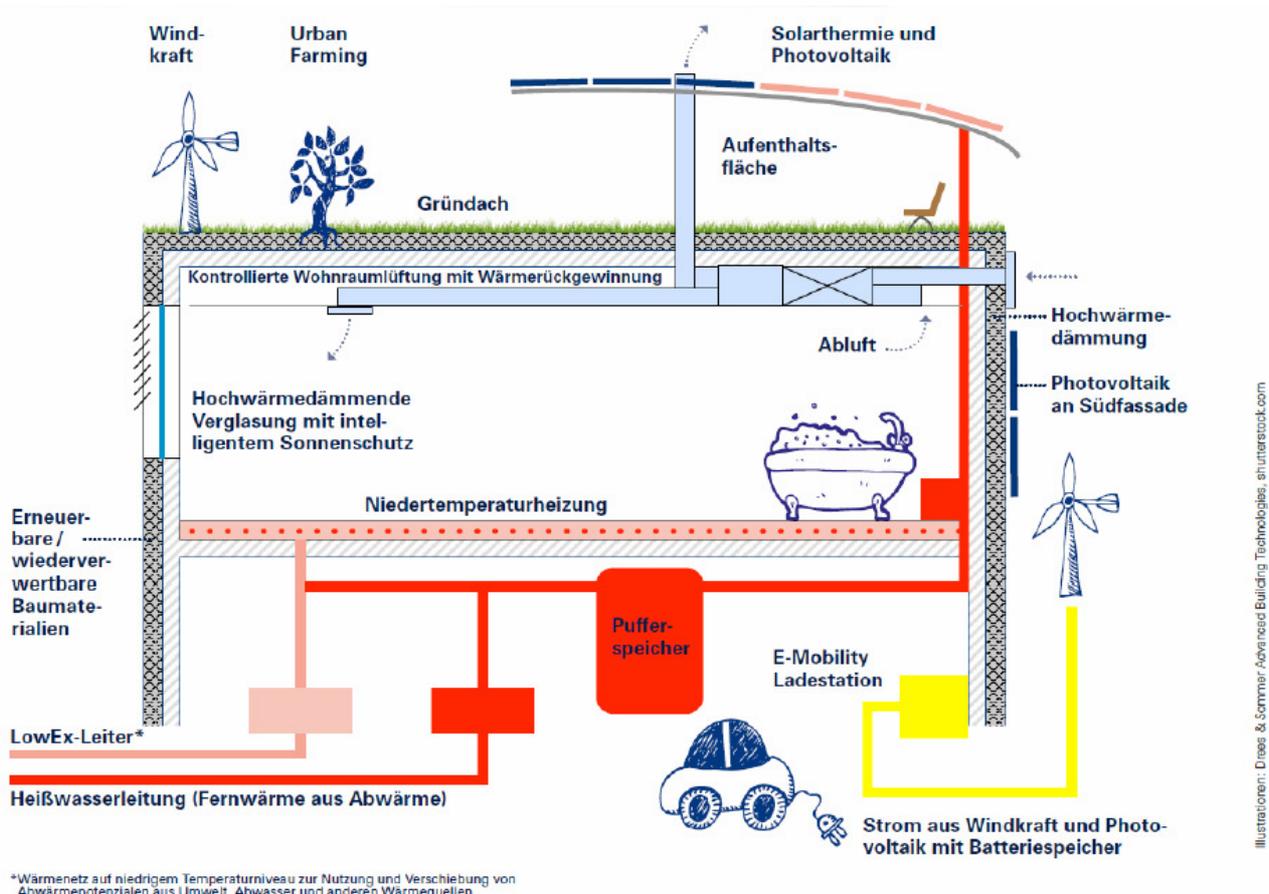
In den **nicht** mit Wärmenetzen versorgten Stadtteilen Hamburgs wird bei Gebäuden mit wenigen Wohnungen für die Versorgung mit Warmwasser häufig nur ein Teil der geeigneten Dachfläche benötigt. Hier verbleibt dann „automatisch“ ein weiterer Teil für die Nutzung durch Photovoltaik.

Auch die Dächer von Bestandsbauten, die mit Fernwärme versorgt werden, stehen für PV zur Verfügung, soweit nicht eine Einspeisung von solarer Wärme in ein Wärmenetz infrage kommt oder die Brauchwassererwärmung direkt mit Solarkollektoren erfolgen soll.

Da die spezifischen Kosten der Stromerzeugung durch PV in den letzten Jahren schneller sanken als die der solaren Wärmeerzeugung, wird über den Ersatz von Solarkollektoren durch Solarzellen diskutiert. Zu bedenken ist, dass bei einer direkten Wärmeerzeugung mit Solarstrom die hierfür genutzte PV-Anlage eine etwa dreifach größere Fläche benötigen würde als eine gleichwertige solarthermische Anlage gleicher Wärmeleistung. Dazu kommt, dass auch für die Wärmeerzeugung mit einer PV-Anlage ein Warmwasserspeicher (oder ein Stromspeicher) benötigt wird, wenn ein ähnlicher Deckungsanteil wie bei einer solarthermischen Anlage erreicht werden soll. Nur bei Gebäuden mit sehr wenigen Wohnungen könnte zugunsten der PV gewertet werden, dass im Hochsommer ein Teil der Wärme der solarthermischen Anlage ungenutzt bleiben könnte, während der PV-Strom ins Stromnetz eingespeist werden kann. Alles in allem käme Wärme aus einer PV-Anlage, deren Strom zur direkten Wärmeerzeugung genutzt wird, erheblich teurer als diejenige aus einer Solarthermiean-

lage. Der „Fahrplan Solarthermie“ [BSW solar 12] kommt daher zur allgemeinen Schlussfolgerung: „Solarwärme für Wärmeanwendungen, Solarstrom für Stromanwendungen“.

Die unter der Bezeichnung „Power-to-heat“ bekannt gewordenen Bestrebungen, elektrischen Strom immer dann zur direkten Erzeugung von Niedrigtemperaturwärme einzusetzen, wenn der Börsenstrompreis unter ein bestimmtes Niveau abgesunken ist, behindern ebenfalls den Einsatz von Solarthermie. Da benachbarte Solarkollektoren und Solarzellen zu gleichen Zeitpunkten Erzeugungsspitzen aufweisen, sinken die Einspeicher-Möglichkeiten von Solarkollektoren, wenn im Wärmespeicher gleichzeitig direkt elektrisch geheizt wird. Auch hier ist die Orientierung des „Fahrplans Solarthermie“ wegweisend.



**Bild 22:** Vision für Olympische Spiele in Hamburg: Solarkollektoren und Photovoltaik auf dem Dach, Photovoltaik an der Fassade (Quelle: [Walberg 15])

### 7.4 Konkurrenz zwischen Solarwärme und Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung

Im Energetischen Quartierskonzept Hamburg Farmsen-Berne [Ashok 15] wird festgestellt, dass die aktuellen Fördermechanismen für Kraft-Wärme-Kopplung die meist aus fossilen Quellen stammende KWK-Wärme attraktiver machen als den Einsatz von Solarthermie, sogar bei den gegenwärtigen niedrigen Stromerlösen. Beim Einsatz von Blockheizkraftwerken wird aus wirtschaftlichen Gründen versucht, die Laufzeiten zu verlängern und möglichst auch im Sommer Strom und Wärme zu erzeugen und zu verwerten. Das behindert die Nutzung von Solarthermieanlagen, obwohl diese nahezu emissionsfrei Wärme liefern könnten. Dieser ungünstige Effekt wird durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz unterstützt und gefördert. Das *Hamburg Institut* hat Vorschläge zur Beseitigung dieses Widerspruchs vorgelegt ([Maaß 15a], [Sandrock 15b]).

Da der Wärmebedarf in den Hamburger Wärmenetzen im Sommerhalbjahr relativ niedrig ist, könnten sich Konkurrenzsituationen auch mit der Wärme aus der Müllverbrennung und mit industrieller Abwärme ergeben, sobald in den Netzen solare Wärme in nennenswertem Umfang eingesetzt werden wird (vgl. Abschnitt 8.5).

In dem von der BSU beauftragten Gutachten [BET 15] wurden zukünftige Beiträge von Großflächen-Solarthermie im Hamburger Fernwärmenetz ungünstig bewertet. Der Einsatz einer speziellen „Systemischen Methode“ zur Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Strom- und Fernwärmeerzeugung auf die beiden Koppelprodukte Strom und Fernwärme durch das Beratungsunternehmen BET hatte zur Folge, dass Beiträge von Großflächen-Solarthermie abgewertet wurden, weil nicht gleichzeitig mit ihnen auch Strom erzeugt wird. Eine kritische Auseinandersetzung mit dem mangelhaften Realitätsbezug dieser Bewertungsmethode findet sich in [Rabenstein 15b].

### 7.5 Hamburg – ein Denkmal im Klimawandel?

In Hamburg wurden in den letzten Jahren mit erheblicher finanzieller Unterstützung durch die KfW-Bank vier Quartierssanierungskonzepte ausgearbeitet – für Bergedorf Süd, Dulsberg, Farmen-Berne und Eimsbüttel-Generalsviertel. Die Ergebnisberichte zu den letzten **drei** enthalten folgende identische Passage, die sich auf die Einsatzmöglichkeiten von Solarthermie bezieht:

„Aus Gründen des städtebaulichen Denkmalschutzes erfolgt eine ausschließliche Betrachtung von Gebäuden mit flachen bzw. flachgeneigten Dächern.“

**Alle** stärker geneigten Dachflächen werden also in diesen Muster-Konzepten implizit auch bei allen **nicht** denkmalgeschützten Gebäuden vom Einsatz von Solarkollektoren ausgeschlossen, noch nicht einmal die auf Hinterhöfe ausgerichteten. Motiv: Stadttouristen sollen nicht durch den Anblick hässlicher Solarkollektoren gestört werden, die sie sehen könnten, wenn sie auf Schrägdächern angebracht wären.

Es mag schon 40 Jahre her sein, dass in südbayrischen Orten Solarkollektoren verboten wurden, weil sie angeblich generell das Ortsbild störten. Hamburg scheint mittlerweile bei einer ähnlichen Denkweise angekommen zu sein. [FHH 15a] zufolge geht es den zuständigen Behörden darum, „eine nachhaltige Sicherung der Klimaschutzziele und eine angemessene Beachtung des Stadtbildes“ zu gewährleisten. Nach der Verabschiedung von den früheren nachhaltigen Klimaschutzzielen Hamburgs durch den letzten SPD-Senat ([Rabenstein 13]) scheint die behördliche Aufmerksamkeit ziemlich einseitig auf die „angemessene Beachtung des Stadtbildes“ gerichtet zu werden.

### 7.6 Hemmnisse aus der Sicht unterschiedlicher Akteure

Nach Befragungen unterschiedlicher Marktakteure spielt die wirtschaftliche Bewertung von solarthermischen Anlagen eine besonders große Rolle für ihre Entscheidungen ([BSW solar 12]).

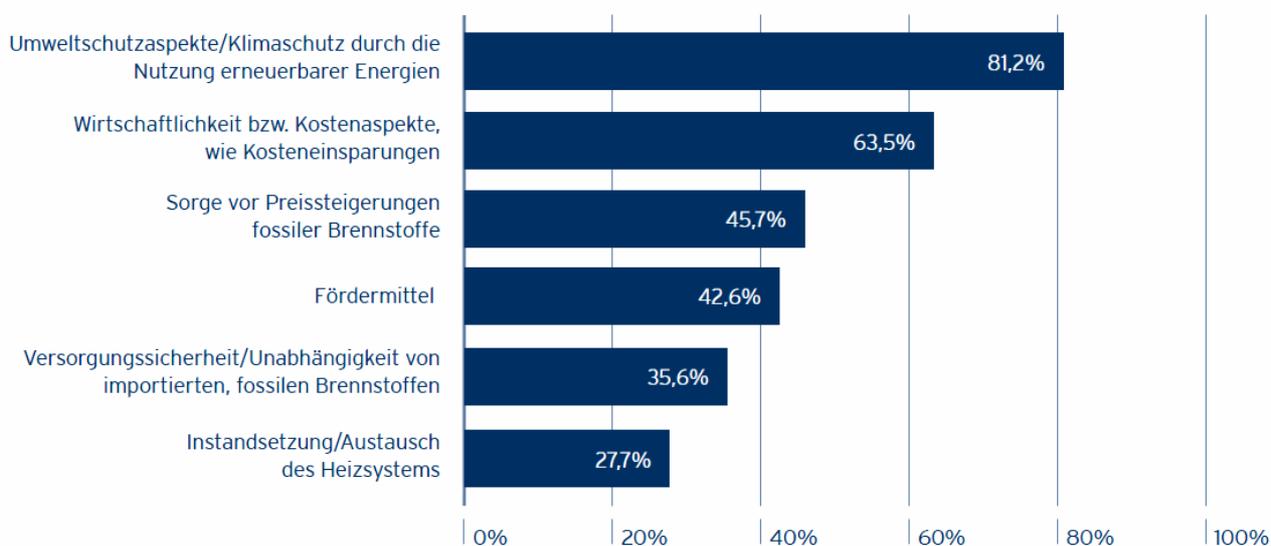
Die bestehenden Fördermöglichkeiten waren aber nur wenigen der befragten Wohnungsbau-träger und keinem der Privatvermieter bekannt. Architekten nannten zusätzlich zu wirtschaftlichen Gründen die mangelnde Akzeptanz gegenüber einer Veränderung der Optik der Außenhülle als Argument gegen solarthermische Anlagen.

Befragte Energieberater entschieden oft auf der Basis von Standardvorgaben in ihren Berechnungs- und Bewertungsprogrammen, die jedoch von vielen Solaranlagen übertroffen werden. Zusätzlich herrschte bei den befragten Energieberatern große Unsicherheit in der Kostenschätzung von solarthermischen Großanlagen, die aber von grundlegender Bedeutung für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsberechnung ist.

Als Gründe für die Wahl einer solarthermischen Anlage wurden nach Bild 23 von Solarwärmenutzern und von Interessenten an erster Stelle Umweltschutzaspekte genannt. Erst danach folgten

eine Reihe von wirtschaftlichen Aspekten. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass für die bisherigen Nutzer von Solaranlagen Umwelt- und Klimaschutz entscheidende Motive waren. Um in Zukunft einen viel umfangreicheren Ausbau der Solarthermie in die Wege zu leiten, genügt es nicht, weiterhin hierauf zu setzen, zumal wohl auf absehbare Zeit mit verhältnismäßig niedrigen Preisen für fossile Energieträger zu rechnen ist.

Der Grund „Austausch des Heizsystems“ wird von Solarwärme-Nutzern nach Bild 23 nachrangig genannt. Auf der anderen Seite hat jedoch eine Evaluation der seit dem 1.7.2012 durch das BMWi geförderten Energiesparberatungen vor Ort am Wohngebäudebestand durch besonders qualifizierte und unabhängige Energieberater ergeben, dass in den Bereichen Wärmedämmung sowie Solarthermie ein großer Teil der durchgeführten Maßnahmen erst durch Vor-Ort-Beratungen angestoßen und auch vorgezogen wurden. Fast die Hälfte der Solaranlagen war vor der Vor-Ort-Beratung nicht geplant ([BAFA 14]).



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

**Bild 23:** Gründe für die Nutzung solarer Wärme (Quelle: ([BSW solar 12])

Große Unterschiede sind bei **Neubauten**, für die eine Verpflichtung des EEWärmeG zur Nutzung von EE-Wärme oder zu Ersatzmaßnahmen besteht, zwischen Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden festzustellen. Bei den in 2014 neu genehmigten Wohngebäuden wurden nur 3 % von der Nutzungspflicht des EEWärmeG ausgenommen. In 81 % der neu genehmigten Ein- und Zweifamilienhäuser wurden erneuerbare Energien eingeplant. Bei den im gleichen Jahr neu genehmigten Nichtwohngebäuden (z. B. Büro-, Verwaltungs-, Betriebsgebäude) wurden dagegen ca. 61 % aufgrund von Ausnahmebestimmungen von der Nutzungspflicht ausgenommen ([BReg 15]).

Beim Einsatz von Solaranlagen zur Erzeugung von Prozesswärme wird ein bedeutendes Potenzial gesehen ([BSW solar 12]). Hinderlich ist hierbei, dass Unternehmen oft nur bei Amortisationszeiten von wenigen Jahren aktiv werden.

Zu erwähnen ist als weiterer hemmender Faktor für die Solarthermie, dass nach Literaturangaben Handwerker nicht selten PV-Anlagen vor solarthermischen Anlagen bevorzugen, weil sich aus ihrer Sicht die ersteren leichter installieren, überwachen, dokumentieren und reparieren lassen.

### 7.7 Keine wirksame Anwendung des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes

Hamburg wird immer noch als Vorreiter für die Klimaschutzgesetzgebung bezeichnet, weil die Hansestadt schon im Jahr 1997 das *Hamburgische Klimaschutzgesetz* beschlossen hat ([Wen-

zel 15]). Wenn zu dessen zwanzigjährigem Jubiläum im Jahr 2017 gefragt werden wird, was daraus geworden ist, so wird die Antwort lauten müssen: nicht viel. Auf die geringe Wirkung der durch das HmbKliSchG ermöglichten Auflagen zur Nutzung erneuerbarer Energien wurde schon in Abschnitt 4 im Zusammenhang mit einigen Beispielen von großen Dachflächen, die für die Solarthermie „verlorenen“ gingen, hingewiesen.

### Solare Bauleitplanung - Degeneration eines guten Ansatzes

Viele neue Bebauungspläne enthalten in Hamburg seit einigen Jahren Formulierungen wie:

„Für die Beheizung und Bereitstellung des Warmwassers gilt:

Neu zu errichtende Gebäude sind an ein Wärmenetz anzuschließen, das überwiegend mit erneuerbaren Energien versorgt wird. Beim Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung oder Abwärmenutzung, die nicht mit erneuerbaren Energien erzeugt wird, sind mindestens 30 v. H. des Jahreswarmwasserbedarfs auf der Basis erneuerbarer Energien zu decken.“

Aus der Begründung zu einer solchen Festsetzung wird klar ersichtlich, dass ein **ökologischer Zusatznutzen** erwartet wird:

„Es sind erneuerbare Energien einzusetzen, um ... den Anteil dieser Wärmeversorgungsart zum Schutz des Klimas durch Reduzierung des Primärenergieverbrauchs zu erhöhen.“

Wenn dagegen wie im großen neuen Klima-Modellquartier *Mitte Altona* mit Unterstützung der BSU keine erneuerbaren Energien wie Solarthermie eingesetzt werden, sondern der bereits vorhandene geringe erneuerbare Anteil der Fernwärme von Vattenfall bilanziell abgespalten wird, um so die Bestimmung „überwiegend mit erneuerbaren Energien“ zu erfüllen, so steht das nicht im Einklang mit den Absichten des Hamburger Klimaschutzgesetzes (§ 4, Abs. 1, Satz 1) und noch weniger mit den Zielen des Netze-Volksentscheids.

Das Rechtsgutachten des Hamburg Instituts [Maaß 15b] kam zum Ergebnis, dass die praktizierte bilanzielle Zuordnung von Fernwärme aus bestehenden erneuerbaren Energiequellen im Vattenfall Wärmenetz zum Gebiet *Mitte Altona* **nicht** die Anforderungen der Festsetzung des geltenden Bebauungsplans erfüllt.

Angemerkt sei zum oben zitierten Satzes bezüglich des Einsatzes von Kraft-Wärme-Kopplung, der in dieser Formulierung schwierig mit dem ersten Satz in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen ist: Frühere Bebauungsplan-Versionen lauteten wesentlich einsichtiger (bei einer noch geringeren Höhe der Anforderung):

„Gebäude mit zentraler Wärmeversorgung sind durch Anlagen erneuerbarer Energien zu versorgen, die mindestens 30 v. H. des zu erwartenden Jahreswarmwasserbedarfs decken.“ ...

„Für die Beheizung und die Bereitstellung des übrigen Warmwasserverbrauchs ist die Neubebauung an ein Wärmenetz in Kraft-Wärme-Kopplung anzuschließen.“

## 8. Handlungsempfehlungen zum Ausbau der Solarthermie in Hamburg

Die Diskrepanz zwischen dem aktuell in Hamburg beinahe stagnierenden Zubau an solarthermischen Anlagen und den aus den Leitstudien des BMU abgeleiteten Zielwerten ist enorm groß. Daher reichen kleine Verbesserungen zugunsten der Solarthermie nicht aus. Vielmehr wird ein Bündel an Maßnahmen benötigt. Es muss an vielen Stellen gleichzeitig angesetzt werden: Gebraucht werden eine höhere finanzielle Förderung, mehr Unterstützung durch planerische und ordnungsrechtliche Maßnahmen sowie eine breitere Information und Werbung.

### 8.1 Von Dänemark lernen – mehr regulatorische Instrumente einsetzen!

Die Beschäftigung mit dem sehr erfolgreichen Ausbau der Solarthermie in Dänemark lässt erkennen, dass dem Florieren der Solarthermie in Dänemark in erster Linie ordnungsrechtliche Entscheidungen zu Grunde liegen (Kasten: „Von Dänemark lernen – mehr regulatorische Instrumente einsetzen!“)

#### Von Dänemark lernen – mehr regulatorische Instrumente einsetzen!

Der Einsatz der Solarthermie in Dänemark wird sehr häufig als vorbildlich bezeichnet.

Wesentliche Elemente sind:

- Dänemark will bis 2035 Strom und Wärme zu 100 % aus EE erzeugen.
- Dänemark hat sich vorgenommen, bis 2030 aus der Nutzung von Kohle auszusteigen.
- Fossile Brennstoffe werden hoch besteuert, womit der Einsatz erneuerbarer Energien unterstützt wird.
- Der Einsatz von fossilen Brennstoffen in Neubauten ist verboten. In der BRD wurden dagegen im letzten Jahr 14.100 Öl-Brennwertkessel mit insgesamt 52 Mio. Euro von der bundeseigenen KfW-Bank gefördert ([spon16])!
- Die Gemeinden sind zu einer regionalen Wärmeplanung verpflichtet.
- Die Wärmeversorgung ist häufig genossenschaftlich organisiert.
- Gewinne durch den Betrieb von Wärmenetzen sind gesetzlich begrenzt, was genossenschaftliche Strukturen begünstigt.
- Die Wärmenetze werden mit niedrigen Temperaturen betrieben, wodurch die Einspeisung von erneuerbarer Wärme erleichtert und vergrößert wird.
- Die Nutzung von Solarthermie auf Einzelgebäuden spielt bisher nur eine untergeordnete Rolle.

(Quellen: [Sandrock 12], [Schulz 11], [Maaß 15a], [Hertle 15])

Dass auch Hamburg den Einsatz regulatorischer Instrumente gar nicht scheut, wenn es um wichtige Belange geht, lässt sich an der Gründachstrategie [FHH 15a] ablesen:

„Dachbegrünung stärker steuern durch eine konsequente Nutzung zur Verfügung stehender rechtlicher Instrumente, wie dem Baugesetzbuch, dem Naturschutzgesetz, der Hamburgischen Bauordnung und einer Gründachverordnung.“

Dänemark hat sich mit seiner Vorgehensweise einen technischen und ökonomischen Ausbaupfad für den Einsatz von solarthermischen Anlagen erschlossen, auf dem ein rascher und kontinuierlicher Ausbau der Wärmequelle Solarthermie erfolgen kann.

Hamburg kann nicht einfach alle Vorgaben und Maßnahmen von Dänemark übernehmen, da für einige die Entscheidungskompetenz auf der Bundesebene liegt. Darüber hinaus spielt es eine wichtige Rolle, dass in Dänemark oft große und preisgünstige Bodenflächen für die Aufstellung von Kollektorfeldern und für große Wärmespeicher benutzt werden, während in Hamburg viel weniger freie und preiswerte Bodenflächen vorhanden sind.

→ In Hamburg müssen daher zur Erschließung des Potenzials an solarer Wärme große Dachflächen auf Gebäuden, über Parkplätzen etc. zum Einsatz kommen. Die Temperaturen der Wärmenetze sollten bis zu einem Niveau gesenkt werden, das sich für die Aufnahme solarer Wärme gut eignet.

Während die Vorlauftemperaturen in den Hamburger Fernwärmenetzen von Vattenfall und von Hansewerk Natur im Sommer 90 °C bis 100 °C betragen, liegen sie bei großen österreichischen Solarwärmeanlagen in Wels und in Graz bei 70 °C bis 75 °C. Nach Abb. 15 in [SolnetBW 15] ergibt sich dadurch ein um rund 30 % höherer spezifischer Wärmeertrag.

→ Die finanzielle Förderung muss eine größere Rolle spielen als in Dänemark, solange die fossilen Energieträger preislich noch erfolgreich konkurrieren können.

→ Hamburg sollte aber auch die im Hamburger Klimaschutzgesetz bereits verfügbaren ordnungsrechtlichen Mittel einsetzen und die Regulierung bei der Fernwärme erweitern.

### **8.2 Neubauten – Förderung durch Hamburg bei Übererfüllung des EEWärmeG**

Rund 16 % aller 2014 und 2015 neu gebauten Wohnungen in Hamburg befinden sich in Ein- oder Zweifamilienhäusern. Nach Bild 17 sind solarthermische Anlagen bei diesen Neubauten nicht ausreichend wirtschaftlich. Eine finanzielle Förderung wird hier nicht gewährt, weil mit einer solarthermischen Anlage die Verpflichtung nach § 3 EEWärmeG erfüllt werden kann und dafür keine Förderung gewährt werden darf.

Die meisten neu gebauten Wohnungen liegen in Hamburg in größeren Mehrfamilienhäusern (MFH). Solarthermische Anlagen, die für Warmwasser und Heizungsunterstützung eingesetzt werden, sind in diesem Fall nach Bild 17 wirtschaftlich, wenn die Betrachtungsweise des Abschnitts 5.4 zugrunde gelegt wird und die „Innovationsförderung“ des BAFA für die solarthermische Anlage in Anspruch genommen werden kann (Kollektorfläche > 20 m<sup>2</sup> nach Anlage 2; hohe technische Qualität der Kollektoren).

→ Damit auch bei kleineren Mehrfamilienhäusern Wirtschaftlichkeit erreicht wird und der Anreiz bei großen MFH erhöht wird, sollte Hamburg zusätzlich zur MAP-Förderung eine finanzielle Förderung dann gewähren, wenn die Verpflichtung des EEWärmeG bereits auf andere Weise als durch eine solarthermische Anlage erfüllt wird.

Da bei schon erfüllter Nutzungspflicht des EEWärmeG die Situation vergleichbar ist mit der bei Bestandsbauten, wurde eine gleichartige Förderung von solarthermischen Anlagen in Neubauten auch in der Evaluierung des MAP [Stuible 15] vorgeschlagen.

Eine Förderung von solarthermischen Anlagen ist nach § 15 EEWärmeG insbesondere möglich für eine Pflichterfüllung nach § 5 EEWärmeG

- beim Einsatz von Biomasseheizungen oder
- beim Einsatz einer Wärmepumpe zu Nutzung von Geothermie oder Umweltwärme.

Entsprechendes gilt für Ersatzmaßnahmen nach § 7 EEWärmeG

- beim Anschluss an ein Wärmenetz mit KWK-Anlagen oder
- bei zusätzlichen Maßnahmen zur Einsparung von Energie.

Für neue Nichtwohngebäude ist die Situation ähnlich. Von Hamburg gefördert werden Solaranlagen auch beim Neubau von Nichtwohngebäuden bisher nur dann, wenn es um die Bereitstellung von Prozesswärme und / oder -kälte geht.

In Hamburg mit seinen zahlreichen Neubauten, die an Wärmenetze anzuschließen sind, könnte auf diese Weise der Anreiz zur Installation von Solarkollektoren auf Neubauten beträchtlich erhöht werden.

→ Wie von [Maaß 15a] vorgeschlagen, sollten im Rahmen der nächsten Novellierung des EEWärmeG sukzessive auch Mindest-Anteile Erneuerbarer Energien bei den Wärmenetzen gefordert werden, wenn der Anschluss an ein Wärmenetz als Ersatzmaßnahme anerkannt werden soll.

Da mit zunehmend anspruchsvolleren Energiestandards der Raumwärmebedarf bei Neubauten abnimmt, während sich am Energiebedarf für die Warmwasser-Bereitstellung wenig ändert, könnte der im EEWärmeG geforderte Deckungsanteil von mindestens 15 % des Wärme- und Kälteenergiebedarfs in Zukunft leicht erhöht werden.

→ Von ganz besonderer Bedeutung ist, dass Hamburg seiner Vorbild-Funktion gerecht wird und in der Regel in seinen eigenen neuen Gebäuden solarthermische Anlagen mit einem Deckungsanteil von 15 % bis 25 % vorsieht. Der Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude ist im EEWärmeG ein eigener Paragraph 1a gewidmet, der bei der letzten Novellierung eingefügt wurde.

Es ist nicht bekannt, inwieweit Hamburg bei seinen eigenen Gebäuden die Verpflichtungen des EEWärmeG nur mit billigen Ersatzmaßnahmen durchführt.

### 8.3 Vorrang für die Solarthermie

In seiner Antwort auf eine Große Anfrage der SPD-Fraktion erklärte der Senat vor fast genau zehn Jahren, am 17. März 2006, in [FHH 06]:

„Bei der solaren Bauleitplanung ist Hamburg heute schon bundesweiter Vorreiter.“

In der Tat stand Hamburg damals an der Spitze. Mit dem Bebauungsplan St. Pauli (Bavaria-Brauerei) wurde Solarthermie mittelbar auch auf privaten und nicht nur auf öffentlichen Grundstücken vorgeschrieben.

→ An diesen bereits im Jahr 2006 erreichten Stand der **solaren Bauleitplanung** sollte umgehend wieder angeknüpft werden (Bild 24). Er stützt sich auf Festsetzungen in den Bebauungsplänen nach § 4, Abs. 1, Satz 1 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes. Mit diesem Paragraphen wird der Senat ermächtigt, durch Rechtsverordnung für bestimmte Gebiete die Nutzung bestimmter Arten und Techniken der Wärmebedarfsdeckung vorzuschreiben.

→ Jeder Bebauungsplan für Neubaugebiete sollte im Sinne einer solaren Bauleitplanung so „solarfreundlich“ gestaltet werden, dass solarthermischen Anlagen für Warmwasser, Heizungsunterstützung und eventuell Einspeisung solarer Wärme in ein Wärmenetz nicht leicht auszuweichen ist (vgl. Kasten in Abschnitt 7.7: „Solare Bauleitplanung - Degeneration eines guten Ansatzes“).

Eine spätere Nachrüstung von solarthermischen Anlagen würde erheblich teurer und fiel systemisch schlechter aus. Wichtig ist, dass schon die Ausrichtung der Gebäude so gewählt wird, dass sich Dach- oder auch Fassadenflächen für eine solare Nutzung eignen und dass genügend Raum für die Speicherung der solaren Wärme über etliche Tage hinweg freigehalten wird – im Normalfall in ausreichend großen Warmwasserspeichern.

Solare Wärme ist klimaschonender als Wärme aus den meisten anderen erneuerbaren Energiequellen. Vor allem bestehen keine effektiven Grenzen wie für die anderen erneuerbaren Energien.

→ Bei Festsetzungen in Bebauungsplänen und städtebaulichen Verträgen, durch die der Ausstoß von klimaschädigenden Gasen begrenzt werden soll, sollte daher in Zukunft anstelle einer Beschränkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne Vorketten eine Beschränkung der Treibhausgas-Emissionen (der CO<sub>2</sub>-Äquivalente) einschließlich Vorketten festgesetzt werden. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass der Einsatz von Solarwärme weiterhin gegenüber Energieträgern mit umfangreichen indirekten Emissionen benachteiligt wird ([Gabányi 15b]).

### Solare Bauleitplanung

..wie geht es weiter ?

- ▶ Derzeit 5 Bebauungspläne rechtsgültig
- ▶ Rund 4.800 m<sup>2</sup> Solarkollektorfläche festgesetzt
- ▶ 7 weitere Bebauungspläne sind in Vorbereitung
- ▶ 3 Bebauungspläne mit 100 % Wärmedeckung aus EE
- ▶ Globalrichtlinie in Vorbereitung
- ▶ Instrument für Wärme-Gesetz ?

**Bild 24:** Der bereits im Jahr 2006 erreichte Stand der solaren Bauleitplanung in Hamburg (Quelle: [Sandrock 06b])

→ Elektrischer Strom kann im Gegensatz zu Wärme und Kälte mit relativ geringen Verlusten weiträumig transportiert werden. Daher sollte bei der Nutzung von geeigneten Flächen in der Metropole Hamburg der solaren Wärmeengewinnung grundsätzlich Vorrang eingeräumt werden.

In Planungsunterlagen für neue städtische Quartiere, sogar in Bebauungsplänen für Klima-Modellquartiere wie *Mitte Altona*, und in Konzepten für Quartiere, die koordiniert saniert werden sollen, werden in Hamburg viele untergeordnete Details wie Fassadenausführungen, Stellplätze und Abstände der zu pflanzenden Fassadenbegrünungen detailliert ausgearbeitet und festgelegt. Für die Wärmeversorgung sind dagegen meist wenige, häufig gleichartige formelhafte Festsetzungen enthalten, die erkennen lassen, dass eine tiefer gehende Befassung durch Fachleute eingespart wurde. Als ein Beispiel sei das entstehende Konzept zum Gewerbegebiet Billbrook/Rothenburgsort genannt, zu dem bei laufender Planung für gut Tausend Betriebe noch keine Informationen über Lastprofile und solarrelevante Daten zu geeigneten Gebäudeflächen vorliegen. Die Gefahr ist bei einer solchen Vorgehensweise offensichtlich groß, dass zu späteren Zeitpunkten nur noch sehr suboptimale und zu teure Lösungen realisierbar sind, damit die gestellten Anforderungen erfüllbar sind.

→ Daher muss die Planung der Wärmeversorgung zu einem früheren Zeitpunkt und mit größerer Detail-Tiefe durchgeführt werden. Dem „Mainstreaming“ des *Klimaplans* zufolge muss dabei der Klimaschutz eine der Leitlinien sein. Vor allem fehlen eine durchdachte städtische und bezirkliche **Wärmeplanung** und ein professionell ausgearbeitetes **Fernwärmekonzept** mit einer längerfristigen Perspektive.

## 8.4 Bestandsgebäude – Nutzungspflicht durch ein Hamburger EWärmeG

Wie bei der energetischen Sanierung handelt es sich beim Ausbau der Nutzung solarer Wärme um eine Daueraufgabe, deren Erfolg davon abhängt, ob sie (langfristig geplant) zuverlässig wahrgenommen wird. Den Anforderungen zur Energieeinsparung ist bei Gebäudesanierungen nicht sehr leicht auszuweichen, weil gesetzliche Absicherungen (Energieeinsparungsgesetz, Hamburgisches Klimaschutzgesetz) und Verordnungen (Energieeinsparverordnung, Hamburgische Klimaschutzverordnung) zu beachten sind. Verpflichtungen zum Einsatz von erneuerbarer Wärme sind wesentlich weniger abgesichert oder fehlen ganz. Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz ist nur bei Neubauten zu beachten. Durch die Wahl von Ersatzmaßnahmen kann ihm oft ohne einen zusätzlichen Umweltnutzen ausgewichen werden. Eine auf Hamburg zugeschnittene Verordnung für den anlassgebundenen Einsatz erneuerbarer Wärme in Bestandsbauten wäre nötig.

Mehr als drei Viertel der Wärmeversorgung Hamburgs erfolgt bisher nicht aus Wärmnetzen. Die kostengünstigste Nachrüstung einer solarthermischen Anlage bei Bestandsbauten ist dann möglich, wenn ohnehin eine Erneuerung der Heizungsanlage oder eine Dachsanierung durchgeführt wird. Da eine Heizungserneuerung im Durchschnitt nur alle 20 bis 30 Jahre erfolgt, sollte zukünftig in Hamburg in der Regel bei jedem Heizungsaustausch eine Solaranlage installiert werden, wenn sie noch fehlt. Nur so kann das Ziel von 2 m<sup>2</sup> Solarkollektor pro Person im Jahr 2050 erreicht werden.

→ Um die Nutzung von solarer Wärme im Bereich der Einzelwärmeversorgungs-Anlagen voranzubringen, ist die Einführung eines eigenen **Erneuerbare-Wärme-Gesetzes** (EWärmeG) für das Bundesland Hamburg sinnvoll. Dieses soll nach dem Vorbild des Landes Baden-Württemberg Verpflichtungen zum Einsatz erneuerbarer Wärme bei jedem Heizungsaustausch oder beim Anschluss an ein Wärmenetz enthalten.

Die zuständige Hamburger Behörde hat sich in [FHH 15a] ablehnend zu einer verpflichtenden Nutzung von Erneuerbaren Energien im Gebäudebestand geäußert und wollte in der letzten Legislaturperiode die Länderöffnungsklausel im EEWärmeG nicht in Anspruch nehmen. Die ziemlich kryptische Begründung: „Hier spielen Überlegungen eine Rolle, wie sich Aufwand und Nutzen einer solchen Regelung zueinander verhalten.“ Dieser Einwand könnte kaum aufrecht erhalten werden, wenn die Erfahrungsberichte zum EWärmeG aus Baden-Württemberg zur Kenntnis genommen würden.

Von den Grünen im Bundestag wurde im Dezember 2015 eine entsprechende Erweiterung des EEWärmeG beantragt [Grüne 15], mit der wie in Baden-Württemberg auch für Bestandsgebäude eine Verpflichtung zur anteiligen Deckung des Wärme- oder Kälteenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien vorgesehen wird. Da nicht ersichtlich ist, ob und wann eine solche Erweiterung des EEWärmeG beschlossen werden wird, sollte Hamburg ähnlich wie bei der Hamburger Klimaschutzverordnung wieder einmal an eine Vorreiterrolle denken.

Eine abgeschwächte Form schlägt der ForschungsVerbund Erneuerbare Energien in [FVEE 15] vor: Gebäudeeigentümer sollten anlässlich der Modernisierung ihrer Wärmeversorgungsanlagen verpflichtet werden, Möglichkeiten zur Integration erneuerbarer Wärme zu prüfen. Beim Übergang zu Quartiersversorgungen sollte diese Verpflichtung von übergeordneten Institutionen übernommen werden (kommunale Wärmepläne). Von einer solchen Prüfungsvorschrift könnte zumindest erwartet werden, dass die Entscheidungsträger über die Förderung für solarthermische Anlagen informiert werden. Finanzielle Förderungen durch das MAP und durch die IFB sind mit solchen Verpflichtungen vereinbar.

→ Um die Wirtschaftlichkeit von solarer Wärmegewinnung bei Ein- und Zweifamilienhäusern und kleinen Mehrfamilienhäusern zu unterstützen, sollte die Förderung durch Hamburg mindestens

wieder auf den Zuschuss vor der Kürzung im Jahr 2008 angehoben werden, damit die bestehende Deckungslücke zur Wirtschaftlichkeit verringert wird.

In der Evaluierung des MAP wird empfohlen, die Förderung für solare Trinkwasseranlagen wieder aufzunehmen, die zurzeit nur im beschränkten Rahmen der Innovationsförderung möglich ist. Erwartet wird ein deutlich positiver Gesamteffekt und ein Beitrag zur gewünschten Marktbelebung ([Stuible 14], Seite 69).

→ Die Stadt Hamburg muss im Hinblick auf die Nutzung von Solarenergie ihrer Vorbildrolle wesentlich besser gerecht werden als bisher, und zwar nicht nur bei der Errichtung von städtischen Neubauten, sondern auch bei der Modernisierung der Wärme- und Kälteversorgung (§ 3 Abs. 2 und Abs. 3).

Das EEWärmeG legt in § 1a eine **Vorbildfunktion für öffentliche Gebäude** hinsichtlich des Ziels dieses Gesetzes fest. Im Gegensatz zu privaten Gebäuden muss die öffentliche Hand auch bei bereits errichteten öffentlichen Gebäuden für eine anteilige Nutzung von Erneuerbaren Energien sorgen, wenn grundlegende Renovierungen vorgenommen werden.

Zudem enthält das Hamburgische Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG) eine wohl zu wenig beachtete Vorschrift in § 11, nach welcher bei der Prüfung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen zur Energieeinsparung oder zum Klimaschutz **der gesamtwirtschaftliche Nutzen** zu beachten ist.

Mit dem städtischen Wohnungsunternehmen SAGA/GWG und auch mit anderen städtischen Unternehmen könnten Vereinbarungen darüber getroffen werden, in welcher Weise eine volkswirtschaftliche Betrachtungsweise einer betriebswirtschaftlichen vorgezogen werden sollte.

Es ist zu befürchten, dass trotz der Hervorhebung eines Klimaschutz-„Mainstreamings“ im *Hamburger Klimaplan* solche Verpflichtungen zu wenig beachtet und kontrolliert werden.

### 8.5 Einsatz in Wärme- und Kältenetzen – gesetzliche Verpflichtung der Betreiber

Die Wärmenetze haben in Hamburg einen besonders großen Anteil an der Wärmeversorgung. Auf ihre Beiträge zu erneuerbarer Wärme kann daher nicht verzichtet werden.

Im 2. Erfahrungsbericht zum EEWärmeG [BReg 15] wird als Ersatzmaßnahme für die Verpflichtung ein Mindestanteil an Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien als Voraussetzung für die Anerkennung eines Fernwärmeanschlusses gefordert, damit der Ausbau der erneuerbaren Energien auch im Bereich der Wärmenetze wirksam befördert wird.

→ Die Wärmenetz-Unternehmen sollten mindestens so viel zur Nutzung solarer Wärme beitragen, wie ihrem Anteil an der Wärmeversorgung Hamburgs entspricht und wie zur Erzeugung von erneuerbarer Fernwärme und Fernkälte in allen Hamburger Fernwärmenetzen einsetzbar ist. Aus dieser Forderung ergibt sich nach Abschnitt 2.1 eine Solarkollektorfläche von einer Million Quadratmeter im Jahr 2050 bei einem perspektivischen Anteil der Netzversorgung von 25 %. In den nächsten 35 Jahren ist daher jährlich eine Solarkollektor-Fläche von rund 30.000 m<sup>2</sup> durch die Betreiber der Wärmenetze zusätzlich zu installieren, also jährlich zehnmal so viel, wie ursprünglich in der Solar-siedlung Bramfeld genutzt wurde. Anders veranschaulicht: Die Wärmenetz-Unternehmen müssen Jahr für Jahr das Fünffache der durchschnittlich im Zeitraum von 2010 bis 2014 in ganz Hamburg jährlich neu installierten Solarthermie-Fläche mit Kollektoren ausstatten.

Im Rahmen der Umsetzung des Netze-Volksentscheids vom 22. September 2013 sollte eine entsprechende Verpflichtung der Betreiber der Fernwärmenetze zu einer zeitlich gestaffelten Erhöhung des Anteils an solarer und anderer erneuerbarer Wärme beschlossen werden. Sie könnte im Hamburger Klimaschutzgesetz verankert werden.

→ Dringend benötigt wird daher ein „**Fernwärmekonzept 2030**“, das die Behörde für Umwelt und Energie durch ein professionelles Gutachten zur Weiterentwicklung der Fernwärme in Hamburg vorbereiten lassen sollte.

→ Solare Wärme lässt sich in Wärmenetzen umso besser einsetzen und ergibt umso höhere Erträge, je niedriger die Netztemperaturen sind. Die Fernwärmenetze in Hamburg müssen daher so weiterentwickelt werden, dass die zur Einspeisung von Wärme erforderlichen Temperaturen verringert werden. Beim großen zentralen Fernwärmenetz mit ziemlich hohen Temperaturen ist daher wohl vorrangig an Subnetze mit niedrigeren Vor- und Rücklauftemperaturen zu denken oder an eine Einspeisung der solaren Wärme in den Rücklauf. Hervorzuheben ist, dass sich gerade die Einbindung von solarer Wärme in Wärmenetze nach den Erfahrungen in Dänemark so gestalten lässt, dass die Solarwärme nahezu vollständig genutzt werden kann ([Schulz 11]).

**Hansewerk Natur** bietet bereits seit geraumer Zeit an, solar erzeugte Wärme in seinen Wärmenetzen zu „speichern“. Da diese Wärme allerdings nur zwischengespeichert wird und eine zeitlich verschobene Rücknahmepflicht für die Einspeiser besteht, beschränkt sich dieses Angebot auf Kunden von Hansewerk Natur, die im Winterhalbjahr Fernwärme beziehen. Die eigentlich wirtschaftliche Nutzung vieler Großdächer im Bereich der Wärmenetze von Hansewerk Natur wird somit nicht unterstützt. Ein diesem überlegenes Einspeise-Modell nach den Prinzipien des EEG mit Vorrang für die Einspeisung erneuerbarer Wärme wird in [Maaß 15a] beschrieben.

Für die in Abschnitt 7.4 genannte perspektivische Konkurrenz von solarer Wärme mit Wärme aus der **Müllverbrennung** gibt es Lösungen mit Hilfe einer Produktion von Ersatzbrennstoffen aus Müll im Sommer und auch durch den Aufbau von Kältenetzen. Der Bedarf an Kühlung und Kälte verläuft zeitlich ähnlich dem Dargebot an solarer Strahlungsenergie. Der Aufbau von Kältenetzen mit solarthermischer Kühlung in Gewerbegebieten sollte daher geprüft werden.

### 8.6 Prozesswärme – Pioniere unterstützen

Rund drei Viertel der Endenergie in Industrie und Gewerbe werden für die Wärmebereitstellung genutzt. Gut 20 % dieses Wärmebedarfs liegen in dem für thermische Solaranlagen sehr günstigen Temperaturbereich unter 100 °C, weitere 10 % in dem mit Vakuumröhrenkollektoren zugänglichen Bereich zwischen 100 °C und 250 °C.

→ Da der Einsatz von solarthermischen Anlagen zur Erzeugung von Prozesswärme noch immer am Anfang steht und die potenziellen Einsatzarten je nach Art des Gewerbes bzw. des industriellen Einsatzes höchst unterschiedlich sind, sollten von Hamburg gezielt Unternehmen gesucht werden, die bereit sind, Pionierleistungen beim Einsatz von solarer Prozesswärme zu erbringen. Die hierfür zur Verfügung stehende, besonders hohe Förderung durch das MAP bietet dafür gute Chancen.

### 8.7 Verstetigung und Verlässlichkeit der Förderung

Investitionen in Wärmeversorgungsanlagen werden nicht von einem Tag auf den anderen beschlossen, sondern häufig längerfristig geplant. Für Investoren ist es daher von großer Bedeutung, dass die finanzielle Förderung durch die öffentliche Hand stabil und verlässlich zur Verfügung gestellt wird. Plötzliche Haushaltssperren wie beim MAP im Jahr 2010 sind Gift für den gewünschten Ausbau erneuerbarer Wärme.

Für das Bundesumweltministerium hat Barbara Hendricks angekündigt, eine der ersten Maßnahmen werde sein, das Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmebereich zu verstetigen ([klimaretter 14]).

→ Auch Hamburg sollte sich um eine Verstetigung des Förderanteils bemühen. Beispielsweise könnte die FHH für beschränkte Zeiträume Garantien für einen Gesamtförderanteil geben für den

Fall, dass die Bundesförderung vorübergehend wie im Fall der Haushaltssperre beim MAP im Jahr 2010 ausfällt oder dass der Fördertopf des MAP vorzeitig leer ist.

### 8.8 Koordinierte Unterstützung für die Solarthermie

Mit dem *SolarZentrum Hamburg*, das im Auftrag der BSU/BUE vom Zentrum für Energie-, Wasser- und Umwelttechnik der Handwerkskammer (ZEWU) und der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) betrieben wird, gibt es in Hamburg seit 2001 eine eigene Beratungseinrichtung für die Nutzung von Solarenergie. Schon in [Groscurth 05] wurden das *SolarZentrum* und die Handwerker-Aus- und -weiterbildung als vorbildlich bezeichnet. Dennoch konnte trotz dessen Einsatz nicht verhindert werden, dass der Ausbau von Kollektorflächen in Hamburg gegenwärtig auf einem tiefen Niveau stagniert (Bild 10).

Beträchtliche Kosten für eine Laserscanbefliegung im Jahr 2010 scheinen für die Motivierung von Investoren kaum etwas gebracht zu haben – außer vielleicht für das städtische Unternehmen HAMBURG ENERGIE GmbH, das selbst vor allem auf den Ausbau der Photovoltaik in Hamburg zu setzen scheint. Seit einigen Jahren stellt HAMBURG ENERGIE Hamburger Bürgerinnen und Bürgern kostenfrei einen elektronischen Solaratlas zur Verfügung, der in Kooperation mit dem Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung der Stadt Hamburg (LGV) entstanden ist. Allerdings könnte es für Solar-Interessierte oft einfacher sein, die Eignung ihrer Dachfläche direkt vor Ort zu beurteilen.

Mit der Botschaft eines „**Klimaschutz-Mainstreamings**“ in Hamburg wird im *Masterplan Klimaschutz* und neuerdings im *Hamburger Klimaplan* suggeriert, nicht nur die BUE, sondern alle öffentlichen Einrichtungen würden sich kontinuierlich um mehr Klimaschutz bemühen. Schaut man näher hin, so findet man das genaue Gegenteil. Einige Beispiele wurden oben geschildert. Der für Umwelt und Klimaschutz zuständigen Behörde erlaubt diese Botschaft, Verantwortung auf andere abzuwälzen – bis zu einem gewissen Grad verständlich, nachdem sie bei der Amtsübernahme des letzten SPD-Senats nicht nur finanziell, sondern auch ganz erheblich personell ausgedünnt wurde.

Mit dem objektiv substanzlosen oder gar schädlichen „Mainstreaming“-Motto werden in der Öffentlichkeit falsche Erwartungen geweckt. Wenn wirklich Fortschritte für eine Wärmewende in Hamburg erreicht werden sollen, dann muss dafür neben einer attraktiven Förderung und neben flankierenden Regulierungen vom Senat und von den Bezirksverwaltungen auch spezielles Personal bereitgestellt werden.

→ Es muss systematisch, kontinuierlich und mit erheblichem Aufwand von Personal proaktiv nach allen Gelegenheiten zum Einsatz von großflächiger solarer Wärme, auch in Wärmenetzen, Ausschau gehalten werden. Die BSU spricht selbst im Zusammenhang mit der energetischen Sanierung von Hamburger Quartieren von der „Implementierung eines sogenannten „Kümmerers“ im Quartier“ ([FHH 15a]).

Die Intensität der Öffentlichkeitsarbeit für die Gründachstrategie kann als Vorbild für die Öffentlichkeitsarbeit für eine **Solardachstrategie** dienen ([FHH 14a], Abschnitt 2.2).

→ Konkret wird daher für die Erschließung des Potenzials der Solarthermie in Hamburg vorgeschlagen, in jedem Bezirk eine **Nachhaltigkeits- und Klimaschutzbeauftragte** einzusetzen. Die Behörde für Umwelt und Energie sollte mit einer Koordinierungsstelle ausgestattet werden, die innerhalb der Senatsbehörden und in Zusammenarbeit mit den Bezirksbeauftragten dafür sorgt, dass möglichst alle Gelegenheiten zu einem volkswirtschaftlich günstigen Einsatz von Solarenergie genutzt werden. Dies sollte in engem Kontakt mit Managerinnen der Quartierssanierungen und mit den Personen, die in Hamburg Vor-Ort-Beratungen durchführen und in Zukunft vielleicht Sanierungsfahrpläne erstellen werden, erfolgen.

## Anhang 1: Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit von Solarthermie-Anlagen

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeits-Berechnungen (Abschnitt 5) wurden bei Bestandsgebäuden die Vollkosten der solarthermischen Zusatzanlage den reinen Kosten für eine alternative Wärmeerzeugung durch die Grundversorgungsanlage gegenübergestellt. Eventuelle Einsparungen bei den Investitionskosten für eine ausgetauschte Grundversorgungsanlage durch die Beschaffung einer Solarthermie-Anlage wurden nicht berücksichtigt.

Bei Neubauten wurde die Nutzung von Solarwärme mit der Alternative einer zusätzlichen Energieeinsparung verglichen.

Die verwendeten Ansätze für die Investitionskosten von Solarthermieanlagen in Neubauten orientieren sich an Angaben in [Solites 13], in [Stuible 13] und in [Eller 14] unter Berücksichtigung von [SDH 12]. Bis zu Bruttokollektorflächen von 100 m<sup>2</sup> wurden die Anlagenpreise aus [Solites 13] verwendet. Die Gesamt-Investitionskosten für größere Bruttokollektorflächen A wurden nach der Extrapolationsformel

$$\text{Investitionskosten pro m}^2 \text{ Bruttokollektorfläche} = 400 \text{ Euro} + 200.000 \text{ Euro} / (A / \text{m}^2 + 40)^{1,5}$$

berechnet. Mit dieser Formel ergeben sich für sehr große Kollektorflächen A konservative Werte, die erheblich über den in Dänemark realisierten niedrigeren spezifischen Investitionskosten liegen. Auch in [SolnetBW 15], Abb. 17, wurden niedrigere Werte nahe 350 Euro pro m<sup>2</sup> für unterschiedliche Konfigurationen angegeben.

Die Investitionskosten für Solarthermieanlagen, die in Bestandsgebäuden nachgerüstet werden, wurden um 12 % höher angesetzt als die in Neubauten, um die Zusatzkosten zu berücksichtigen, die bei Nachrüstungen in Bestandsbauten im Allgemeinen auftreten.

Eine Unterscheidung der spezifischen Investitionskosten nach reiner Warmwassererzeugung und nach Heizungsunterstützung plus Warmwassererzeugung wie in [Hofmann 13], Kap. 7.2, wurde nicht vorgenommen. Die hier verwendeten Ansätze für die Investitionskosten liegen aber deutlich über den Werten von [Hofmann 13].

Ab Kollektorflächen von 40 m<sup>2</sup> wurde mit Vakuumröhrenkollektoren oder Hochtemperatur-Flachkollektoren anstelle von normalen Flachkollektoren gerechnet. Entsprechend der Evaluierung des Förderprogramms MAP in [Stuible 13] wurde dabei für Vakuumröhrenkollektoren die gleichen Investitionskosten angesetzt wie für Flachkollektoren.

Entsprechend diversen Herstellerangaben, wurde für das Verhältnis von Bruttokollektorfläche zu Aperturfläche bei Flachkollektoren 1,09 bei Röhrenkollektoren 1,12 verwendet.

Für die Kosten von Betrieb, Wartung und Reparaturen wurden pro Jahr 1,5 % der Investitionskosten angesetzt. Zur Ermittlung der spezifischen Wärmegegestehungskosten wurden diese abgezinst berücksichtigt. Der verwendete Zinssatz betrug 3,0 %.

Es wurde mit einer Nutzungsdauer von 25 Jahren gerechnet ([SolnetBW 15]). Als Betrachtungszeitraum wurde bei Solarthermieanlagen, die in unmittelbarer Verbindung mit der Energieversorgung von Gebäuden stehen, der gleiche Zeitraum gewählt. Bei Anlagen, die Prozesswärme erzeugen oder überwiegend in Wärmenetze einspeisen, wurde mit einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gerechnet. Ein Restwert nach Ablauf des Betrachtungszeitraums wurde in keinem Fall berücksichtigt.

Bei kleinen Solarthermieanlagen bis zu einer Aperturfläche von 20 m<sup>2</sup> wurde eine Bezahlung aus Eigenkapital angenommen.

Als staatliche Förderung durch den Bund im Rahmen des MAP wurde aus den Förderprogrammen des BAFA oder der KfW-Bank das jeweils günstigste ausgewählt. Zur Berücksichtigung des Zinsvorteils bei verbilligten Darlehen der KfW-Bank wurde für diese ein um 1,0 % niedrigerer Zinssatz angenommen.

Für Stillstandsverluste des Heizkessels wurden 10 % angenommen. Dass diese Verluste bei Kesseln, die im Sommer nicht abgeschaltet werden, höher sind, wurde nicht berücksichtigt.

## Hamburg braucht eine Solardachstrategie

Je nach Einsatzgebiet wurde mit folgenden jährlichen Wärmeerträgen gerechnet:

Warmwasserversorgung und Heizungsunterstützung mit Flachkollektoren:	350 kWh / (m <sup>2</sup> a)
Ausschließliche Warmwasserversorgung mit Flachkollektoren:	400 kWh / (m <sup>2</sup> a)
Größere Kollektorflächen mit Vakuumröhrenkollektoren, WW + HU:	400 kWh / (m <sup>2</sup> a)
Größere Kollektorflächen mit Vakuumröhrenkollektoren; nur WW oder Prozesswärme:	450 kWh / (m <sup>2</sup> a)

	Aper- tur- fläche (m <sup>2</sup> )	Investitions- kosten (Euro)	MAP- Förde- rung (Euro)	IFB- Förde- rung (Euro)	Förder- quote	Förder- grenze nach AGVO	Förder- kürzung
EFH, WW	5	6.287	500	0	8,0%	45,0%	0,0%
EFH, WW+HU + Optimierung	12	15.259	3.000	1.200	27,5%	45,0%	0,0%
kl-MFH (3), WW	12	13.624	700	1.200	13,9%	45,0%	0,0%
kl-MFH (4), WW+HU	20	20.754	4.400	2.000	30,8%	45,0%	0,0%
kl-MFH (4), WW+HU + Optimierung	20	23.244	5.880	2.000	33,9%	45,0%	0,0%
gr-MFH (15), WW+HU + Netz	80	53.744	18.000	8.000	45,0%	45,0%	<b>3,4 %</b>
gr-MFH (15), WW+HU + Netz, KU	80	53.744	18.000	8.000	48,4%	65,0%	0,0%

Tabelle A1-1: Bestand

	Aper- tur- fläche (m <sup>2</sup> )	Investitions- kosten (Euro)	MAP- Förde- rung (Euro)	IFB- Förde- rung (Euro)	Förder- quote	Förder- grenze nach AGVO	Förder- kürzung
EFH, WW	6	6.540	0	0	0,0%	45%	0,0%
EFH, WW+HU	15	14.552	0	0	0,0%	45%	0,0%
kl-MFH (3), WW	18	16.873	0	0	0,0%	45%	0,0%
gr-MFH (36), WW	60	38.976	5.100	0	13,1%	45%	0,0%
gr-MFH (36), WW+HU	60	38.976	10.200	0	26,2%	45%	0,0%
gr-MFH (15), WW+HU, Netz, MU	90	52.387	15.302	0	29,2%	55%	0,0%
gr-MFH (15), WW+HU, Netz, MU	500	231.621	67.657	0	29,2%	55%	0,0%
NWG, solare Kühlung, KU	40	31.360	9.160	4.000	42,0%	65%	0,0%

Tabelle A1-2: Neubau

	Aper- tur- fläche (m <sup>2</sup> )	Investitions- kosten (Euro)	MAP- Förde- rung (Euro)	IFB- Förde- rung (Euro)	Förder- quote	Förder- grenze nach AGVO	Förder- kürzung
Solaranlage für Wärmenetz	500	231.621	87.121	0	37,6%	45%	0,0%
Solaranlage für Wärmenetz, MU	10.000	4.481.880	1.685.789	0	37,6%	55%	0,0%
solare Prozesswärme, KU	50	34.307	15.787	0	46,0%	65%	0,0%
solare Prozesswärme, MU	200	100.044	46.037	0	46,0%	55%	0,0%

Tabelle A1-3: Sonstige Solaranlagen

### **Erläuterungen zu den Tabellen:**

EFH = Einfamilienhaus; kl-MFH, gr-MFH = kleines bzw. großes Mehrfamilienhaus; NWG = Nichtwohngebäude

WW = Warmwasser; WW+HU = Warmwasser und Heizungsunterstützung

Netz = mit Einspeisung in ein Wärmenetz

KU = kleines Unternehmen; MU = mittleres Unternehmen

Optimierung: Gleichzeitig mit der Installation einer Solarthermieanlage wurde eine Effizienzverbesserung der Heizanlage vorgenommen. Dabei wurde mit einer Erhöhung der Investitionskosten gerechnet, da den nicht besonders hohen Bonuszahlungen zusätzliche Aufwendungen für die Modernisierung gegenüber stehen.

MAP-Förderung: Förderung nach dem Marktanzreizprogramm [BMWi 15a] durch das BAFA bzw. durch die KfW-Bank nach den im März 2016 geltenden Konditionen

IFB-Förderung: Förderung durch die Hamburgische Investitions- und Förderbank nach den im März 2016 geltenden Konditionen [IFB 16a].

## Anhang 2: Förderkonditionen des BAFA

Solarkollektoranlagen für Raumwärme bzw. Trinkwasser (BAFA-Zuschüsse)					
Anwendung		Kollektorfläche (brutto) <sup>1)</sup>	Förderung		Zusatzförderungen <sup>5)</sup> kombinierbar
			Gebäudebestand	Neubau	
nur Warmwasserbereitung <sup>2)</sup>	Basisförderung	3 - 10 m <sup>2</sup>	500 €	–	<b>Kombinationsbonus</b> + 500 € für gleichzeitige Installation der Solaranlage mit Biomassekessel, Wärmepumpe, Wärmenetzanschluss, Brennwertkessel  <b>Gebäudeeffizienzbonus:</b> <sup>6)</sup> + 50 % der Basis- bzw. Innovationsförderung  <b>Optimierungsmaßnahmen:</b> <sup>7)</sup> a) mit Errichtung der Anlage 10 % der Nettoinvestitionskosten b) nachträglich nach 3 bis 7 Jahren 100 € bis 200 €
		11 - 40 m <sup>2</sup>	50 €/m <sup>2</sup>	–	
	Innovationsförderung <sup>3)</sup>	20 - 100 m <sup>2</sup>	100 €/m <sup>2</sup>	75 €/m <sup>2</sup>	
			oder 45 ct pro kWh/m <sup>2</sup> a		
Raumwärme- bzw. Kombianlagen, Kälteerzeugung, Wärmenetzeinspeisung	Basisförderung <sup>4)</sup>	bis 14 m <sup>2</sup>	2000 €	–	
		15 - 40 m <sup>2</sup>	140 €/m <sup>2</sup>	–	
	Innovationsförderung <sup>3)</sup>	20 - 100 m <sup>2</sup>	200 €/m <sup>2</sup>	150 €/m <sup>2</sup>	
			oder 45 ct pro kWh/m <sup>2</sup> a		
Erweiterung von Anlagen		um 4 - 40 m <sup>2</sup>	50 €/m <sup>2</sup>		

**Auszüge aus dem Kleingedruckten:**

1) Der Zuschuss wird je angefangenem Quadratmeter Brutto-Kollektorfläche gewährt.  
 2) Kollektorfläche mindestens 3 m<sup>2</sup> Speichervolumen, mindestens 200 l.  
 3) Innovationsförderung: Wohngebäude ab 3 Wohnungen oder Nichtwohngebäude mit ≥ 500 m<sup>2</sup> Nutzfläche. Außerdem Ein- und Zweifamilienhäuser mit > 50 % solarem Deckungsgrad und Transmissionswärmeverlust ≤ 70 % des EnEV-Standards.  
 4) Flachkollektoren: Kollektorfläche mindestens 9 m<sup>2</sup> und Speichervolumen mind. 40 l/m<sup>2</sup>. Vakuumkollektoren (auch Vakuumflachk.): mind. 7 m<sup>2</sup> und Speichervol. mind. 50 l/m<sup>2</sup>. Luftkollektoren: keine Mindestgröße, keine Mindestförderung, sondern stets 140 €/m<sup>2</sup>  
 5) Die diversen Zusatzförderungen sind mit Basis- und Innovationsförderung sowie untereinander kombinierbar.  
 6) Gebäudeeffizienzbonus: Für Solaranlagen in Wohngebäuden mit KfW-Standard Effizienzhaus55.  
 7) Optimierungsmaßnahmen: Bei Variante a) (gleichzeitig) Begrenzung auf 50 % der Basisförderung. Bei Variante b) (nachträglich) Begrenzung auf Höhe der förderfähigen Kosten.

**Es gelten zahlreiche weitere Anforderungen; bitte beachten Sie die neue Richtlinie.**

## Abkürzungen und Erklärungen von Begriffen

a	Jahr
AGEE	Agentur für Erneuerbare Energien
AGVO	Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung
Aperturfläche	Kollektoreintrittsfläche
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
B.A.U.M.	Bundesdeutscher Arbeitskreis für Umweltbewusstes Management e. V.
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BUE	Behörde für Umwelt und Energie der Freien und Hansestadt Hamburg
BSU	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg
Drs.	Bürgerschaftsdrucksache
DSTTP	Deutschen Solarthermie-Technologie Plattform
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EFZH	Ein oder Zweifamilienhaus
EU	Europäische Union
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
FVEE	Forschungs-Verbund Erneuerbare Energien
GWh	Gigawattstunde = $10^6$ kWh
HmbKliSchG	Hamburgisches Klimaschutzgesetz
HmbKliSchVO	Hamburgische Klimaschutzverordnung
HU	Heizungsunterstützung
IFB	Hamburgische Investitions- und Förderbank
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
KfW	KfW-Bank; Kreditanstalt für Wiederaufbau
KU	kleines Unternehmen
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
MAP	Marktanreizprogramm
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
MU	mittleres Unternehmen
MVA	Müllverbrennungsanlage
NWG	Nichtwohngebäude
PV	Photovoltaik
t	Tonne
TWh	Terawattstunde = $10^9$ kWh
WW	Warmwasser

### Literatur

- [APEE 15] Richtlinie zur Förderung der beschleunigten Modernisierung von Heizungsanlagen bei Nutzung erneuerbarer Energien Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE). Heizungs-paket, erneuerbare Energien. 16.12.15
- [AGVO 14] VERORDNUNG (EU) Nr. 651/2014 DER KOMMISSION vom 17. Juni 2014 zur Fest-stellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt in Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäi-schen Union
- [Ashok 15] Ashok, G., Hermelink, A., Lindner, S., Kalathoor, D., Gottschick, M., Barth, J., Ziegler, R.: Energetisches Konzept für das Quartier Farmsen-Wandsbek. 19.Juni 2015
- [BAFA 14] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Referat 415 (Evaluierungen) Evaluation der Energiesparberatung vor Ort. Endbericht. Mai 2014
- [Bartsch 15] Bartsch, A.: Ein Jahr Erfahrung mit dem Förderprogramm Erneuerbare Wärme, IFB Hamburg, 4.2.15
- [BET 15] Zander, W. u. a.: Erstellung einer Expertise zur Hamburger Fernwärmeversorgung; Handlungsalternativen für das Kohlekraftwerk in Wedel. BET, 31.7.2015
- [BMWi 15a] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Richtlinien zur Förderung von Maß-nahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 11. März 2015, veröf-fentlicht im Bundesanzeiger am Mittwoch, 25. März 2015
- [BMWi 15b] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Energieeffizienzstrategie Gebäude: Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. 18. November 2015
- [BMWi 15c] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Handbuch über staatliche Beihilfen. Handreichung für die Praxis von BMWi-EA6 Stand: Januar 2016
- [BReg 12] Bundesregierung: Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EE-WärmeG-Erfahrungsbericht). Drucksache 17/11957, 20.12.1012
- [BReg 15] Bundesregierung: Zweiter Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (2. EEWärmeG-Erfahrungsbericht). Drucksache 18/6783, 19.11.2015
- [Bruns 14] Bruns, E., Ohlhorst, D., Wenzel, B., Adolf, M.: Erneuerbare Energien für die individuel-le Wärmeversorgung – Treiber und Hemmnisse seit 1990. INER, Dez. 2014
- [BSU 08] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt: Lust auf Sonne. Ihr Ratgeber für die solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. 27.11.2008
- [BSW solar 12] BSW solar: Fahrplan Solarwärme. Strategie und Maßnahmen der Solarwärme-Branche für ein beschleunigtes Marktwachstum bis 2030. Langfassung, Juni 2012
- [BSW solar 15] BSW solar: Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie). Juni 2015
- [BUE 15] Behörde für Umwelt und Energie: Mehr Gründächer für Hamburg. 7.9.2015
- [Dietrich 15] Dietrich, B.: Hamburger Wärmestrategie – von Handlungsfeldern und Perspektiven. BUE, Präsentation, 6.6.2015
- [EEWärmeG 11] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG)
- [Eller 14] Eller, S., Staudacher, T., Sutter, M.: Photovoltaik und Solarthermie. Exemplarischer Vergleich hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Klimarelevanz. FfE, April 2014
- [Enseling 15] Enseling A., Hinz, E.: Kurzgutachten zur wirtschaftlichen Vertretbarkeit ausgewählter Maßnahmen nach EnEV 2014, Anlage 3, 7.7.2015
- [FHH 06] Große Anfrage der SPD-Fraktion: Energiepolitik in Hamburg. Bürgerschaftsdrucksache 18/3755, 17.3.2006
- [FHH 10a] Große Anfrage der CDU-Fraktion: Solarenergie in Hamburg. Bürgerschaftsdrucksache 19/5369, 9.3.2010

## Hamburg braucht eine Solardachstrategie

- [FHH 11a] Große Anfrage der GAL-Fraktion: Bilanz der Umwelthauptstadt. Bürgerschaftsdrucksache 20/2127, 6.12.2011
- [FHH 13a] Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Jens Kerstan (GRÜNE): Preisbildung und Wettbewerb in der Fernwärme. Bürgerschaftsdrucksache 20/9153, 6.9.2013
- [FHH 13b] Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Masterplan Klimaschutz – Zielsetzung, Inhalt und Umsetzung. Bürgerschaftsdrucksache 20/8493, 25.6.2013
- [FHH 13c] Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel. Bürgerschaftsdrucksache 20/8492, 25.6.2013
- [FHH 14a] Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Einzelplan 6 Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Gründachstrategie für Hamburg – Zielsetzung, Inhalt und Umsetzung. Bürgerschaftsdrucksache 20/11432, 8.4.2014
- [FHH 14b] Gemeinsamer Bericht des Umweltausschusses und des Stadtentwicklungsausschusses über die Gründachstrategie. Bürgerschaftsdrucksache 20/12257, 25.6.2014
- [FHH 15a] Unterrichtung durch die Präsidentin der Bürgerschaft: Bürgerschaftliches Ersuchen vom 13. Dezember 2012: „Hamburg 2020: Wärmekonzept für Hamburg“ – Drs. 20/6188; hier: Punkte 7 bis 10, Bürgerschaftsdrucksache 20/14648, 17.2.2015
- [FHH 15b] Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Stephan Jersch (DIE LINKE): Klima-Modellquartier Mitte Altona: Ein Fiasko für den Klimaschutz? (II) Bürgerschaftsdrucksache 21/133, 2.4.2015
- [FHH 15c] Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft. Hamburger Klimaplan. Bürgerschaftsdrucksache 21/2521, 8.12.2015
- [FHH 15d] Große Anfrage der CDU-Fraktion: Ausgangsbilanz und Zielsetzungen für die 21. Wahlperiode in den Bereichen Umwelt und Energie, Bürgerschaftsdrucksache 21/917, 24.7.2015
- [FHH 15e] Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Stephan Jersch (DIE LINKE): Energieversorgung Solarsiedlung Karlshöhe. Bürgerschaftsdrucksache 21/2131, 13.11.2015
- [FVEE 15] Fachausschuss „Zukunft der erneuerbaren Wärme“ des Forschungsverbundes Erneuerbare Energien: Erneuerbare Energien im Wärmesektor – Aufgaben, Empfehlungen und Perspektiven. Positionspapier des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien. September 2015
- [Gabányi 15a] Gabányi, H.: Wärmestrategie für Hamburg - von der Einzelbebauung zum Quartiersansatz. Präsentation, 18.3.2015
- [Gabányi 15b] Gabányi, H., Rabenstein, D.: Briefwechsel - auf der Suche nach den verlorenen Vorketten in Hamburg, 16.12.2015
- [Groscurth 05] Groscurth H.-M.: Grundlagenstudie „Erneuerbare Energien in Hamburg“. März 2005
- [Groscurth 10] Groscurth H.-M., Bode S., Kühn I., arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik: Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg, Möglichkeiten zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen einer Verursacherbilanz. Im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz der Freien und Hansestadt Hamburg, Überarbeitete Fassung – November 2010
- [Grüne 15] Fraktion der BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG). Bundestagsdrucksache 18/6885, 2.12.2015
- [Hertle 15] Hertle, H., Pehnt, M., Gugel, B., Dingeldey, M. und Müller, K: Wärmewende in Kommunen. Leitfaden für den klimafreundlichen Umbau der Wärmeversorgung. Im Auftrag und herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung. 25.9.2015
- [Hofmann 13] Hofmann, F. u. a.: Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichtes gemäß § 18 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz. 28.2.2013
- [IFB 16a] Hamburgische Investitions- und Förderbank: Erneuerbare Wärme. Produktinformation für die Förderung des Einsatzes Erneuerbarer Energien in Unternehmen, Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden. Gültig ab 1. Januar 2016

## Hamburg braucht eine Solardachstrategie

- [IFB 16b] Hamburgische Investitions- und Förderbank: Hamburger Gründachförderung. Förderrichtlinie für die Herstellung von Dachbegrünung auf Gebäuden. Gültig ab 1. Januar 2016
- [klimaretter 14] Klimaretter.info: Hendricks will schnellere Wärmewende. 29.1.2014
- [Langniß 12] Langniß, O. u. a.: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011. Evaluierung des Förderjahres 2011. Dezember 2012
- [LBD 11] LBD-Beratungsgesellschaft mbH: Wärmeversorgungskonzept für die Freie und Hansestadt Hamburg. Endfassung zur Abstimmung. 8.12.2011
- [Lohr 10] Lohr, D., Vattenfall Europe Wärme AG: Ökologisch und preiswert – Fernwärme von Vattenfall. Berliner Energietage 2010. Mai 2010
- [Maaß 15a] Maaß Ch., Sandrock M., Schaeffer R.: Fernwärme 3.0. Strategien für eine zukunftsorientierte Fernwärmepolitik. HAMBURG INSTITUT, 26.1.2015
- [Maaß 15b] Maaß Ch., Sandrock M.: Rechtsfragen zur bilanziellen Wärmeversorgung mit Erneuerbaren Energien im Baugebiet „Mitte Altona“. HAMBURG INSTITUT, 6.7.2015
- [MegaWATT 11] Baumbusch K., Höhne S., Schülecke J., Teckenburg K.: Gutachten zur Energieversorgung für das städtebauliche Entwicklungsgebiet „Mitte Altona“. Schlussbericht. Im Auftrag der FHH, 14.10.2011
- [MegaWATT 12] Schülecke J., Teckenburg K.: Innovative, ressourcenschonende Wärmeversorgung für das geplante Hamburger Quartier „Mitte Altona“. Stadtentwicklung. Klimafreundliche Wärme für Mitte Altona, vhw FWS 5 / Oktober - November 2012
- [Nitsch 11] Nitsch, J. u. a.: „Leitstudie 2010“. Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Dezember 2010
- [Nitsch 14] Nitsch, J.: Energiewende – Quo vadis? 28.2.2014
- [Nitsch 15] Nitsch, J.: SZEN-15. Aktuelle Szenarien der deutschen Energieversorgung unter Berücksichtigung der Eckdaten des Jahres 2014. Kurzexpertise für den Bundesverband Erneuerbare Energien e.V., 19.4.2015
- [Nitsch 16] Nitsch, J.: Die Energiewende nach COP 21 – Aktuelle Szenarien der deutschen Energieversorgung. Kurzstudie für den Bundesverband Erneuerbare Energien e.V., 17.2.2016
- [Rabenstein 13] Rabenstein, D.: Klimaschutz – in Hamburg nur noch eine Vision? oder Die Umwelthauptstadt 2011 als Trittbrettfahrerin beim Klimaschutz? 6.12.2013
- [Rabenstein 15a] Rabenstein, D.: Mitte Altona. Bei einem der größten Städtebau-Projekte Europas, einem Klima-Modellquartier in Hamburg, bleibt der Klimaschutz auf der Strecke. 22.4.2015
- [Rabenstein 15b] Rabenstein, D.: Schädigen Erneuerbare Energien das Klima? Kritik der von BET verwendeten CO<sub>2</sub>-Allokationsmethoden, insbesondere der favorisierten „Systemischen Methode“. 25.11.15
- [Rabenstein 15c] Rabenstein, D.: Briefwechsel – auf der Suche nach der verlorenen Solarwärme in Hamburg, 25.11.2015
- [Sandrock 03] Sandrock, M.: Vision Solar-City. Präsentation. Behörde für Umwelt und Gesundheit Hamburg, 21.11.2003
- [Sandrock 06a] Sandrock, M.: Maßnahmen zur Markteinführung in der Freien und Hansestadt Hamburg, BSU, 7.6.2006
- [Sandrock 06b] Sandrock, M.: Bauleitplanung ohne Solarenergie ist wie Segeln ohne Windenergie. Präsentation. BSU, 21.11.2006
- [Sandrock 12] Sandrock, M.: Potenzial der Fernwärme für die Energiewende. Präsentation, Kiel, 23.10.2012
- [Sandrock 15a] Sandrock, M., Westholm, H., Kunz, C.: Metaanalyse: Energiewende im Wärmesektor in Deutschland. Juli 2015

## Hamburg braucht eine Solardachstrategie

- [Sandrock 15b] Sandrock, M.: Solarthermie lohnt sich. Solarthemen 452, 16.Juli 2015
- [Schlesinger 14] Schlesinger, M. u. a.: Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. Prognos, EWI, GWS, Juni 2014
- [Schubert 11] Schubert, M.: SDHTAKE-OFF – Neue Großsolaranlagen für die Fernwärme in Österreich und Dänemark. 13.12.2011
- [Schulz 11] Schulz, W., Brandstät, Ch.: Flexibilitätsreserven aus dem Wärmemarkt. Dezember 2013
- [SDH 12] SDH, Solar district heating: Solar district heating guidelines. Collection of fact sheets WP3 – D3.1 & D3.2, August 2012
- [Solites 13] Solites: UrbanSolPlus – Arbeitsblätter – Solarthermie in der Beratung energetischer Sanierungen, 13.8.2013
- [SolnetBW 15] SolnetBW: Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg. Grundlagen | Potenziale | Strategien. Juni 2015
- [spon 16] Trotz der Energiewende. Bundesregierung fördert umweltschädliche Ölheizungen. Spiegel ONLINE, 31.März 2016
- [Stryi-Hipp 10] Stryi-Hipp, G., Drück, H., Wittwer, V., Zörner, W. u. a.: Forschungsstrategie Nieder-temperatur-Solarthermie 2030 für eine nachhaltige Wärme- und Kälteversorgung Deutschlands, DSTTP, 14.12.2010
- [Stuible 14] Stuible, A. u. a.: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Evaluierung des Förderjahres 2013. Zwischenbericht, Juli 2014
- [Walberg 15] Walberg, K.: Hamburger Wärmestrategie. Fachtagung Förderal Erneuerbar. BUE, 25 11.2015
- [Warnke16] Persönliche Mitteilung zu einem Schreiben von Hans Gabányi vom 12.1.2016
- [Wenzel 12] Wenzel, B., Futterlieb, M.: Selbstversorgung mit Solarstrom und Solarwärme. Stand und Ausblick 2020. IfnE, Mai 2012
- [Wenzel 15] Wenzel, B., Bruns, E., Adolf, M., Ohlhorst, D.: Erneuerbare Energien zur individuellen Wärme- und Kälteerzeugung. Innovationen und Herausforderungen auf dem Weg in den Wärmemarkt. INER, 17.2.2015