Bericht Endfassung

Evaluation des Förderjahres 2019

Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2019 bis 2020

Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

ENGINEERING CONSULTING

Autoren

Dr. Daniel Zech, Simone Ullrich, Hans-Friedrich Wülbeck, Dr. Achim Stuible (Fichtner)
Jeannette Wapler, Lukas Amendt, Dr. Marek Miara, Thore Oltersdorf (Fraunhofer ISE)
Florian Werner, Dr. Janybek Orozaliev, Prof. Klaus Vajen (Qoncept Energy)
Gerd Schröder (IE Leipzig)
Dr. Hans Hartmann, Klaus Reisinger (TFZ)

Kontakt

Fichtner GmbH & Co. KG
Sarweystraße 3
70191 Stuttgart

www.fichtner.de

Daniel Zech
0711 8995 - 1409

daniel.zech@fichtner.de

Fichtner GmbH & Co. KG

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung ... 11

1.1 Einleitung ... 11

1.2 BAFA-Förderung ... 11

1.3 KfW-Förderung ... 12

1.4 MAP gesamt - Ergebnisse ... 13

1.5 Erfolgskontrolle ... 14

2 Einführung ... 17

2.1 Aufgabenstellung ... 17

2.2 MAP 2019 ... 17

2.2.1 BAFA-Förderung ... 18

2.2.2 KfW-Förderung ... 19

3 Methodisches Vorgehen ... 23

3.1 Schritte der Methodenentwicklung und Durchführung ... 23

3.2 Erfolgskontrolle ... 25

3.3 Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte ... 27

3.4 Datengrundlage ... 28

3.4.1 Förderstatistik des BAFA ... 28

3.4.2 Förderstatistik der KfW ... 30

4 Das MAP 2019 im Überblick ... 33

4.1 Anzahl Förderfälle ... 33

4.1.1 BAFA-Teil: Basis-/Innovationsförderung ... 33

4.1.2 BAFA-Teil - Bonusförderung ... 35

4.1.3 KfW-Teil ... 38

4.2 Installierte Leistung ... 40

4.2.1 BAFA ... 40

4.2.2 KfW ... 42

4.3 Energiebereitstellung aus geförderten Anlagen ... 43

4.4 Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel ... 46

4.4.1 Investitionen und Fördermittel - BAFA-Teil ... 47

4.4.2 Investitionen und Fördermittel KfW-Teil ... 50
4.5 Vermiedene CO_2e-Emissionen ... 51
4.6 Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte 2019 ... 54

5 Erfolgskontrolle ... 57
5.1 Zielerreichungskontrolle ... 57
5.1.1 Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung ... 57
5.1.2 Technologischer Standard und Innovation ... 58
5.1.3 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit ... 59
5.1.4 Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur ... 62
5.2 Wirkungskontrolle ... 63
5.2.1 Förderanteil ... 64
5.2.2 Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung ... 66
5.3 Wirtschaftlichkeitskontrolle ... 66
5.3.1 Wirtschaftlichkeit der Fördermaßnahmen ... 66
5.3.2 CO_2-Fördereffizienz ... 68
5.4 Zusammenfassung der Erfolgskontrolle ... 71
5.4.1 Zielerreichung ... 71
5.4.2 Wirkungskontrolle ... 73
5.4.3 Wirtschaftlichkeitskontrolle ... 73

6 Literatur- und Quellenverzeichnis ... 75

7 Appendices ... 77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl Anlagen mit BAFA Förderung 34
Tabelle 2: Übersicht der berücksichtigten Boni je Energieträger 35
Tabelle 3: Übersicht Anteile Bonusförderung (Basisförderung,) 37
Tabelle 4: Übersicht Anteile Bonusförderung (Innovationsförderung) 37
Tabelle 5: Übersicht über die Ergebnisse basierend auf der KfW-Datenbank 39
Tabelle 6: Installierte Leistung BAFA-Teil 41
Tabelle 7: Installierte Leistung der wertgestellten Anlagen im KfW-Teil nach Technologien 43
Tabelle 8: Energiebereitstellung von BAFA geförderten Anlagen 44
Tabelle 9: Energiebereitstellung von KfW geförderten Anlagen 45
Tabelle 10: Energiebereitstellung MAP gesamt 46
Tabelle 11: Ausgelöste Investitionen und aufgewendete Fördermittel 2017 - 2019 46
Tabelle 12: Investitionen BAFA-Teil 48
Tabelle 13: Fördermittel BAFA-Teil 49
Tabelle 14: Übersicht über Anzahl, Investitionen, Kreditvolumina und Tilgungszuschüsse im KfW-Teil der im Jahr 2019 wertgestellten Anlagen (in T€) 51
Tabelle 15: Auswahl Netto-Vermeidungsfaktoren CO_2e für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (UBA 2019) 52
Tabelle 16: Vermiedene CO_2e-Emissionen der MAP-geförderten Anlagen 2019 52
Tabelle 17: Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, nach Energieträger/Anlagentyp 55
Tabelle 18: Vergleich tatsächlich realisierter Zubau im Jahr 2019 und Ziel-/ Richtwert MAP für den Zeitraum 2015-2020 58
Tabelle 19: Herfindahl-Hirschmann-Index sowie Zielerreichungsgrad für Biomasse-technologien und Wärmepumpen 61
Tabelle 20: Übersicht Einsparungen 2019 63
Tabelle 21: CO_2-Fördereffizienz BAFA-Teil 69
Tabelle 22: CO_2-Fördereffizienz KfW-Teil 69
Tabelle 23: CO_2-Fördereffizienz MAP Gesamt 70
Tabelle 24: Zielerreichung und Priorisierung der Ziele und Indikatoren 72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schrittweise Vorgehensweise in der Evaluation 24
Abbildung 2: Zusammenhänge zwischen Förderprogramm und Erfolgskontrolle 25
Abbildung 3: Idealtypisches Wirkungsmodell eines Förderprogramms (nach Jaedicke et al. 2009) 27
Abbildung 4: Anzahl Anlagen mit BAFA Förderung 33
Abbildung 5: Anzahl der Biomasseanlagen mit/ohne Bonusförderung (für Basis- und Innovationsgeförderte Anlagen) 36
Abbildung 6: Anzahl der solarthermischen Anlagen mit/ohne Bonusförderung (für Basis- und Innovationsgeförderte Anlagen) 36
Abbildung 7: Anzahl der Wärmepumpen mit/ohne Bonusförderung (für Basis- und Innovationsgeförderte Anlagen) 36
Abbildung 8: Aufteilung der als Boni gewährten Förderzahlungen 2019 38
Abbildung 9: Aufteilung der im Jahr 2019 installierten Leistung MAP-geförderter Anlagen im BAFA-Teil 40
Abbildung 10: Vermiedene CO_2e-Emissionen nach Technologiegruppen (BAFA Teil) 53
Abbildung 11: Vermiedene CO_2e-Emissionen nach Technologiegruppen (KfW Teil) 54
Abbildung 12: Vergleich der Wärmegestehungskosten von erneuerbaren Energien für ein Einfamilienhaus für die Jahre 2017, 2018 und 2019 (ohne Förderung, unter der Annahme konstanter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, z.B. unter Berücksichtigung konstanter Energiepreise 60
Abbildung 13: Spartenspezifische Wärmegestehungskosten und deren Förderanteil für ein saniertes (EFH A) bzw. unsaniertes (EFH B) Einfamilienhaus für 2019 64
Abbildung 14: Hebeleffekt BAFA-Teil 67
Abbildung 15: Hebeleffekt KfW-Teil 68

Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
APEE	Anreizprogramm Energieeffizienz
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BM	Biomasse
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BM-WP	Biomasse-Wärmepumpe
bzw.	Beziehungsweise
CO_2	Kohlenstoffdioxid
CO_2e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (carbon dioxide equivalent)
d.h.	Das heißt
DeGEval	Deutsche Gesellsacht für Evaluation e.V.
EE	erneuerbare Energien
EED	EU-Energieeffizienz-Richtlinie
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
Etc.	Et cetera
evtl.	Eventuell
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
kW/m2	Kilowatt pro Quadratmeter
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
m^2	Quadratmeter
MAP	Marktanreizprogramm
Mio.	Million
MW	Megawatt
PV	Photovoltaik
PVT	Photovolatik thermischer Kollektor
SO	Solarthermie
SO-WP	Solarthermie-Wärmepumpe
t/a	Tonne pro Jahr
tCO_2	Tonne Kohlenstoffdioxid
UBA	Umweltbundesamt
WN	Wärmenetz
WP	Wärmepumpe
z.B	zum Beispiel

1 Zusammenfassung

1.1 Einleitung

Das seit vielen Jahren etablierte Marktanreizprogramm (MAP) ist das zentrale Förderinstrument zum Ausbau des Einsatzes erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältebereich. Bei gleichzeitig gesunkenem Endenergieverbrauch konnten im Jahr 2019 14,5 % der Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien gedeckt werden (UBA 2020). Im Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), das im Jahr 2009 in Kraft trat, wurde die MAP-Förderung gesetzlich verankert und trägt damit zu dieser Entwicklung bei.

Das MAP umfasst zwei Förderteile, für die je nach Art und Größe der Investitionsmaßnahme folgende Stellen zuständig sind:

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): für die Förderung von überwiegend kleinen Anlagen bis 100 kW Leistung in den Bereichen Solarthermie, Biomasse und Wärmepumpen
- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW): für alle anderen und größeren Anlagen. Die Abwicklung erfolgt über das KfW-Programm „Erneuerbare Energien, Premium".

Das BAFA vergibt dabei ausschließlich Investitionszuschüsse, während über die KfW Tilgungszuschüsse zu zinsgünstigen KfW-Darlehen gewährt werden.

1.2 BAFA-Förderung

Methodik

Als grundlegende Datenbasis werden Förderstatistiken und Sonderauswertungen der BAFA-Datenbank verwendet. Sie geben Auskunft über die Anzahl der geförderten als auch der abgelehnten Anträge, die Anzahl der realisierten Maßnahmen, das aufgebrachte Fördervolumen und die im betrachteten Zeitraum ausgelösten Investitionen auf dem Zielmarkt. Zusätzliche Daten, die Auskunft über das Verhältnis der geförderten Anlagen zur Anlagenentwicklung insgesamt geben sowie die Förderanteile der einzelnen Sparten benennen, werden integriert. Auswirkungen von geänderten Förderbedingungen auf die Marktverbreitung, z.B. Änderungen der Fördersätze, werden ebenfalls betrachtet.

Der Stichtag der Datenerfassung für den Evaluationszeitraum 2019 ist der 31. Dezember 2019. Als zeitlicher Bezug für diese Evaluation wurde das Datum der Auszahlung einer Förderung für eine Anlage gewählt.

Für die Berechnung der vermiedenen CO_2-Äquivalent- (CO_2e-) Emissionen wurden die Netto-Vermeidungsfaktoren für erneuerbare Energien im Wärmemarkt des UBA angewendet (UBA 2019).

Ergebnisse

Im Jahr 2019 wurden im BAFA-Teil insgesamt 55.491 Anlagen gefördert. Diese Anlagen umfassen eine installierte Leistung von ca. 833 MW. Das Investitionsvolumen für Anlagen mit BAFA-Förderung beträgt knapp 872 Mio. €. Für alle Technologiesegmente haben sich die Nettoinvestitionen im Vergleich zum Förderjahr 2018 erhöht, für Wärmepumpen um 7 %, für Biomasseanlagen um 37 % und für Solarthermieanlagen um 8 %.

Die ausgeschütteten Fördermittel betrugen 2019 insgesamt ca. 209 Mio. €, davon entfielen knapp 92 Mio. € auf die Basis-/Zusatzförderung. Das Fördersegment Innovations-/Zusatzförderung steigt auf 116 Mio. € Fördervolumen. Der Anstieg der gesamten Fördersumme im MAP beträgt etwa 15 % im Vergleich zum Vorjahr, wobei die Basisförderung mit 17 % etwas mehr zunimmt als die Innovationsförderung mit 13 %. Wie im vergangenen Jahr 2018 ist über alle Technologien gesehen die Innovationsförderung weiterhin bedeutsamer als die Basisförderung.

Im Vergleich zu 2018 ist für Biomasseanlagen ein Anstieg der Fördermittel um ca. 29 % zu verzeichnen. Für Solarthermieanlagen erhöhen sich die Fördermittel im Vergleich zum Vorjahr um knapp 7 %. Wärmepumpen weisen bei erhöhten Investitionen einen Anstieg der Förderung auf gleichem Niveau von 6 % auf.

Im Jahr 2019 erfolgte eine Endenergie-Bereitstellung aus BAFA-geförderten Anlagen in Höhe von ca. 1091 GWh. Dies entspricht einem Anstieg um ca. 18 % im Vergleich zum Vorjahr. Auf Grund der Umstellung auf aktuellere netto CO_2e Vermeidungsfaktoren (UBA 2019) liegt der Beitrag des BAFA-Teils bei ca. 206 Mio. t CO_2e/a. Methodisch bedingt (Aktualisierung der verwendeten Emissionsfaktoren nach UBA) liegt die CO_2e Vermeidung auf einem niedrigeren Niveau als im Förderjahr 2018 (235 Mio. t CO_2e/a). Die Ableitung eines Trends ist im Jahr 2019 nicht möglich. Dennoch lässt sich festhalten, dass wie in den Vorjahren der überwiegende Teil der Vermeidung von CO_2e-Emissionen weiterhin auf Biomasseanlagen entfällt.

1.3 KfW-Förderung

Methodik

Innerhalb des MAP werden über die KfW erneuerbare Energien Technologien zur Wärmeerzeugung durch zinsgünstige Darlehen und technologiespezifische Tilgungskostenzuschüsse gefördert. Die Auswertung der Darlehensförderung im MAP im Rahmen des KfW Programms Erneuerbare Energien, Premium basiert auf dem Zeitpunkt der Errichtung der einzelnen Anlage (Wertstellungsdatum des Tilgungszuschusses), um den Besonderheiten dieses Verfahrens gerecht zu werden. Im Rahmen dieser Evaluation werden alle Anlagen berücksichtigt, deren Tilgungskostenzuschüsse in 2019 wertgestellt, das heißt ausgezahlt wurden.

Die Evaluation der KfW-Förderung erfolgt auf Basis von Daten, die die KfW im Rahmen der Kreditbearbeitung erhebt und verwaltet. Zum einen sind dies Daten, die aus der KfW internen Datenbank zur Kreditbearbeitung stammen, in der auch wesentliche technische Daten zu den beantragten Vorhaben erfasst werden, zum anderen sind dies die Anträge auf Tilgungskostenzuschuss, in denen detaillierte technische Angaben verfügbar sind. Die Daten aus der KfW internen Datenbank liegen in elektronischer Form vor, während die Anträge auf Tilgungskostenzuschuss für die Auswertung manuell erfasst werden.

Auch hier wurden für die Berechnung der vermiedenen CO_2e-Emissionen die Netto-Vermeidungsfaktoren für erneuerbare Energien im Wärmemarkt des UBA angewendet.

Ergebnisse

Im Jahr 2019 wurden in diesem Fördersegment 1.597 Anlagen mit einem Investitionsvolumen von knapp 174,6 Mio. € gefördert, wobei die Förderung rund 42,1 Mio. € betrug. Dies entspricht einem Anteil von

etwa 24 % am Investitionsvolumen. Das Kreditvolumen in Höhe von 109 Mio. € entspricht einem Anteil von ca. 62 % am Investitionsvolumen. Die installierte Leistung aller geförderten wärmebereitstellenden Technologien im Jahr 2019 betrug 103,6 MW.

Die Anzahl geförderter Anlagen im Vergleich zu 2018 deutlich angestiegen (+ 17 %). Die führt ebenfalls zu einem deutlichen Anstieg der die Investitionen (+ 39 %) und der Fördermittel (+ 28 %). Der Schwerpunkt der Förderung liegt weiterhin im Bereich der Wärmenetze und der Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung, einschließlich der EE-Wärmespeicher, bei denen es um ausgereifte Technologien handelt, die derzeit aber noch die Unterstützung im Markt benötigen. Dieser Markt weist eine starke Konzentration im Süddeutschen Raum (Bayern und Baden-Württemberg) sowie in Niedersachsen auf. Dabei ist die Ursache für die Ballung im Süden auch die Nähe zu Österreich, wo eine Vielzahl von Herstellern angesiedelt ist.

Die Endenergiebereitstellung durch im KfW-Teil geförderte Anlagen steigt geringfügig auf ca. 274 GWh/a (2018: ca. 267 GWh/a), die in diesem Fördersegment vermiedenen CO_2e-Emissionen belaufen sich auf ca. 72 Mio.t/a. Auf Grund der Aktualisierung der verwendeten Emissionsfaktoren nach UBA ist ein Trendvergleich mit 2018 (ca. 68 Mio. t/a) wie im BAFA-Teil nicht möglich.

Die Segmente, Solarthermie, Tiefengeothermie und große Wärmepumpen befinden sich immer noch in der Aufbauphase, da sie sich hinsichtlich der Integration in bestehende Wärmeversorgungssystem von den klassischen Kesselanlagen unterscheiden und deutlich mehr Planungsaufwand benötigen. Bei den Solarthermieanlagen erfolgt weiterhin der Übergang von kleinen Dachanlagen zu Großanlagen, wie sie schon in anderen Ländern üblicher sind. Die Tiefengeothermie ist weiterhin mit einem großen Planungs- und Erkundungsaufwand, einschließlich des Risikos einer Projektaufgabe, verbunden. Im Bereich der Großen Wärmepumpen fehlt es derzeit noch an standardisierten Anlagen.

1.4 MAP gesamt - Ergebnisse

Betrachtet man beide Förderteile des MAP, ergibt sich folgende Gesamtschau der Ergebnisse für 2019.

	BAFA-Teil	KfW-Teil	MAP, gesamt
Anzahl Anlagen [-]	55.491	1.597	**57.088**
Installierte Leistung [MW]	833,1	103,7	**936,8**
Energiebereitstellung (Endenergie) [GWh]	1091,2	273,7	**1.364,9**
Investitionen [Mio. €]	871,6	174,7	**1046,3**
Fördermittel [Mio. €]	209,1	42,2	**251,3**
Vermiedene CO_2e-Emissionen [t/a]	206.262	72.153	**278.415**

Insgesamt erhöht sich die Anzahl der 2019 im MAP-geförderten Anlagen im Vergleich zu 2018 um ca. 16%. Entgegen der Entwicklung der Vorjahre ist nun wieder eine Zunahme geförderter Anlagen zu verzeichnen. Entsprechende Zunahmen der Fördereffekte sind daher auch in anderen Bereichen wie der Energiebereitstellung festzustellen (Zunahme im Vergleich zum Vorjahr 15 %). Die durch das MAP in 2019 vermiedenen CO_2e-Emissionen sind auf Grund einer methodischen Umstellung nicht mit dem Vorjahr vergleichbar.

1.5 Erfolgskontrolle

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle, wie sie sich aus den Analysen und Berechnungen der Einzelindikatoren ergeben, zusammengefasst.

Zielerreichung

Als wesentlicher Teil der Erfolgskontrolle wurde die Erreichung folgender vier Ziele mit Hilfe von Indikatoren gemessen und bewertet. Das Hauptziel „Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung" hat dabei den größten Anteil. Auf der Basis der nachfolgend zusammengefassten Ergebnisse sind die für die Zielerreichung des MAP definierten Kriterien zu 83 % erfüllt.

1. Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung

Das Ziel für den Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung von 1.700 GWh/a wird mit dem erreichten MAP-Zubau in Höhe von 1.365 GWh zu etwa 80 % erreicht.

2. Technologischer Standard und Innovation

Mit der Novellierung der Förderrichtlinie zum 1. April 2015 sowie durch das neu eingeführte Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) wurden neue Standards als Voraussetzung für eine Förderung definiert und so Anreize für innovative Entwicklungen gesetzt. Zudem gewinnt die Innovationsförderung 2019 weiter an Bedeutung. Dadurch gilt das Ziel des MAP, die Qualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen im Berichtszeitraum zu steigern, als qualitativ erreicht.

3. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit wird mit Hilfe der zwei Indikatoren „Senkung der spezifischen Wärmegestehungskosten" (Gewichtung 80 %) und „Marktstruktur" (Gewichtung 20 %) bestimmt.

Für den im Rahmen der Evaluation betrachteten Ausschnitt (Technologien der BAFA-Förderung) sind für die überwiegende Mehrheit der Technologien (vier der sechs betrachteten Technologien) Hinweise auf einen Anstieg der Differenzkosten zu fossilen Energieträgern im Sinne des Indikators festzustellen. Dieser Anstieg entspricht nicht der Zielsetzung des MAP. Nach Einschätzung der Evaluatoren lässt sich aus dem Befund zur Entwicklung der Wärmegestehungskosten für diesen Indikator ein Zielerreichungsgrad von 33% ableiten (Senkung der Differenzkosten für 2 von 6 betrachteten Technologien).

Der Markt für Wärmepumpen und Biomassekessel weist keine hohe Marktkonzentration auf wenige Hersteller aus. Der Herstellermarkt ist grundsätzlich diversifiziert, weshalb sich für den Indikator „Marktstruktur" eine hohe Zielerreichung von insgesamt rd. 94 % ergibt.

Das gewichtete Gesamtergebnis des Indikators „Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit" beläuft sich auf 46 % Zielerreichung.

4. Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur

Unter der Annahme, dass die Wirtschaftlichkeitskontrolle zu einer positiven Bewertung des MAP kommt, gilt das Bewertungskriterium „Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur" als erfüllt. Die genannten Aspekte

- Einsparung von Primär- und Endenergie,
- Reduktion von Treibhausgasen und anderen Luftschadstoffen bzw.

- Verminderung der Abhängigkeit von importierten Energieträgern und damit die Erhöhung der langfristigen Versorgungssicherheit.

konnten sowohl im BAFA- als auch KfW-Teil erreicht werden.

Wirkungskontrolle

Das Ziel der Wirkungskontrolle ist es zu ermitteln, ob das MAP für die Zielerreichung geeignet und ursächlich war. Hierbei sind beabsichtigte und unbeabsichtigte Auswirkungen der durchgeführten Maßnahme zu ermitteln.

1. Förderanteil

Die erneuerbaren Energiesysteme werden mit einem konventionellen Referenzsystem verglichen. Es zeigt sich, dass die solarthermische Warmwasserbereitung eine konkurrenzfähige Investition sein kann, die Kosten liegen etwa im gleichen Bereich wie die des Gas-Brennwert Kessels als Einzelsystem, bei gleichzeitiger Reduzierung des Bedarfs an fossilem Brennstoff. Alle anderen betrachteten Versorgungstechnologien auf der Basis erneuerbarer Energien weisen höhere Wärmegestehungskosten auf als das Referenzsystem. Die Förderanteile der Basisförderung bewegen sich je nach betrachteter Versorgungsaufgabe zwischen 1,5 % (EFH saniert) bzw. 1,0 % (EFH unsaniert) für die solarthermische Warmwasserbereitung und 6,2 % Förderanteil an den Wärmegestehungskosten beim Hackschnitzelkessel (EFH unsaniert).

Die MAP-Förderung reduziert bei den kapitalgebundenen Kosten die Lücke zum konventionellen Referenzsystem und verbessert somit die Konkurrenzfähigkeit der betrachteten Technologien. Die Anreizwirkung des MAP auf den Empfänger der Fördermittel nimmt mit steigendem Förderanteil zu. Umso höher allerdings der Förderanteil wird, umso schlechter wird das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Ein angemessener Fördersatz hält die Balance zwischen Anreizwirkung und Fördereffizienz, dies scheint auch unter Berücksichtigung des Hebeleffekts der Förderung des MAP für die vorliegenden Ergebnisse insgesamt gewährleistet.

2. Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung

Im Berichtszeitraum 2019 erfolgten keine Änderungen der Förderrichtlinie. Eine Bewertung des Kriteriums „Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung“ entfällt aus diesem Grund.

Wirtschaftlichkeitskontrolle

Die Wirtschaftlichkeitskontrolle stellt den Aufwand (Fördermittel) dem Ergebnis der Förderung gegenüber. Sie untersucht nach § 7 BHO, ob der Vollzug der Maßnahme im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch wirtschaftlich (Vollzugswirtschaftlichkeit) und ob die Maßnahme im Hinblick auf übergeordnete Zielsetzungen insgesamt wirtschaftlich war (Maßnahmenwirtschaftlichkeit). Hierzu soll auch eine Kosten-Nutzen-Analyse bezüglich übergeordneter Zielsetzungen (CO_2- Fördereffizienz) durchgeführt werden.

1. Wirtschaftlichkeit der Fördermaßnahmen (Hebeleffekt)

Die Evaluation ergibt durchschnittliche Hebeleffekte von 4,2 €Invest/€Förderung (BAFA-Teil) bzw. 4,1 €Invest/€Förderung (KfW-Teil). Diese bewegen sich in der üblichen Größenordnung öffentlicher Förderprogramme. Bei großen Biomasseanlagen und großen Wärmepumpen (beide im KfW-Teil) wurden innerhalb aller Fördertatbestände die höchsten Hebel festgestellt. Sie liegen im zweistelligen Bereich.

2. CO_2-Fördereffizienz

Im Durchschnitt ergibt sich für das MAP 2019 eine CO_2-Fördereffizienz von ca. 47 €/tCO_2e. Der Wert steigt deutlich in Gegenüberstellung zum Vorjahr (2018: 37,1 €/tCO_2e), die Fördereffizienz sinkt entsprechend. Ein Vergleich zum Vorjahr ist auf Grund methodischer Änderungen (Aktualisierung der verwendeten Emissionsfaktoren nach UBA) jedoch nicht möglich.

2 Einführung

Der Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmemarkt wurde bereits in der Vergangenheit kontinuierlich gefördert und bedarf angesichts der Ziele der Bundesregierung auch in der Zukunft einer weiteren stetigen öffentlichen Förderung. Die Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energie im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm, MAP) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) sind ein Investitionsmotor, denn die ausgelösten Investitionen schonen nicht nur das Klima, sondern schaffen Arbeitsplätze und tragen zu einem nachhaltigen Wärmesektor bei.

Durch die Förderung wird eine zusätzliche Nachfrage induziert, die mittelfristig erneuerbare Energien zu einer breitenwirksamen und konkurrenzfähigen Option für die Bereitstellung von Wärme entwickelt. Mit gezielt definierten Fördertatbeständen sollen die Energiegestehungskosten dieser erneuerbaren Technologien im Vergleich zu den fossilen Konkurrenztechnologien reduziert, d.h. die Differenzkosten gesenkt und Anreize für besonders effiziente Technologien geschaffen werden. Zukünftig werden diese Technologien so auch ohne Förderung zu wirtschaftlichen Alternativen.

Bei der Bewertung ist zu beachten, dass das MAP nicht das einzige Instrument zur Förderung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kältebereitstellung ist. Auf Bundesebene existieren beispielsweise durch das EEWärmeG auch Vorgaben für eine anteilige Nutzung erneuerbarer Energien in Neubauten und in grundlegend renovierten öffentlichen Gebäuden; allerdings bestehen Ausnahmen und die Möglichkeit, diese Nutzungspflicht durch Ersatzmaßnahmen zu erfüllen. Die KfW vergibt daneben außerhalb des MAP zinsgünstige Darlehen für Investitionen in erneuerbare Energien (Programm Erneuerbare Energien "Standard"). Schließlich fördern auch einige Länder und kommunale Gebietskörperschaften den Einsatz erneuerbarer Energien in unterschiedlicher Form. Somit können die am Markt beobachteten Entwicklungen nicht allein auf das MAP zurückgeführt werden. Das MAP stellt bis dato dennoch das bedeutendste Instrument zur Förderung von erneuerbaren Energien zur Wärme- und Kältebereitstellung dar.

2.1 Aufgabenstellung

Der vorliegende Bericht umfasst die Evaluation des MAP für das Förderjahr 2019. Es werden die Wirkungen des Förderprogramms im Hinblick auf die umwelt- und energiepolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung bewertet und abschließend Handlungsoptionen aus den Ergebnissen abgeleitet. Weiterhin wird bewertet, ob die Ziele der Förderung richtig gewählt wurden, ob die Ziele mit den eingesetzten Instrumenten erreicht wurden, wie effektiv der Einsatz der Instrumente war und welche Konsequenzen und Wechselwirkungen mit anderen (Förder-) Instrumenten sich daraus ergeben.

2.2 MAP 2019

Im Rahmen des MAP 2019 soll der Einbau von Anlagen, die die Wärme aus erneuerbaren Energien gewinnen, gefördert werden. Hierzu zählen im Rahmen der BAFA-Förderung Solarthermie- und Biomasseanlagen sowie Wärmepumpen und Tiefengeothermieanlagen, aber auch Wärmenetze. Im Rahmen der KfW-Förderung werden Biomasseanlagen, Tiefengeothermieanlagen, Wärmepumpen, Nahwärmenetze, Solarkollektoranlagen sowie Wärmespeicher und Biogasleitungen gefördert. Die nachfolgenden Ausführungen basieren im Wesentlichen auf den Informationen des (BAFA 2021), des (BMWi 2018) sowie des (BMWi 2015).

2.2.1 BAFA-Förderung

Basis- und Innovationsförderung

Im Bereich der Solarthermieanlagen werden sowohl neu errichtete als auch erweiterte Anlagen gefördert, die eine Kollektorfläche von bis zu 100 m² aufweisen. Diese können dabei entweder zur Prozesswärmebereitstellung, zur Warmwasserbereitung, zur Raumheizung, zur kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung oder zur Einspeisung in Wärme- und Kältenetze verwendet werden. Hierbei ist zu ergänzen, dass seit dem 1.1.2019 solare Prozesswärmeanlagen nicht mehr über das MAP, sondern über das Förderprogramm „Energieeffizienz in der Wirtschaft" gefördert werden. Zudem wurden seit einigen Jahren keine Anlagen mehr zur ausschließlichen Raumheizung gefördert.

- Im Rahmen der Basisförderung werden Anlagen zur ausschließlichen Warmwasserbereitung mit 50 €/m², mindestens allerdings 500 €/Anlage gefördert.
- Die Solarthermieanlagen zur Raumheizung, Prozesswärme, kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung oder Einspeisung erhalten dagegen 140 €/m², mindestens jedoch 2000 €/Anlage.
- Große Solarkollektoranlagen von 20-100 kW sowie die Anlagen im Neubau können dagegen auf die Innovationsförderung zurückgreifen, welche je nach Gebäudetyp sowie Nutzungsart mit 75-200€/m² gefördert werden.

Ebenso werden im Rahmen des MAP neu errichtete sowie erweiterte Biomasseanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 5-100 kW gefördert. Dabei können sowohl Hackschnitzel-, Pellet- und Scheitholzvergaserkessel als auch Pelletöfen und Kombinationskessel verwendet werden. Auch hier kann bei Bestandsbauten die Basisförderung beantragt werden, während Neubauten sowie Bestandsbauten mit besonders innovativen Anlagen die Chance zur Nutzung der höheren Innovationsförderung erhalten.

- Hackschnitzelkessel sowie Kombinationskessel werden hierbei pauschal mit 3500 €/Anlage in der Basisförderung gefördert,
- während Scheitholzvergaserkessel pauschal 2000 €/Anlage erhalten.
- Pelletkessel sowie -öfen erhalten dagegen 80 € pro kW installierter Nennwärmeleistung, während erstere mit mindestens 3000 €/Anlage gefördert werden und Pelletöfen sogar 3500 €/Anlage erhalten.
- Anlagen im Neu- sowie Bestandsbau können hingegen die Innovationsförderung erhalten, soweit sie eine Einrichtung zur Partikelabscheidung oder Abgaswärmenutzung verwenden. Der Fördersatz beträgt hier mindestens 2000 €/Anlage und steigt je nach Voraussetzung. Die Nachrüstung einer bestehenden Anlage mit einer der genannten Technologien wird mit pauschal 750 € gefördert.

Wärmepumpen zur Raumheizung sowie kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung werden mit einer Nennwärmeleistung bis 100 kW gefördert. Hierbei wird unterschieden zwischen gasbetriebenen und elektrischen Wärmepumpen sowie der Wärmeübertragung von Luft, Wasser und Sole an Wasser.

- Die Basisförderung für elektrische Wärmepumpen im Bestand beträgt für die Wärmequelle Luft 40 €/kW installierter Nennwärmeleistung, mindestens allerdings 1300-1500 €/Anlage und für die Erde bzw. das Wasser als Wärmequelle 100 €/kW installierter Nennwärmeleistung, mindestens jedoch 4000-4500 €/Anlage.
- Sorptions- und gasmotorische Wärmepumpen erhalten hingegen in der Basisförderung 100 €/kW installierter Nennwärmeleistung, mindestens allerdings 4500 €/Anlage.

Die Fördersätze der Innovationsförderung für Neubauten sind analog zur Förderung von Bestandsbauten in der Basisförderung, allerdings wird hier eine Jahresarbeitszahl von 1,5 für gasbetriebene Wärmepumpen und von 4,5 für elektrische Wärmepumpen gefordert. Soweit diese technischen Voraussetzungen für Bestandsbauten erfüllt sind, ergeben sich für diese Gebäude höhere Fördersätze im Rahmen der Innovationsförderung, die auch hier von der installierten Nennwärmeleistung abhängig sind und einen Mindestbetrag aufweisen.

- Gasbetriebene Wärmepumpen erhalten dann 150 €/kW Nennwärmeleistung, mindestens allerdings 6750 € und elektrisch betriebene Luft/Wasser Wärmepumpen 60 €/kW Nennwärmeleistung, mindestens aber 1950-2250 €/Anlage je nach Regelung.
- Elektrisch betriebene Wasser/Wasser und Sole/Wasser Wärmepumpen erhalten 150 €/kW Nennwärmeleistung, mindestens jedoch 6000-6750 €.

Nachträgliche Optimierung

Neben dieser Förderung zur Installation und Erweiterung von Anlagen besteht auch die Möglichkeit zur nachträglichen Optimierung, welche den Heizungscheck und Wärmepumpencheck beinhalten. Hierzu ist allerdings vorab eine Online-Registrierung notwendig.

Zusatzförderungen/Boni

Des Weiteren gibt es die sogenannten Zusatzförderungen, wie den Kombinationsbonus, den Gebäudeeffizienzbonus, den Optimierungsbonus, den Lastmanagementbonus sowie das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE).

- Der Kombinationsbonus von 500€ pro Anlagenkombination wird gewährt beim gleichzeitigen Einbau von Solarthermie- Biomasse- oder Wärmepumpenanlage, beim Anschluss der Anlage an ein Wärmenetz, beim Einsatz eines Öl- oder Gasbrennwertkessels und bei gleichzeitigem Bau einer nicht förderfähigen Solarkollektoranlage, wie beispielsweise einer photovoltaisch-thermischen Solarkollektoranlage.
- Der Gebäudeeffizienzbonus wird hingegen ausgezahlt, wenn die Anlage in einem Bestandsgebäude installiert wird, welches die Anforderungen eines KfW-Effizienzhauses 55 erfüllt. Der Bonus beträgt hierbei 50 % der Basisförderung.
- Ein Zuschuss von 10 % der förderfähigen Investitionskosten, maximal allerdings 50 % der Basis- bzw. Innovationsförderung wird hingegen gewährt, wenn Optimierungsmaßnahmen neben der gleichzeitigen Installation einer förderfähigen Anlage getätigt werden.
- Der Lastmanagementbonus, welcher nur bei Wärmepumpen zum Tragen kommt, wird bei Wärmepumpen ausgezahlt, welche über Schnittstellen zur netzdienlichen Aktivierung verfügen. Dieser umfasst eine einmalige Zahlung von 500 €.
- Schließlich kann im Rahmen des Anreizprogramms Energieeffizienz ein Zusatzbonus gewährt werden für den Ersatz ineffizienter Altanlagen durch moderne Heizungen bei gleichzeitiger Optimierung des gesamten Heizungssystems.

2.2.2 KfW-Förderung

Neben der Förderung durch das BAFA vergibt auch die KfW im Rahmen des Programms Erneuerbare Energien Zinsverbilligungen und Tilgungszuschüsse. Hierbei werden große Biomasseanlagen,

Tiefengeothermieanlagen, große Wärmepumpen, Nahwärmenetze, große Solarkollektoren, große Wärmespeicher und Biogasleitungen gefördert.

Große Biomasseanlagen mit mehr als 100 kW Nennwärmeleistung erhalten folgenden Tilgungszuschuss:

- In der Basisförderung werden Anlagen mit bis zu 20 €/kW installierter Nennwärmeleistung, maximal jedoch mit 50.000 € pro Einzelanlage gefördert.
- Eine Erhöhung der Förderung ist im Rahmen der Innovationsförderung bei niedrigen Staubemissionen um 20 €/kW und beim Einsatz eines Pufferspeichers um 10 €/kW möglich.
- Zudem ist es möglich, für Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen einen Zuschuss von bis zu 40 €/kW zu erhalten

Tiefengeothermieanlagen können sowohl bei ausschließlicher thermischer Nutzung sowie auch bei kombinierter Strom- und Wärmenutzung gefördert werden.

- Der Tilgungszuschuss für Anlagen zur reinen thermischen Energienutzung beträgt 200 €/kW, maximal allerdings 2.000.000 € pro Einzelanlage. Für Bohrungen ergibt sich je nach Bohrtiefe eine Förderung von 375-750 €/m vertikaler Tiefe, bei einem Maximalbetrag von 2.500.000 €/Bohrung bei maximal vier Bohrungen pro Projekt.
- Für Anlagen zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung berechnet sich der Tilgungszuschuss aus der elektrischen und thermischen Leistung bei einer maximalen Förderung von höchstens 1.000.000 €/Anlage. Für die Bohrungen ergeben sich wiederum Zuschüsse von 375-500 €/m vertikale Tiefe bei maximal 975.000 €/Bohrung.

Effiziente Wärmepumpen mit mehr als 100 kW Wärmeleistung können mit einem Tilgungszuschuss von bis zu 80 €/kW Wärmeleistung gefördert werden, bei einem Förderbetrag zwischen 10.000-50.000 €/Einzelanlage. Wird im Rahmen des geförderten Projekts eine Erdsonde errichtet, wird diese je nach Bohrtiefe mit 4-6 €/m vertikale Tiefe bezuschusst.

Nahwärmenetze, die mit Wärme aus erneuerbaren Energien versorgt werden, können mit bis zu 60 €/m Trassenlänge gefördert werden, bei einem maximalen Förderbetrag von 1.000.000 €. Für den Fall, dass das Wärmenetz aus Tiefengeothermieanlagen gespeist wird, ist eine Erhöhung auf 1.500.000 € möglich.

Ähnlich wie in der BAFA-Förderung, können durch die KfW im Rahmen der Innovationsförderung auch große Solarkollektoranlagen bezuschusst werden. Anlagen mit mehr als 40 m^2 Bruttokollektorfläche zur Warmwasserbereitung, Raumheizung, kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung, zur solaren Kälteerzeugung und zur Nutzung im Wärmenetz sind hier förderfähig.

- Zum einen kann im Rahmen einer größenabhängigen Förderung ein Tilgungszuschuss von bis zu 30 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten gewährt werden.
- Zudem können 40 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten im Rahmen der Wärmenetz-Kombinationsförderung gefördert werden, soweit die Solarkollektoranlage die thermische Energie in ein Wärmenetz einspeist.
- Schließlich kann in der Innovationsförderung eine ertragsabhängige Förderung erfolgen, bei der mithilfe der Solarthermiemodulanzahl und dem Kollektorertrag der Förderbetrag bestimmt wird.

Auch große Wärmespeicher ab 10 m^3 können im Rahmen der KfW-Förderung bezuschusst werden. Der Tilgungszuschuss beträgt hier bis zu 250 €/m^3, wobei der Förderbetrag höchstens 30 % der Nettoinvestitionskosten abdeckt und je Speicher maximal 1.000.000 € beträgt.

Zuletzt werden ebenfalls Biogasleitungen für unaufbereitetes Biogas im Rahmen der Innovationsförderung mit 30 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten bezuschusst.

3 Methodisches Vorgehen

Die Förderung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Rahmen des Marktanreizprogramms erfolgt durch öffentliche Mittel. Sie unterliegt damit der Bundeshaushaltsordnung (BHO). Gemäß § 7 BHO sind bei diesen Maßnahmen die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit zu beachten. Insbesondere sind nach §7 Abs.2 BHO für alle finanzwirksamen Maßnahmen angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchzuführen.

Die Evaluation erfolgt seit dem Förderjahr 2015 auf Grundlage einer geänderten Datenbasis. Zwar werden weiterhin die Förderstatistiken des BAFA und der KfW verwendet, jedoch wurde die Datenbasis des BAFA-Teils (Zuschussförderung) umgestellt. Näheres hierzu wird in Kapitel 3.4.1 ausführlicher erläutert.

3.1 Schritte der Methodenentwicklung und Durchführung

Wie oben erwähnt, muss eine Evaluation als systematisches Prüfverfahren schon vorab ihren Gegenstand, die Vorgehensweise sowie die Ziele und Bewertungsgrundlagen deutlich und transparent machen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Ziele und ihre Genese. Die Ziele sind die Basis für die Ableitung von Indikatoren, die Auskunft über die Zielerreichung und Ursächlichkeit geben.

Daher werden zuerst die Ziele des MAP und die des MAP ergänzenden Teils des APEE untersucht und aussagekräftige operationalisierbare Indikatoren für die Messung der Zielerreichung, der Wirkung und Wirtschaftlichkeit entwickelt. Daran anschließend erfolgt die Zielpriorisierung und ihrer Indikatoren sowie die Festlegung der Methoden und Datengrundlage für die Bestimmung der Indikatoren. Damit steht das methodische Gerüst; ein Indikatoren-basiertes Evaluationssystem als Konzept des systematischen Prüfsystems. Das Konzept basiert dabei auf den Arbeiten aus den Evaluationen der Förderjahrgänge vor 2015 und nimmt die dort gesammelten Erfahrungen auf. Zusätzlich erfolgen Aktualisierungen und Anpassungen, soweit sie auf Grund neuer Entwicklungen bzw. Berichtspflichten notwendig sind.

Erst im Anschluss an diese Konzeptentwicklung wird mit der eigentlichen Evaluation begonnen. Abbildung 1 fasst die einzelnen Schritte der Methodenentwicklung graphisch zusammen, in der zugehörigen Beschreibung werden die Schritte ausführlicher erläutert.

Schritt 1: Analyse von Zielen und Zielsystem

Die Grundlage der Evaluation stellen die in den gesetzlichen Regelungen und politischen Absichtserklärungen festgelegte Zielsetzungen und ihre (hierarchische) Verflechtung dar. Sie umfassen sowohl kurzfristige Ergebnisse als auch langfristige Wirkungen des Instruments. Die relevanten Dokumente stellen das EEWärmeG, die Förderrichtlinien von MAP und den das MAP ergänzenden Teils des APEE (ab 2016) dar. Die Analyse der Ziele operationalisiert die dort aufgeführten Zielstellungen in Ober- und Unterziele und bildet damit ein spezifisches Zielsystem.

Schritt 2: Analyse und Festlegung von Indikatoren für die Ziele, die Wirkungskontrolle und die Wirtschaftlichkeitskontrolle

Zur Bewertung der Erreichung der identifizierten Ziele werden geeignete und operationalisierbare Indikatoren abgeleitet. Das systematische Prüfsystem beinhaltet Hypothesen, die anhand von Daten getestet werden und somit als Indikatoren fungieren können. Unterschieden wird dabei entsprechend

des Wirkungsmodells nach Input-, Output-, Ergebnis- und Wirkungsindikatoren. Die Indikatoren beschreiben daher verschiedene Stufen der Wirkungskette des Förderprogramms.

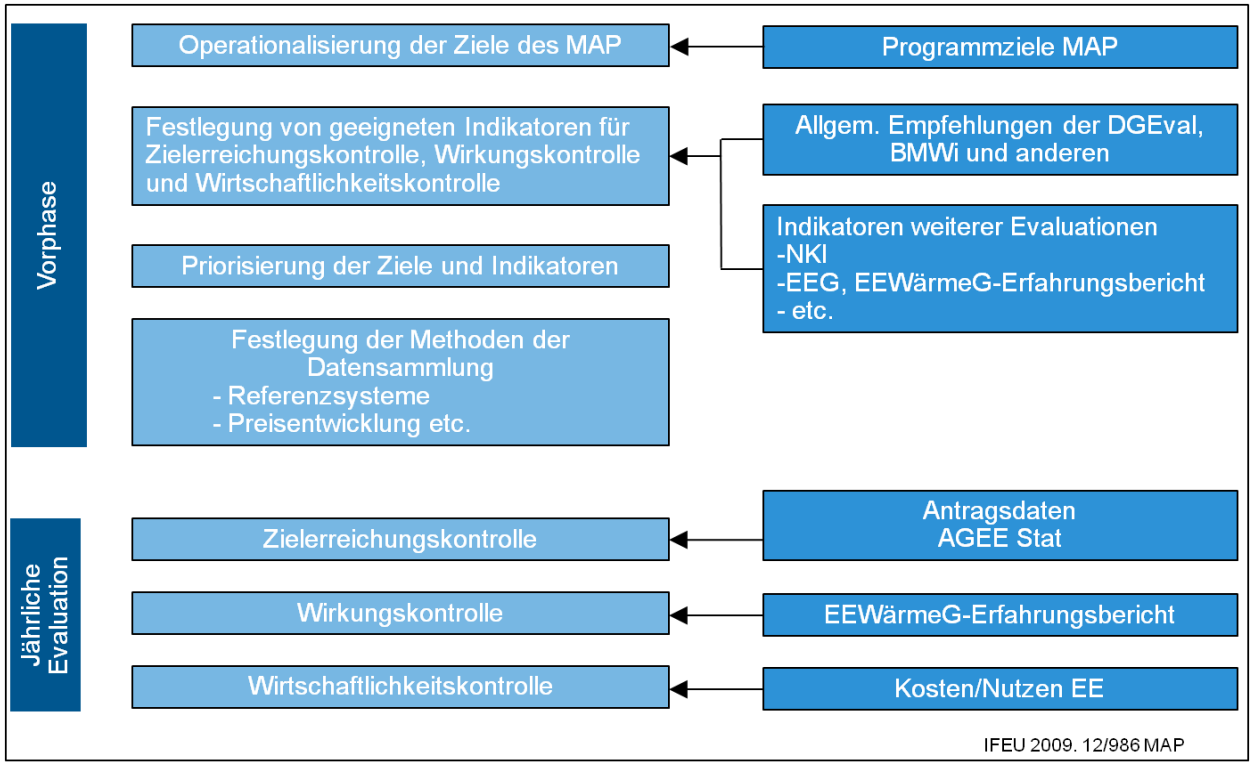


Abbildung 1: Schrittweise Vorgehensweise in der Evaluation

Die Wirkungskontrolle nach §7 BHO untersucht die Ursächlichkeit der Förderung für die Zielerreichung und den Wirkungseintritt, nicht aber die Wirkungen an sich im Sinne von Output, Ergebnis und Wirkung wie im oben dargestellten Verständnis. Daher ist es möglich, dass sich zwei Indikatoren in Großteilen ihrer Datengrundlage und Berechnungsverfahren gleichen, aber zu unterschiedlichen Kategorien zählen. Beispiele hierfür sind z.B. „Vermiedene CO_2e- Emissionen" (Zielerreichung) und die "CO_2-Fördereffizienz in Tonnen vermiedenem CO_2e pro Euro Fördermitteleinsatz" (Wirtschaftlichkeitskontrolle).

Schritt 3: Priorisierung von Zielen und Indikatoren

Die Priorisierung der Ziele legt die relative Bedeutung der Ziele und Indikatoren für die Einschätzung des Marktanreizprogramms fest. Dies ist wichtig, um die Effizienz des Evaluationsvorhabens zu gewährleisten und die ggf. gegenläufigen Resultate zweier unterschiedlicher Indikatoren bewerten zu können. Die Priorisierung der Ziele erfolgte durch das BMWi als das für das Programm verantwortliche Ministerium.

Schritt 4: Entwicklung von Methoden zur Erfassung und Bewertung von Daten

Um die Indikatoren für die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle zu erfassen, be- und verarbeiten bzw. schlussendlich zu bewerten, bedarf es geeigneter Methoden. Dies betrifft zuvorderst die direkt aus dem Förderverlauf stammenden Daten wie z.B. Antragszahlen, Förderzusagen und Auszahlungen oder installierte Leistung. Hierzu zählen aber auch Daten, die nicht aus dem Programm selbst stammen, sondern zum Beispiel Effekte oder Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten berücksichtigen oder als Referenzsysteme für die Wirtschaftlichkeits- und CO_2e-Berechnungen dienen.

Schritt 5: Durchführung der Zielerreichungskontrolle/ Wirkungskontrolle/ Wirtschaftlichkeitskontrolle

Im Rahmen der Evaluation wird die Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle mit Hilfe von Indikatoren durchgeführt. Daraus werden Empfehlungen für die weitere Gestaltung des MAP und dem das MAP ergänzenden Teils des APEE ab 2016 abgeleitet.

3.2 Erfolgskontrolle

Für das Marktanreizprogramm wird die Erfolgskontrolle begleitend durchgeführt. Die Förderanträge bzw. -bescheide werden jährlich für den Förderzeitraum 2019 und 2020 untersucht und ausgewertet. Für die betrachteten Förderjahre werden ebenfalls die Fördermaßnahmen im Rahmen des Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) für den des MAP ergänzenden Teils des Heizungspaketes evaluiert. Die durchzuführende Erfolgskontrolle umfasst die drei Schritte Wirkungs-, Zielerreichungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle (Abbildung 2):

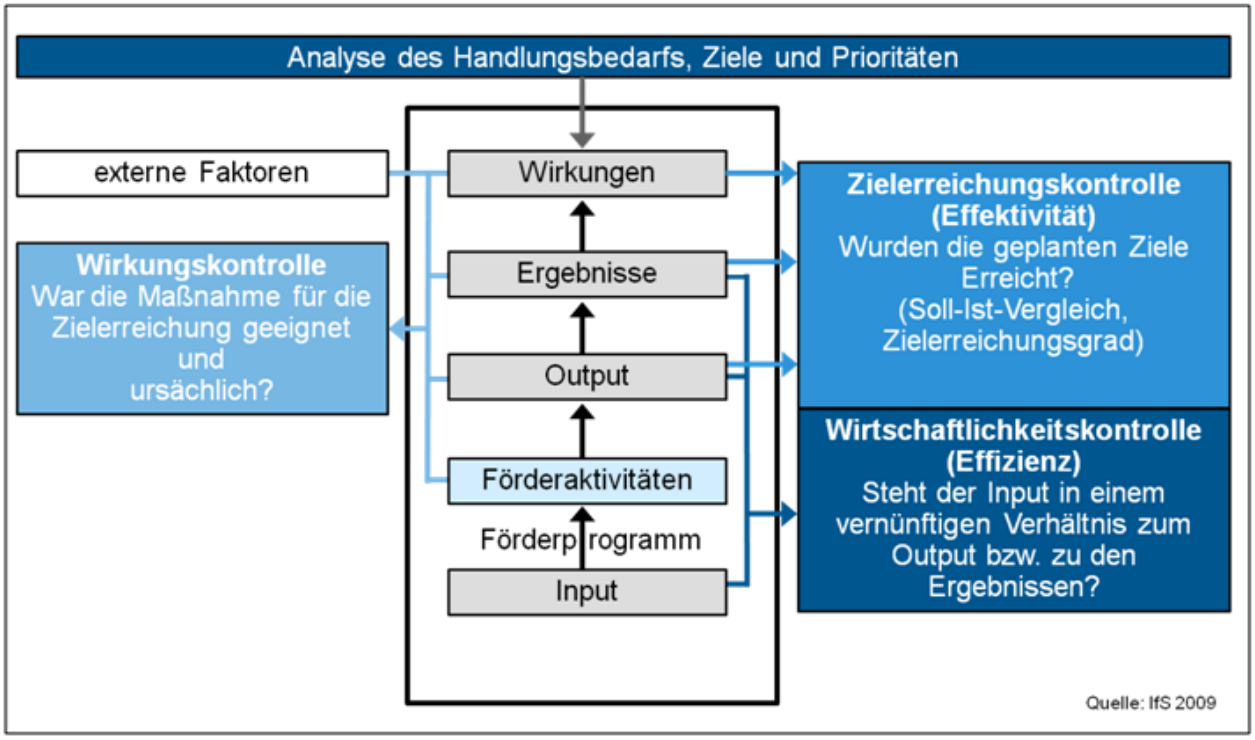


Abbildung 2: Zusammenhänge zwischen Förderprogramm und Erfolgskontrolle

Zielerreichungskontrolle

Die Zielerreichungskontrolle fragt, ob die Ziele der Maßnahme erreicht werden. Ein wesentlicher Bestandteil ist der Soll-Ist-Vergleich und damit die Bestimmung des Zielerreichungsgrads zum Zeitpunkt der Erfolgskontrolle. Sie bildet gleichzeitig den Ausgangspunkt von Überlegungen zur Zielanpassung und Maßnahmenoptimierung.

Wirkungskontrolle

Die Wirkungskontrolle fragt, ob die Maßnahme für die Zielerreichung geeignet und ursächlich war. Hierbei sind beabsichtigte und unbeabsichtigte Auswirkungen der durchgeführten Maßnahme zu berücksichtigen.

Wirtschaftlichkeitskontrolle

Die Wirtschaftlichkeitskontrolle untersucht, ob die Ziele auf wirtschaftliche Art und Weise erreicht werden. Unterschieden wird hierbei die Vollzugswirtschaftlichkeit von der Maßnahmenwirtschaftlichkeit. Die Vollzugswirtschaftlichkeit untersucht, ob der Vollzug der Maßnahme im Hinblick auf den finanziellen Ressourcenverbrauch wirtschaftlich war. Bei der Maßnahmenwirtschaftlichkeit wird untersucht, ob die Maßnahme im Hinblick auf übergeordnete Zielsetzungen insgesamt wirtschaftlich war.

Für eine nachvollziehbare Evaluation und die Akzeptanz ihrer Aussagen müssen die Bewertungsgrundlagen vorab deutlich gemacht werden. Daher müssen die Ziele und ihre Genese transparent dargestellt werden. Die Ziele sind die Basis für die Ableitung von Indikatoren, die Auskunft über die Zielerreichung geben. Damit sind an Ziele die gleichen Anforderungen zu stellen, wie sie an Indikatoren angelegt werden: sie sollen nachvollziehbar, akzeptiert sowie relevant, repräsentativ und möglichst messbar sein (vgl. Feller-Länzlinger et al. 2010; DeGEval 2008). Insbesondere die Anforderungen „Nachvollziehbarkeit“ und „Akzeptanz“ sind an die Genese und die Publikation der politischen Programme als Grundlage der zu evaluierenden Maßnahme rückgebunden.

Die wesentlichen Dokumente für die Bestimmung von Zielen bzw. eines Zielsystems stellen die öffentlich zugänglichen Dokumente eines Programms dar. Beispiele hierfür sind (Errichtungs-) Gesetze, politische Vereinbarungen oder Programmbeschreibungen. Diese definieren die Rahmengebung („große Linie“) und ermöglichen die Identifikation von Zielen und Zielhierarchien. Eine Konkretisierung der Ziele erfolgt in der Regel mit dem Verwaltungsvollzug, d. h. der Umsetzung der politischen Rahmengebung und Grundentscheidungen durch die Ministerialbürokratie sowie deren nachgeordneten Behörden und Einrichtungen. Beispiele sind veröffentlichte (Förder-)Richtlinien und Bekanntmachungen, Ausschreibungsunterlagen, Merkblätter oder sonstige Informationen (Broschüren, Internet) für Förderinteressierte. Darüber hinaus können weitere interne, nicht veröffentlichte Dokumente wie Projektblätter oder Richtlinienentwürfe genutzt werden. Diese Dokumente ermöglichen in der Regel ein tiefergehendes Verständnis über die Zielgenese, die politisch gewünschte Zielhierarchie und die Umsetzung. Da bei diesen Dokumenten die Transparenz und Nachvollziehbarkeit nur in einem begrenzten Rahmen gegeben ist, sollten sie für eine Zielanalyse nur ergänzend genutzt werden.

Die Ziele bilden ein Zielsystem, das auf einem Wirkungsmodell basiert. Das Wirkungsmodell stellt idealisierte Wirkungsketten/-annahmen dar, wie die einzelnen Ziele zu erreichen sind bzw. wie sie insgesamt zusammenwirken.

Ziele und das Zielsystem sind daher das zentrale Element einer Evaluation und die Grundlage für die Durchführung der Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle. Eine idealtypische Darstellung eines Wirkungsmodells zeigt Abbildung 3. Eine Übertragung des Wirkungsmodells auf das MAP sieht wie folgt aus:

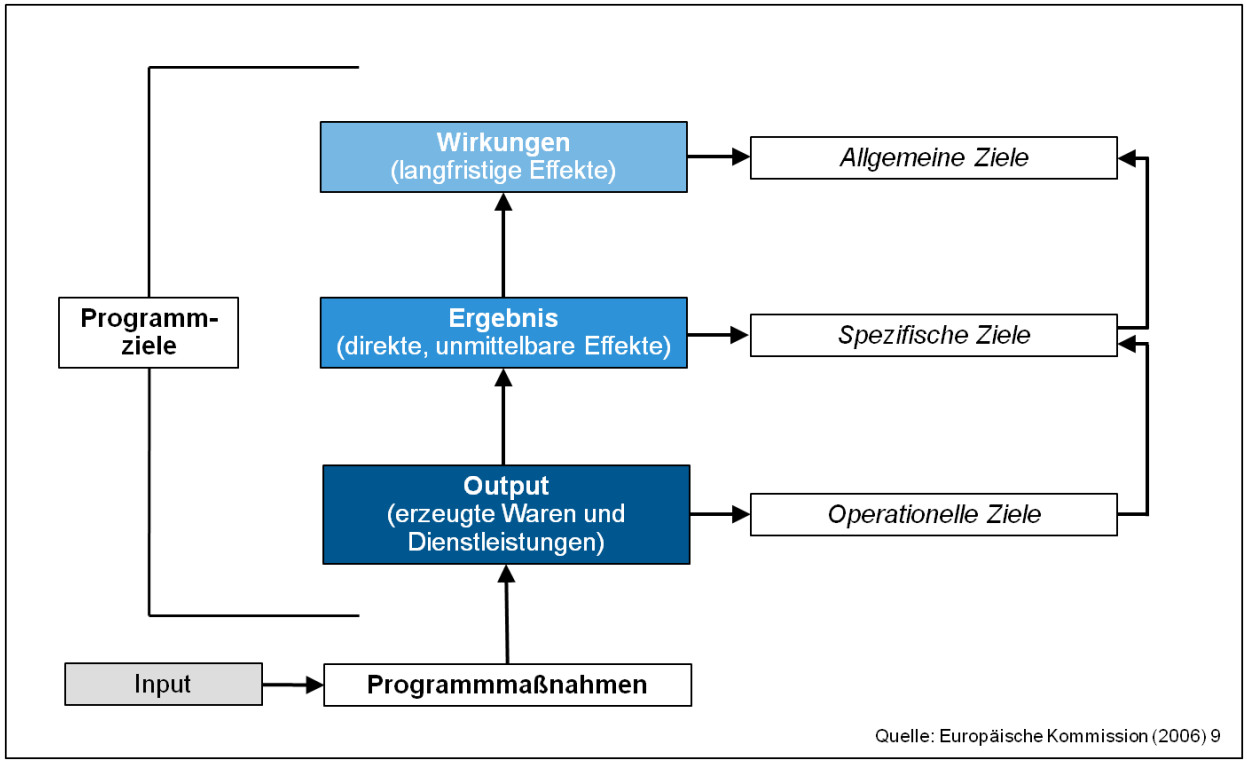


Abbildung 3: Idealtypisches Wirkungsmodell eines Förderprogramms (nach Jaedicke et al. 2009)

Die zur Verfügung stehenden Fördermittel geben als finanzieller Input im Rahmen des Förderprogramms Anstoß zu einer Realisierung eines Projektes. Als Output kann im Falle des MAP die Installation, Erweiterung oder Optimierung einer EE- Wärme-/Kälteanlage gemäß Fördertatbeständen definiert werden. Zeitlich nach dem "Output", aber noch unmittelbar kausal mit der Programmmaßnahme in Verbindung stehen die Ergebnisse der Maßnahmen. Im Fall des MAP sind es die Substitution von fossilen Brennstoffen bzw. die eingesparte Energie oder die Entwicklung der Gesamtkapazitäten und damit auch die Reduktion von Emissionen. Mit größerem zeitlichem Abstand und meist nur mittelbar kausal dem Programm zuzurechnen sind schließlich die Wirkungen des Förderprogramms. Hierzu zählen längerfristige Effekte wie Schaffung einer wettbewerbsfähigen erneuerbaren Energien Branche, ein nachhaltiger Strukturwandel oder Weiterentwicklung von Technologien. Die Beziehung zwischen Fördermaßnahme und Wirkung wird als mittelbar bezeichnet, weil neben dem Impuls durch das Förderprogramm eine Reihe weiterer externer und nicht durch das Programm zu steuernden Faktoren die Wirkungsgrößen beeinflussen.

3.3 Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte

Zur Überprüfung der volkswirtschaftlichen Effekte und Wirkungen der Förderung mit MAP werden die Indikatoren Bruttowertschöpfung und Beschäftigungseffekte genutzt. Die Förderung trägt zur Bruttowertschöpfung in Deutschland durch die mit der Förderung ausgelösten Investitionstätigkeit z.B. den Erwerb von Investitionsgütern oder Beauftragung von Dienstleistungen wie Planungs-/Installationsleistungen bei. Diese Wirkungen bzw. entsprechende Werte können weder direkt aus den Förderdaten noch aus den Befragungsdaten extrahiert werden. Zu ihrer Bestimmung sind spezifische, modellgestützte Berechnungen notwendig.

Zur Bestimmung der Bruttowertschöpfung und der Beschäftigungseffekte wird das Input-Output-Modell der Prognos AG und die ihm zugrunde liegende Methodik genutzt. Dabei werden über die Investitionssummen die direkten und indirekten Bruttowertschöpfungseffekte in unterschiedlichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland, aber auch im Ausland berechnet. Auf dieser Basis können damit korrespondierende Beschäftigungseffekte bestimmt werden.

Ausgangspunkt der Analyse bilden dabei die induzierten Investitionen, die als Primärimpuls in das Rechenmodell eingehen. Die Abschätzung der Effekte erfolgt mittels Input-Output-Analysen. Dazu werden die Bruttowertschöpfungseffekte der Investitionen berechnet, die im Jahr der getätigten, zusätzlichen Investitionen aufgrund des jeweiligen Förderjahrgangs entstehen. Diese Investitionen werden entsprechend ihrer Art unterschiedlichen Branchen zugeordnet, in denen sie zu einer Steigerung der Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen führen. Mit Hilfe von Input-Output-Tabellen wird dann bestimmt, in welchem Umfang sich die Produktion in den unterschiedlichen Wirtschaftsbereichen erhöht. Sind die Investitionssummen in einem Produktionsbereich bekannt, lässt sich mit Hilfe der Input-Output-Tabellen unter bestimmten Annahmen berechnen, welche direkten (in den von den Investoren beauftragten Unternehmen) und indirekten (bei den Lieferanten der beauftragten Unternehmen) Bruttowertschöpfungseffekte diese Investitionen nach sich ziehen. Dabei wird auch berücksichtigt, dass ein Teil der zusätzlichen Güternachfrage in Form von Importen in das Ausland „abfließt" und somit hierzulande nicht produktionswirksam wird. Unberücksichtigt bleiben bei der Analyse hingegen Budget- und Substitutionseffekte. Um möglichst präzise Berechnungen durchführen zu können, wird die Investitionssumme auf relevante Produktionsbereiche der Input-Output-Tabelle aufgeteilt.

Die ermittelten Bruttowertschöpfungseffekte korrespondieren auf jeder Analyseebene mit entsprechenden Beschäftigungswirkungen. Unterstellt man kurzfristig eine konstante Produktivität, so kann aus den Input-Output-Analysen unmittelbar auf die Beschäftigungswirkungen geschlossen werden. Die Analyse der Beschäftigungseffekte erfolgt disaggregiert nach einzelnen Wirtschaftszweigen. So wird deutlich, in welchen Branchen durch die betrachteten Maßnahmen zusätzliche Beschäftigung entstehen kann.

Soweit möglich werden die beiden Indikatoren für die unterschiedlichen Technologiesparten erhoben, welche BAFA oder KfW Förderung erhalten. Die Ergebnisse ermöglichen einerseits eine Aussage, mit welchen Technologiesparten eine besonders hohe Bruttowertschöpfung verbunden ist. Andererseits kann der Indikator aggregiert für die BAFA Förderung und KfW Förderung ausgewiesen werden und ermöglicht somit einen Vergleich der beiden Förderteile BAFA und KfW. Darüber hinaus können mit dieser statistischen Kennzahl längerfristige Entwicklungen im Sinne einer Zeitreihe abgebildet werden.

3.4 Datengrundlage

3.4.1 Förderstatistik des BAFA

Als grundlegende Datenbasis wurden Förderstatistiken und Sonderauswertungen der BAFA-Datenbank verwendet. Sie geben Auskunft über die Anzahl der geförderten als auch der abgelehnten Anträge, die Anzahl der realisierten Maßnahmen, das aufgebrachte Fördervolumen und die im betrachteten Zeitraum ausgelösten Investitionen auf dem Zielmarkt. Zusätzliche Daten, die Auskunft über das Verhältnis der geförderten Anlagen zur Anlagenentwicklung insgesamt geben sowie die Förderanteile der einzelnen Sparten benennen, werden integriert. Es wird als Gesamtmarktentwicklung die Anzahl der gesamten

Heizungsneuinstallationen und Heizungsmodernisierungen im betrachteten Zeitraum als Marktobergrenze herangezogen. Auswirkungen von geänderten Förderbedingungen auf die Marktverbreitung, z.B. Änderungen der Fördersätze, werden ebenfalls betrachtet.

Der Stichtag der Datenerfassung für den Evaluationszeitraum 2019 ist der 31. Dezember 2019. Als zeitlicher Bezug für diese Evaluation wurde das Datum der Auszahlung einer Förderung für eine Anlage gewählt. Die Förderstatistik des BAFA weist darüber hinaus den Eingang des Antrags, den Bewilligungszeitpunkt und das Datum der Auszahlung der Förderung aus. Durch die Umstellung im Jahr 2018 auf ein zweistufiges Antragsverfahren wird ein zweites Datum als Eingangsdatum erfasst und für die Evaluation übermittelt.

Erstmalig wurden für das Förderjahr 2017 Angaben zum Fördersegment „nachträgliche Optimierung von Heizungsanlagen" durch das BAFA bereitgestellt. Im Rahmen dieses Fördersegments wurden im Jahr 2019 insgesamt 831 Anlagen gefördert (vgl. 2018: 904), die einen Wärmepumpencheck ein Jahr nach Inbetriebnahme der BAFA geförderten Wärmepumpe durchgeführt haben. Zusätzlich wurde für 4 Anlagen ein Heizungscheck nach 3 Jahren durchgeführt und gefördert. Diese Anlagen wurden bereits in den Jahren seit 2017 bzw. 2016 durch das BAFA gefördert und sind in den Evaluationsberichten für die Jahrgänge 2016 - 2018 erfasst (Stuible 2018a/2018b, Zech 2019). In die Berechnung der Haupt-Parameter der Evaluation sowie in die Erfolgskontrolle (Kapitel 0) fließen diese Angaben daher nicht ein. Die Berichterstattung für das Fördersegment „nachträgliche Optimierung" erfolgt im vorliegenden Evaluationsbericht separat für die Parameter Anlagenanzahl, Investitions- und Fördersumme. Weiterführende Informationen zum Wärmepumpencheck sind in Appendix 4 enthalten.

Ab dem 01.01.2019 werden solarthermische Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme aus dem MAP ausgegliedert. Diese Anlagen werden ab diesem Zeitpunkt auf Bundesebene unabhängig von ihrer Größe über das „Modul 2: Prozesswärme aus erneuerbaren Energien" im Förderprogramm „Energieeffizienz in der Wirtschaft" gefördert. Dennoch sind einige Anlagen dieses Anlagentyps in der Evaluation 2019 enthalten. Es handelt sich um Anlagen bzw. Vorgänge, bei denen die BAFA-Innovationsförderung noch vor dem Stichtag beantragt wurde und der Zahlungslauf in das Jahr 2019 fiel. Weiterführende Informationen dazu befinden sich im Fachgutachten Solarthermie.

Auswertung von Rechnungen

Zur Ermittlung solider Kostendaten und z.T. technischer Parameter wird eine repräsentative Stichprobe aus den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen ausgewertet. Für die Sparten kleine Biomasseanlagen und solarthermischen Anlagen werden die verfügbaren Anträge für jede Sparte zunächst nach Bundesländern und dann nach den jeweiligen Technologien (z.B. bei Biomasse nach Pellet-, Hackgut- und Scheitholzkesseln sowie Pelletöfen) sortiert, um eine in diesen Aspekten repräsentative Stichprobe zu erhalten. Im nächsten Schritt werden für die Sparten der sortierten Grundgesamtheit für das Jahr 2019 jeweils etwa 350 Rechnungen gezogen. Im Technologiesegment Solarthermie wurden zusätzlich rund 90 Anlagen aus der Innovationsförderung für die Stichprobe ausgewählt (keine repräsentative Stichprobe, nach Größenklassen ausgewählt).

Die Stichprobe für das Technologiesegment Wärmepumpe beschränkt sich auf Anlagen der Kategorien Luft-/ sowie Sole-/Wasser-Wärmepumpe (Sonde und Kollektor), die durch private Haushalte beantragt wurden. So soll je Kategorie eine ausreichende Anzahl an Anlagen ausgewertet werden, damit die Ergebnisse belastbare Aussagen liefern. Zudem wurde eine Verteilung der Anlagen auf die Gebäudetypen

Alt- und Neubau im Verhältnis 60/40 gewählt, um einen Fokus auf Anlagen im Gebäudebestand zu legen. Diese Stichprobe von insgesamt 350 Anlagen wurde durch weitere etwa 20 Anlagen der größten Leistungsklassen ergänzt.

Das weitere Vorgehen der Rechnungsauswertung, z.B. die Bestimmung der Anzahl der auswertbaren Rechnungen, der Untersuchungsumfang sowie die Ergebnisse der Stichprobenauswertung sind in den Fachgutachten kleine Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen näher beschrieben.

Die Auswertung der Stichprobe ist aktuell noch nicht abgeschlossen. Die Ergebnisse werden mit der Schlussfassung dieses Berichtes vorgelegt.

3.4.2 Förderstatistik der KfW

Für die von der KfW geförderten Maßnahmen stehen zwei anonymisierte Datenquellen zur Verfügung, die in unterschiedlicher Weise genutzt werden können.

KfW-interne Statistik

Die KfW erfasst in einer internen Datenbank wesentliche Daten der Kreditanträge wie:

- Angaben zum Kreditnehmer (Organisationsform, Bundesland)
- Angaben zum Verwendungszweck (geförderte Technologie)
- Angaben zum zeitlichen Ablauf (Antragstellung, Zusage, Wertstellung des Tilgungszuschusses)
- Technische Angaben zur geförderten Anlage (hier handelt es sich um technologiespezifische Angaben)
- Angaben zur Investition und zum Kredit (Investitionsvolumen, Kreditvolumen, Tilgungszuschuss)

Die Daten umfassen die wesentlichen technischen und wirtschaftlichen Informationen zu den Vorhaben.

Die KfW unterscheidet Kreditanträge, Darlehenszusagen und Verwendungsnachweise für förderfähige Maßnahmen. Mit einem Kreditantrag können mehrere Maßnahmen beantragt werden (z. B. Biomasseanlage + Wärmenetz). Jede Maßnahme wird getrennt erfasst und wie ein separater Kredit verwaltet. Bei der Tiefengeothermie existiert die Besonderheit, dass für die vier möglichen Förderbausteine mehrere Darlehen mit Tilgungszuschuss zugesagt werden können, die sich auf nur eine Anlage beziehen. Soweit möglich wurden die Darlehen solcher Anträge bei der Datenauswertung zusammengefasst.

Im Rahmen der Kreditabwicklung sind die folgenden Datumsangaben von Bedeutung:

- Datum der Antragstellung
- Datum der Kreditzusage
- Datum der Inbetriebnahme (der Inbetriebnahmezeitpunkt wird vom Kreditnehmer im Zusammenhang mit dem Antrag auf Tilgungskostenzuschuss genannt).
- Datum der Wertstellung des Tilgungszuschusses
  Zu diesem Zeitpunkt hat der Darlehensnehmer alle Nachweise über die Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage erbracht. Auf dieser Basis erfolgt die Gewährung des Tilgungszuschusses. Der Antrag auf Tilgungskostenzuschuss durch den Kreditnehmer erfolgt in der Regel zeitnah zur Inbetriebnahme, in vielen Fällen aber auch signifikant, bis zu drei Jahre später.

Verwendungsnachweise

Zusätzlich zu der KfW-internen Datenbank stehen für das Jahr 2019 Kopien aller Anträge auf Tilgungskostenzuschuss, für die im Jahr 2019 der Tilgungskostenzuschuss verbucht wurde, gegliedert nach dem Jahr der zugehörigen Inbetriebnahme zur Verfügung.

Die Anträge enthalten insbesondere bei den technischen Parametern und der Gliederung der Gesamtinvestitionen deutlich mehr Informationen und ermöglichen somit weitergehende Detailaussagen. Aus Datenschutzgründen werden diese Angaben nicht mit denen der KfW-Datenbank synchronisiert.

Auswertungsmethodik

Die übergeordneten Auswertungen stützen sich, soweit es die in der Datenbank erfassten Daten ermöglichen, auf die KfW-Datenbank. Diese werden durch Angaben aus den Anträgen ergänzt, sofern zu diesen Anlagen keine Angaben in der Datenbank vorliegen. Wo sinnvoll und erforderlich, werden die Daten aus den Verwendungsnachweisen auf die Gesamtheit der in der KfW Datenbank berücksichtigten Anlagenanzahl umgerechnet.

Bei den Verwendungsnachweisen handelt es sich einerseits um Formulare der KfW, die nach Errichtung der Anlage ausgefüllt werden und insofern den Ist -Zustand widerspiegeln. Die Kreditnehmer können aber auch auf die Anträge auf Tilgungszuschuss verweisen, die zusammen mit dem Kreditantrag abgegeben werden, diese enthalten die Plandaten zum Zeitpunkt der Antragstellung. Der Verweis auf diese Daten ist möglich, wenn bestätigt wird, dass die Maßnahme wie beantragt durchgeführt wurde.

Bei den Daten sind Nenndaten, wie Anlagenleistung, Größe der Anlage (m^2 bei PV oder solarthermischen Anlagen), Speichergröße, Leitungslänge, etc. sowie Plandaten für den Betrieb, wie Wärmebedarf, Netzverluste, etc. zu unterscheiden.

Insgesamt ermöglichen die detaillierten Daten der Anträge auf Tilgungskostenzuschuss bzw. die Verwendungsnachweise weitergehende Aussagen zum Fördergegenstand.

Die für die Evaluierung des Jahres 2019 zur Verfügung stehende Datenbasis unterscheidet sich hinsichtlich Struktur und Detaillierungsgrad der Daten nicht grundsätzlich von der in den vergangenen Jahren verwendeten Datenbasis.

Die folgenden Punkte weisen jedoch auf Veränderungen hin, deren Bedeutung in Zukunft zunimmt und die Qualität der Auswertung nicht verbessert.

Investitionssummen

In der Vergangenheit wurde je Kreditantrag in der Regel für jeden separaten Fördertatbestand eines einzelnen Investors eine separate Investitionssumme aufgeführt, sodass ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Fördertatbestand, Kreditsumme und Investitionssumme hergestellt werden konnte. Bei der Auswertung der Daten für das Jahr 2019 ist aufgefallen, dass teilweise auch bei mehreren Kreditanträgen eines Antragstellers immer die Gesamtsumme der Investitionen ausgewiesen wurde und nicht diejenige Summe, die dem einzelnen Kreditantrag zuzuordnen wäre. Wird nun die Summe der Gesamtinvestition über alle Fördertatbestände gebildet, werden einzelne Investitionssummen mehrfach gezählt. Es konnte keine Ursache für die neue Art der Handhabung festgestellt werden. Als Folge sind die für die einzelnen

Technologien ausgewiesenen Investitionen im Rohdatensatz nicht von gleicher Qualität wie in der Vergangenheit

Für die Evaluation 2019 wurden Mehrfacheinträge korrigiert und es wird eine bereinigte Investitionssumme ausgewiesen. Es ist nicht auszuschließen, dass Mehrfacheinträge bereits in den Jahren vor 2019 Grundlage der Evaluation waren.

Technologien

In den Auswertungen des Jahres 2019 taucht zum ersten Mal eine neue Klassifizierung bei den Technologien auf. Diese Klassifizierung in der KfW-Datenbank ist jedoch nicht eineindeutig einem Fördertatbestand des MAP zuzuordnen.

Anlage zur Verfeuerung fester Biomasse

Unter dieser Klassifizierung werden Anlagen erfasst, die entweder eine Biomasseanlage zur Wärmeerzeugung oder eine Kombination aus Wärmeerzeugung aus Biomasse und einem Fernwärmenetz enthalten. Für diesen Fördertatbestand werden jedoch keinerlei technische Daten erfasst, sodass hier wesentliche Informationen für detaillierte Auswertungen fehlen.

Nach Angaben der KfW ist dies auf eine Umstellung der Erfassung der Kreditanträge zurückzuführen, die jetzt über ein Internetportal durch die Korrespondenzbanken und nicht mehr bei der KfW erfolgt. Es kann nicht mehr nachvollzogen werden, wie es zu dieser signifikanten Änderung bei der Datenerhebung gekommen ist und mit wem diese vereinbart wurde. Die Aussagekraft der Daten hat somit in diesem wesentlichen Sektor signifikant abgenommen.

Für die Auswertung des Jahres 2019 ist dies weniger relevant, da nur für zwei Anlagen in dieser Kategorie ein Tilgungszuschuss verbucht wurde. Es handelt sich um zwei Kreditanträge mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von 206.641 €. Die Summe der Verwendungszweckteilbeträge beträgt 148.600 €, es wurde insgesamt ein Zuschuss in Höhe von 37.356 € gewährt.

In den nächsten Jahren ist jedoch bei diesen Anlagen keine Aufteilung auf die verwendeten Einzeltechnologien möglich und reduziert somit die Aussagekraft der Zahlen im Hinblick auf die Fördertatbestände.

Bei den Einzelnachweisen ist dies weiterhin möglich, da In den Formularen für Einzelnachweise des Tilgungszuschussantrages weiterhin eine Gliederung auf die Technologien gefordert wird.

4 Das MAP 2019 im Überblick

Das nachfolgende Kapitel bietet einen quantitativen Überblick über folgende Parameter der Evaluation: Anzahl Förderfälle (Anlagen, für die in 2019 Fördermittel ausgezahlt wurden), Bonusförderung, Installierte Leistung, Erzeugte Endenergie, durch das MAP ausgelöste Investitionen, die Höhe der ausgezahlten Fördermittel sowie Vermiedene CO_2e-Emissionen.

4.1 Anzahl Förderfälle

Im Jahr 2019 wurde für 55.491 Anlagen erstmals eine Förderung im BAFA-Teil ausgezahlt. Zusätzlich zu den im BAFA-Teil des MAP geförderten Anlagen wurden 2003 Darlehen mit Tilgungszuschuss im Rahmen der MAP-Förderung bei der KfW wertgestellt. Im Folgenden werden getrennt nach BAFA- und KfW-Teil die Anlagen, für die in 2019 Förderung gewährt wurde, näher erläutert.

4.1.1 BAFA-Teil: Basis-/Innovationsförderung

55.491 Anlagen erhielten im Rahmen des MAP vom BAFA eine Förderung (Tabelle 1). Die Förderung umfasst Anlagen mit Basis- und Innovations- sowie ggf. Zusatzförderung. Für 2019 steigt der Zubau im Vergleich zum Vorjahr wieder deutlich an, kann aber noch nicht wieder das Niveau von 2016 bzw. 2017 erreichen. Technologiebezogen hat sich die Verteilung geförderter Anlagen im Jahr 2019 im Vergleich zu 2018 insofern verändert, als das Biomasseanlagen mit einem Anteil von 38,5 % aller Anlagen wieder das Technologiesegment mit den meisten geförderten Anlagen darstellt (2018: 36,8 %).

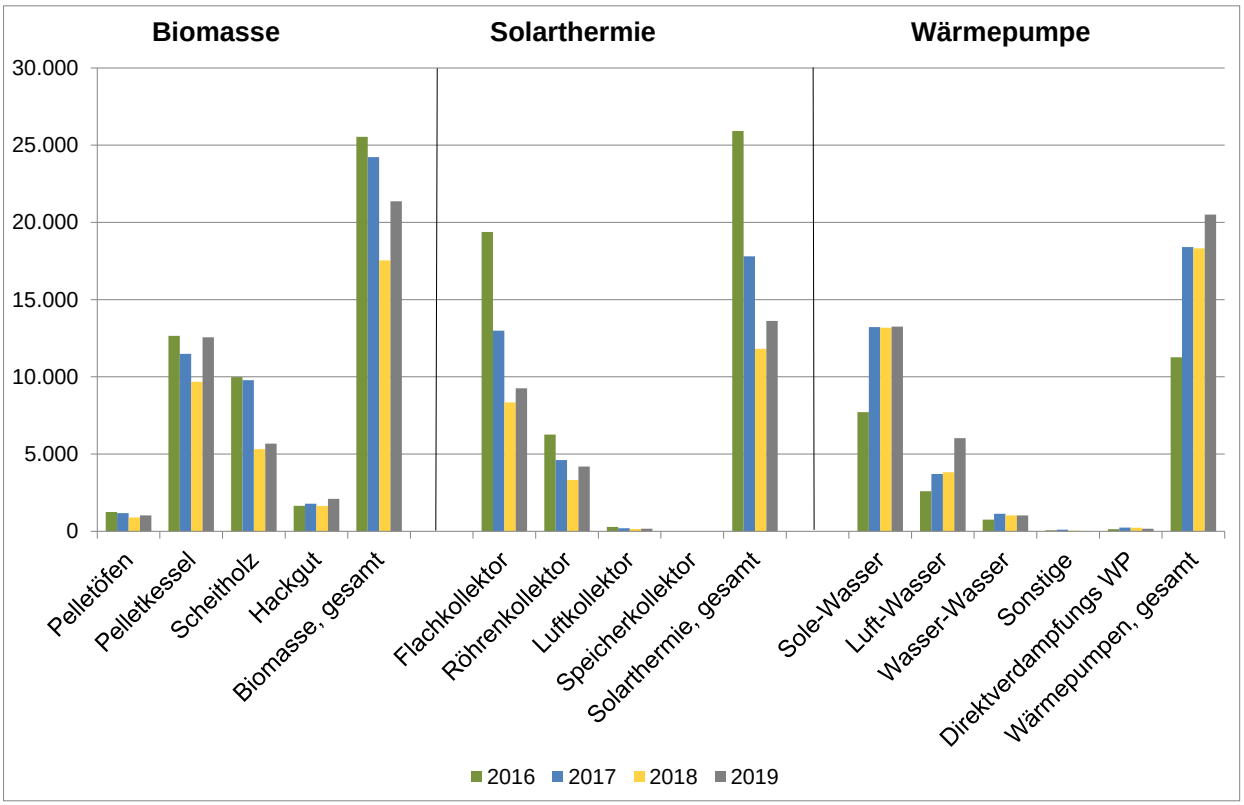


Abbildung 4: Anzahl Anlagen mit BAFA Förderung

Mit einem Anteil von 37,0 % folgen die Wärmepumpenanlagen (Vorjahr ca. 38,4 %), der Anteil solarthermischer Anlagen ging auf ca. 24,5 % der insgesamt geförderten Anlagen zurück und ist damit weiter leicht rückläufig (Vergleich 2018: Anteil 24,8 %).

Tabelle 1: Anzahl Anlagen mit BAFA Förderung

	2016	2017	2018	2019
Biomasse, BAFA				
Pelletöfen	1.251	1.175	893	1.024
Pelletkessel	12.658	11.490	9.679	12.564
Scheitholz	9.984	9.780	5.322	5.678
Hackgut	1.652	1.784	1.643	2.099
Biomasse, gesamt	**25.545**	**24.229**	**17.537**	**21.365**
Solarthermie, BAFA				
Flachkollektor	19.378	12.995	8.346	9.255
Röhrenkollektor	6.266	4.612	3.315	4.191
Luftkollektor	278	199	150	171
Speicherkollektor	2	2	1	0
Solarthermie, gesamt	**25.924**	**17.808**	**11.812**	**13.617**
Wärmepumpen, BAFA				
Sole-Wasser	7.719	13.220	13.183	13.256
Luft-Wasser	2.597	3.706	3.827	6.035
Wasser-Wasser	757	1.134	1.029	1.030
Sonstige	66	104	45	23
Direktverdampfungswärmepumpe	131	235	231	165
Wärmepumpen, gesamt	**11.270**	**18.399**	**18.315**	**20.509**
BAFA, gesamt	**62.739**	**60.436**	**47.664**	**55.491**

Innerhalb der Biomasse wurden vor allem wieder Anträge für Pelletkessel und Anlagen auf Basis von Scheitholz bewilligt und entsprechende Förderung ausgezahlt. Im Technologiesegment Solarthermie umfassen weiterhin Anlagen mit Flachkollektor den Großteil der Anlagen, für die Förderung ausgezahlt wurde. Für Hybridkollektoranlagen wurde auch im vierten Jahr in Folge keine Förderung ausgezahlt. Somit entfällt dieser Anlagentyp in der Rückschau der letzten 4 Jahre. Anlagen mit Luftkollektoren bleiben wie in den letzten Jahren deutlich hinter den Stückzahlen für Flach- und Röhrenkollektoren zurück. Speicherkollektoren wurden 2019 keine installiert. Sole-/Wasser-Wärmepumpen haben im Technologiesegment Wärmepumpen einen Anteil von etwa 65 %. Der Anteil von Luft-/Wasser-

Wärmepumpen hat sich auf ca. 29 % deutlich erhöht (Vergleich 2018: 21 %). Alle weiteren Wärmepumpenarten sind, was die Förderung betrifft, weiterhin von nachgeordneter Bedeutung.

Nachträgliche Optimierung

Im Rahmen des Fördersegments „nachträgliche Optimierung" wurden im Jahr 2019 insgesamt 831 Anlagen gefördert, die einen Wärmepumpencheck ein Jahr nach Inbetriebnahme der BAFA geförderten Wärmepumpe durchgeführt haben. Für 4 Anlagen wurde ein Heizungscheck nach 3 Jahren durchgeführt und gefördert. Der Heizungscheck ist als Bestandteil dieses Fördersegments im Evaluationsjahr 2019 damit nicht von Bedeutung. Weiterführende Informationen dazu finden sich im Kapitel 3.4.1 und im Appendix 4.

4.1.2 BAFA-Teil - Bonusförderung

Die Förderung aus dem Marktanreizprogramm wurde mit der Änderung der Richtlinie zum 1. April 2015 (Datum des Inkrafttretens) weiter differenziert. Die Förderung für Förderfälle umfasst eine Basisförderung oder eine Innovationsförderung sowie zusätzlich zu beiden Fördervarianten ggf. eine Zusatzförderung.

Tabelle 2: Übersicht der berücksichtigten Boni je Energieträger

Übersicht über Boni	**Biomasse (BM)**	**Solarthermie (SO)**	**Wärmepumpen (WP)**
Effizienzbonus	x	x	x
Kesseltauschbonus		x	
Kombinationsbonus BM		x	x
Kombinationsbonus SO	x		x
Kombinationsbonus WP	x	x	
Kombinationsbonus WN[1]	x	x	x
Bonus Lastmanagement			x
Bonus PVT[2] Kollektoren			x
Optimierungsbonus	x	x	x
Heizungspaketbonus (seit 1.1.2016)	x	x	x

[1] WN = Wärmenetz
[2] PVT = PV [Photovoltaik] und T [thermischer Kollektor]

Die Zusatzförderung erfolgt über eine Reihe von Boni, die für eine konkrete Anlage gezahlt werden können. Die Bonusarten wurden mit der Änderung der Richtlinie weiter ausdifferenziert und mit dem vorliegenden Bericht entsprechend evaluiert (vgl. Tabelle 2). Die nachfolgenden Grafiken zeigen, wie viele Anlagen der Gesamtförderfälle (getrennt nach Basis- und Innovationsförderung, Balkenbeschriftung beziffert Anzahl der Anlagen) in 2019 eine Bonusförderung erhalten haben.

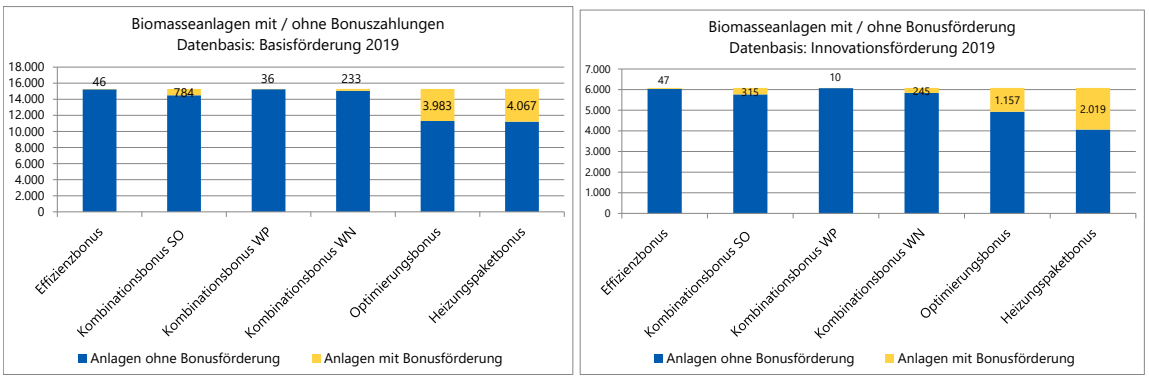


Abbildung 5: Anzahl der Biomasseanlagen mit/ohne Bonusförderung (für Basis- und Innovationsgeförderte Anlagen)

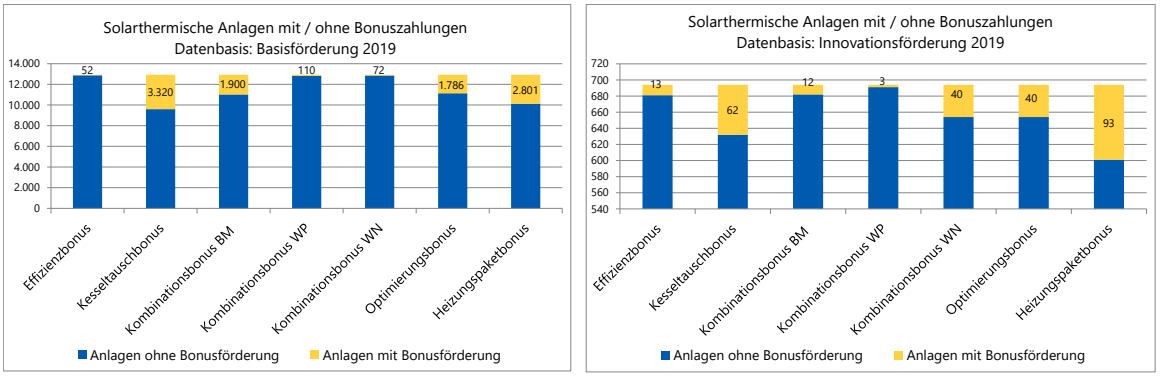


Abbildung 6: Anzahl der solarthermischen Anlagen mit/ohne Bonusförderung (für Basis- und Innovationsgeförderte Anlagen)

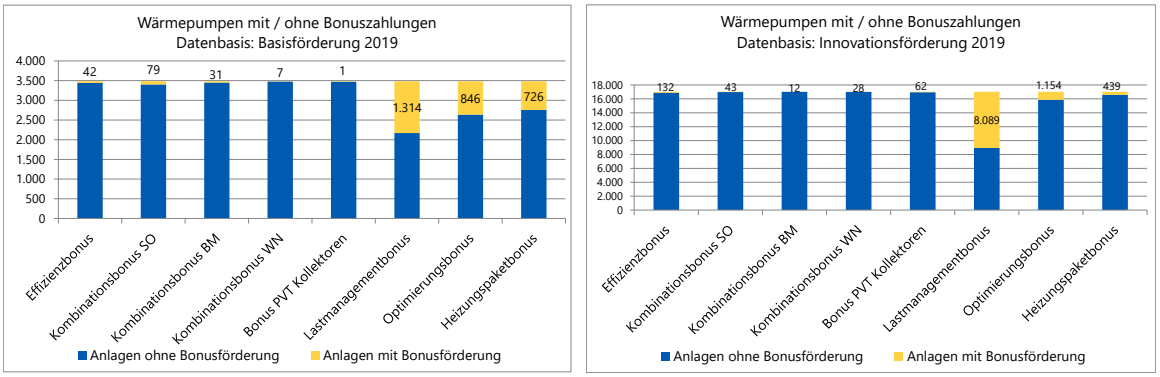


Abbildung 7: Anzahl der Wärmepumpen mit/ohne Bonusförderung (für Basis- und Innovationsgeförderte Anlagen)

Abbildung 8 und Tabelle 3/Tabelle 4 geben einen Überblick über die in 2019 ausgezahlten Boni sowie deren prozentualen Anteil an der Gesamt-Bonusförderung. Insgesamt wurden Boni im Wert von knapp 26 Mio. € ausgezahlt. Auszahlungen für den Heizungspaketbonus, der eine Zusatzförderung auf die Grundförderung darstellt und seit dem 1. Januar 2016 ausgezahlt wird, sind hierin enthalten. Mit einem Anteil von 49 % liegt der Heizungspaketbonusbetrag auf einem ähnlichen Niveau wie im Vorjahr (Vergleich 2018: 48 %) und stellt auch im vierten Jahr seit seiner Einführung etwa die Hälfte an der gesamten Boni-Förderung dar. Weiterhin häufig nachgefragt werden der Optimierungsbonus mit 15 % und der Lastmanagementbonus mit 18 %, wobei der Anteil beider Boni im Vergleich zu 2018 gleich hoch ausfällt. Die Anteile von Kesseltauschbonus mit knapp 6,5 % und der Kombinationsbonus SO-BM mit 5,9 % an der gesamten Boni-Fördersumme sind dagegen weiter rückläufig im Vergleich zu 2018.

Tabelle 3: Übersicht Anteile Bonusförderung (Basisförderung,)

Basisförderung	Biomasse		Solarthermie		Wärmepumpen	
	gesamt	Anlagen mit Bonus-förderung	gesamt	Anlagen mit Bonus-förderung	gesamt	Anlagen mit Bonus-förderung
geförderte Anlagen insgesamt (mit Bonus)	15.284 (9.149)	59,9%	12.923 (10.041)	77,7%	3.483 (3.056)	87,7%
Effizienzbonus	46	0,3%	52	0,4%	42	1,2%
Kesseltauschbonus			3.320	25,7%		
Kombinationsbonus SO	784	5,1%			79	2,3%
Kombinationsbonus BM			1.900	14,7%	31	0,9%
Kombinationsbonus WP	36	0,2%	110	0,9%		
Kombinationsbonus WN	233	1,5%	72	0,6%	7	0,2%
Bonus PVT Kollektoren					11	0,3%
Lastmanagementbonus					1.314	37,7%
Optimierungsbonus	3.984	26,1%	1.786	13,8%	846	24,3%
Heizungspaketbonus	4.067	26,6%	2.801	21,7%	726	20,8%

Tabelle 4: Übersicht Anteile Bonusförderung (Innovationsförderung)

Innovations-förderung	Biomasse		Solarthermie		Wärmepumpen	
	gesamt	Anlagen mit Bonus-förderung	gesamt	Anlagen mit Bonus-förderung	gesamt	Anlagen mit Bonus-förderung
geförderte Anlagen insgesamt (mit Bonus)	6.081 (3.793)	62,4%	694 (263)	37,9%	17.026 (9.959)	58,5%
Effizienzbonus	47	0,8%	13	1,9%	132	0,8%
Kesseltauschbonus			62	8,9%		
Kombinationsbonus SO	315	5,2%			43	0,3%
Kombinationsbonus BM			12	1,7%	12	0,1%
Kombinationsbonus WP	10	0,2%	3	0,4%		
Kombinationsbonus WN	245	4,0%	40	5,8%	28	0,2%
Bonus PVT Kollektoren					62	0,4%
Lastmanagementbonus					8.089	47,5%
Optimierungsbonus	1.157	19,0%	40	5,8%	1.154	6,8%
Heizungspaketbonus	2.019	33,2%	93	13,4%	439	2,6%

Zu beachten ist, dass in der Bonus-Summe Auszahlungen enthalten sind, die in 2019 für bereits in 2018 ausgewertete Anlagen ausgezahlt wurden. In Summe sind das etwa 77.565 €, der Betrag ist damit höher als im Vorjahr (Vergleich 2018: etwa 47.000 €). Etwa 64 % der Nachzahlungen entfallen auf den Optimierungs- und Heizungspaketbonus also für Maßnahmen, die nach Inbetriebnahme der Anlage durchgeführt werden und entsprechende Rechnungen als Beleg nachgereicht werden. So können Auszahlungen in das Folgejahr der eigentlichen Förderung einer Anlage fallen.

Die Kombinationsboni BM-WP und SO-WP sowie der Kombinationsbonus PVT Kollektoren sind auch 2019 nicht von Bedeutung; sie liegen jeweils unter 1 %. Ebenfalls eher gering nachgefragt werden der Effizienzbonus und der Kombinationsbonus Wärmenetz. Zusammen haben diese einen Anteil von nur 4,3 % an der insgesamt gezahlten Bonusförderung.

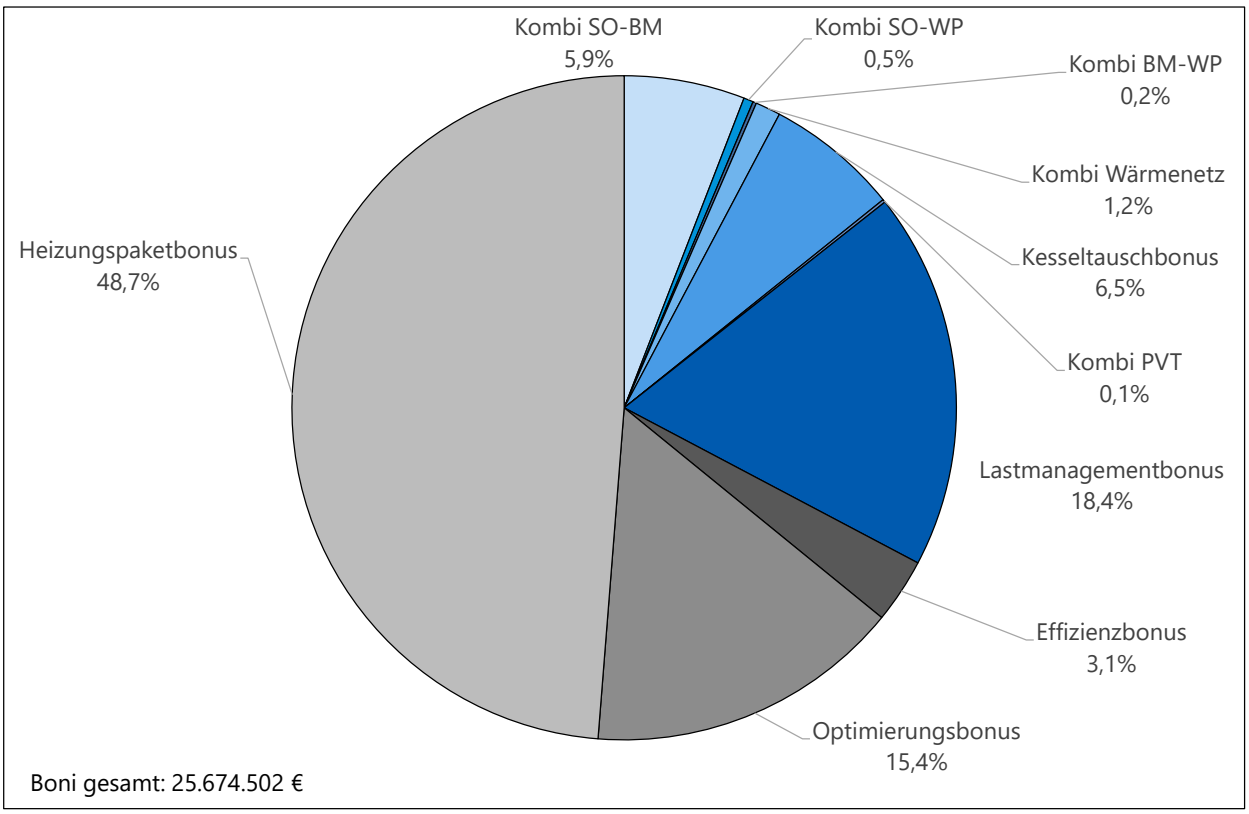


Abbildung 8: Aufteilung der als Boni gewährten Förderzahlungen 2019

4.1.3 KfW-Teil

Die folgenden Auswertungen basieren auf der Auswertung der KfW internen Datenbank.

Tabelle 5 gibt gegliedert nach den förderfähigen Technologien einen Überblick über die KfW-Förderung im Jahr 2019. Beantragt ein Antragsteller verschiedene förderfähige Technologien gleichzeitig mit einem Kreditantrag, werden die zugesagten Darlehen je Technologie getrennt verwaltet.

Hinsichtlich der Förderfälle wird unterschieden zwischen den im Jahr 2019 wertgestellten Zuschüssen, der Inbetriebnahme einer Anlage im Jahr 2019 und den Neuanträgen im Jahr 2019. Wertstellung bedeutet, dass der Tilgungszuschuss nach Inbetriebnahme der Anlage ausgezahlt und verbucht ist. Dies kann durchaus deutlich nach der Inbetriebnahme erfolgen, da der Zeitpunkt durch den Antragsteller bestimmt wird und die Wertstellung seitens der KfW zu Quartalsstichtagen erfolgt. Diese Informationen liegen für alle Förderjahre der Vergangenheit vor und werden aus diesem Grund auch für einige Vergleiche verwendet.

Die Inbetriebnahme wird seit dem Förderjahr 2012 erfasst und beschreibt den tatsächlichen technischen Inbetriebnahmezeitpunkt nach Angabe des Antragstellers. Die Angaben zu den im Jahr 2019 gestellten Neuanträgen geben einen Hinweis auf die aktuellen Entwicklungen, die in den entsprechenden Fachgutachten im Detail erläutert werden.

Tabelle 5: Übersicht über die Ergebnisse basierend auf der KfW-Datenbank

Fördertatbestände	**Anlagen (wertgestellt)**		**Anlagen (Inbetriebnahme)**		**Anlagen (Neuzusagen)**	
Bezugszeitraum: 2019	**Anzahl**	**Anteil**	**Anzahl**	**Anteil**	**Anzahl**	**Anteil**
		[%]		[%]		[%]
Wärmenetz	1.066	66,75	1.009	70,41	1.111	68,54
Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung	364	22,79	276	19,26	268	16,53
KWK-Biomasse-Anlage	0	0,00	4	0,28	9	0,56
Wärmespeicher	116	7,26	109	7,60	152	9,38
Solarkollektoranlage	32	2,00	24	1,67	27	1,67
Tiefengeothermie	0	0,00	1	0,07	0	0,00
Aufbereitung und Einspeisung von Biogas	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Biogasleitung für unaufbereitetes Biogas	13	0,81	9	0,63	7	0,43
Große Wärmepumpe	4	0,25	2	0,14	3	0,19
Anlage zur Verfeuerung fester Biomasse	2	0,13	0	0,00	44	2,71
Summe	**1.597**	**100,00**	**1.434**	**100,00**	**1.621**	**100,00**

Die insgesamt 1597 Darlehen beziehen sich auf 1.263 Kreditanträge bzw. Kunden der KfW. Der Schwerpunkt der 1597 wertgestellten Anlagen liegt mit 1066 Anlagen (rd. 67 %) im Bereich der Wärmenetze, wobei 200 Anträge im Zusammenhang mit der Errichtung einer Biomassekesselanlage und gegebenenfalls einer weiteren Technologie gestellt wurden. Der überwiegende Anteil jedoch bezieht sich auf Wärmenetze, die bestehende Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ergänzen. Im Rahmen der KfW-Statistik werden keine Informationen erfasst, welche erneuerbare Wärmeenergie in diese Wärmenetze eingespeist wird. Diese Informationen werden ausschließlich mit dem Antrag auf Tilgungszuschuss erfasst. Eine Detailanalyse erfolgt in den Fachgutachten auf der Basis der detaillierten Auswertung der Anträge auf Tilgungskostenzuschuss.

Der zweite Schwerpunkt der Anträge liegt im Bereich der Biomasseanlagen für die Wärmeerzeugung. Hierbei handelt es sich um 364 Anlagen (rd. 23 %). In dieser Zahl sind auch diejenigen Anlagen enthalten, bei deren Errichtung auch Wärmenetze neu gebaut oder vergrößert werden. Ohne Neubau oder Vergrößerung von Wärmenetzen wurden 164 Anlagen errichtet, wobei keine Informationen vorliegen, ob diese Anlagen mit oder ohne (ein ggf. bereits bestehendes) Wärmenetz betrieben werden.

Weitere 10 % der Anlagen verteilen sich auf die verbleibenden Technologien. In diesem Anteil sind die Wärmespeicher mit 7,3 %, am stärksten vertreten. Der Bereich der großen Wärmepumpen ist weiterhin vernachlässigbar. Dies gilt in gleichem Maße auch für die KWK-Anlagen sowie für Anlagen im Bereich des Biogases.

4.2 Installierte Leistung

Über das MAP wurde im Jahr 2019 insgesamt eine Leistung von 937 MW gefördert. Davon entfielen auf den BAFA-Teil 833 MW (88,9 %) und auf den KfW Teil 104 MW (11,1 %). Im Folgenden wird für BAFA- und KfW-Teil getrennt die neuinstallierte Leistung für Anlagen weiter differenziert beschrieben.

4.2.1 BAFA

Im Jahr 2019 wurden im BAFA-Teil des MAP Anlagen mit einer Gesamtleistung von 833 MW gefördert.

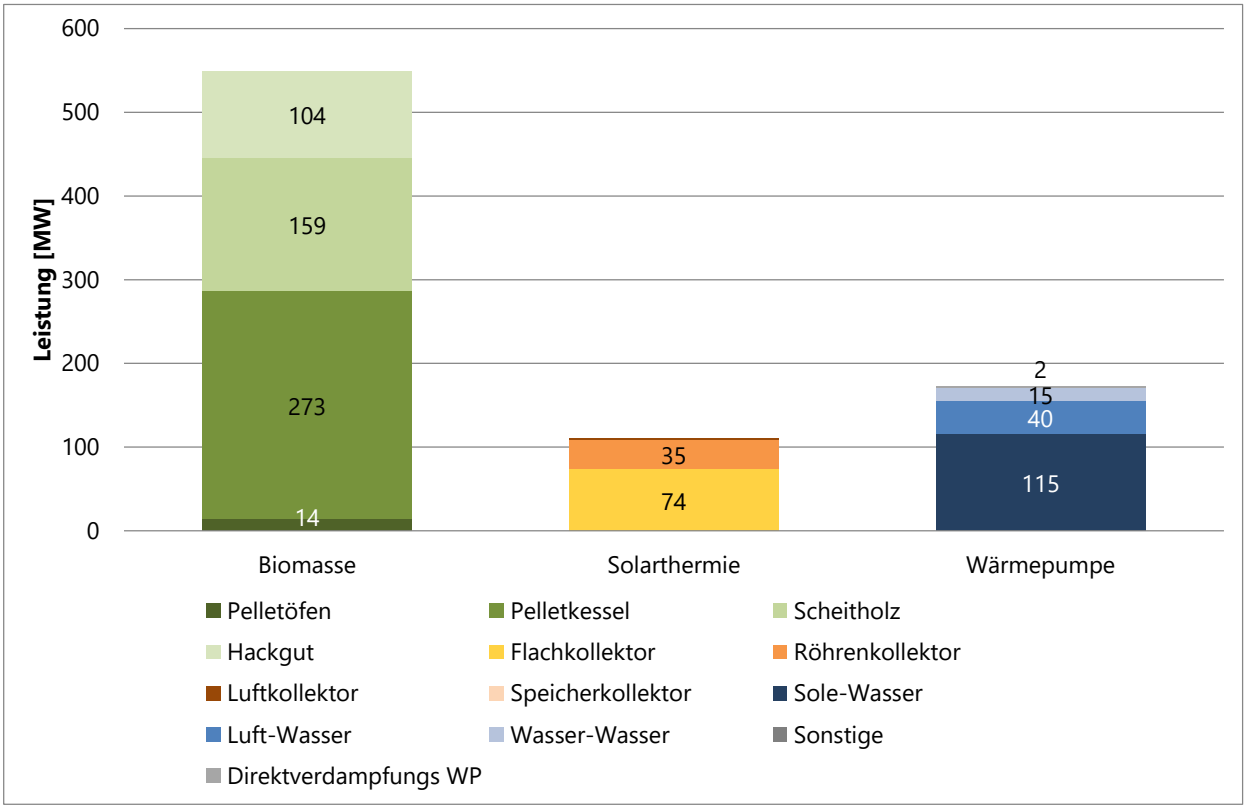


Abbildung 9: Aufteilung der im Jahr 2019 installierten Leistung MAP-geförderter Anlagen im BAFA-Teil

Den größten Anteil an der Gesamtleistung mit rd. 66 % hatten Biomasseanlagen mit einer installierten Leistung von 550 MW. Wärmepumpen folgen wie im Vorjahr vor solarthermischen Anlagen mit etwa 173 MW und einem Anteil von 20,7 % an der Gesamtleistung. Die Solarthermie verzeichnet insgesamt 111 MW. Dies sind ca. 13,3 % an der Gesamtleistung.

Tabelle 6 zeigt die installierte Leistung in Kilowatt (kW) für die Jahre 2016 - 2019. Die installierte Leistung für 2019 umfasst Anlagen mit Basis- und Innovationsförderung. Sie verteilt sich bei Solarkollektoranlagen zu 16,2 % auf Anlagen mit Innovationsförderung (Vergleich 2018: 22,5 %) und zu etwa 83,8 % auf Anlagen mit Basisförderung (Vergleich 2018: 77,5 %). Der Anteil innovationsgeförderter Anlagen nimmt damit erstmalig ab.

Tabelle 6: Installierte Leistung BAFA-Teil

Installierte Leistung in kW	2016	2017	2018	2019
Biomasse BAFA				
Pelletöfen	16.961	15.753	12.213	14.161
Pelletkessel	264.459	239.807	210.115	272.658
Scheitholz	270.332	264.378	148.308	159.191
Hackgut	76.019	82.871	79.641	103.782
Biomasse, gesamt	**627.771**	**602.809**	**450.277**	**549.792**
Solarthermie BAFA				
Raumheizung	**28.327**	**0**[1]	**0**[1]	**0**[1]
Flachkollektor	20.325	0	0	0
Röhrenkollektor	7.302	0	0	0
Luftkollektor	700	0	0	0
Prozesswärme	**1.682**	**1.566**	**2.910**	**1.746**
Flachkollektor	601	769	511	285
Röhrenkollektor	523	497	1.137	711
Luftkollektor	558	300	1.262	750
Kälteerzeugung	**0**	**0**	**74**	**0**
Flachkollektor	0	0	7	0
Röhrenkollektor	0	0	67	0
nur Warmwasser	**27.331**	**17.634**	**10.953**	**13.070**
Flachkollektor	24.575	15.612	9.593	11.010
Röhrenkollektor	2.750	2.017	1.357	2.060
Speicherkollektor	6	5	3	0
Warmwasser + Raumheizung	**140.548**	**124.258**	**88.505**	**95.685**
Flachkollektor	102.519	88.961	59.618	62.703
Röhrenkollektor	38.003	34.897	27.839	32.572
Luftkollektor	26	400	1.048	411
Flachkollektor, gesamt	**148.020**	**105.343**	**69.729**	**73.998**
Röhrenkollektor, gesamt	**48.578**	**37.411**	**30.400**	**35.342**
Luftkollektor, gesamt	**1.284**	**699**	**2.310**	**1.160**
Speicherkollektor	**6**	**5**	**3**	**0**
Solarthermie, gesamt	**197.888**	**143.458**	**102.443**	**110.501**
Wärmepumpe BAFA				
Sole-Wasser	74.410	119.387	113.554	115.468
Luft-Wasser	23.496	30.209	28.066	40.404
Wasser-Wasser	11.708	17.006	15.494	14.774
Sonstige	889	1.755	835	497
Direktverdampfungs WP	1.344	2.249	2.341	1.686
Wärmepumpen, gesamt	**111.847**	**170.606**	**160.291**	**172.829**
BAFA, gesamt	**937.506**	**916.873**	**713.010**	**833.122**

[1] Entsprechend der BAFA Datenbank wurden ab 2017 keine solarthermischen Anlagen zur ausschließlichen Raumheizung gefördert obwohl entsprechend der Verordnungen von 2015 und 2018 eine solche Förderung grundsätzlich weiterhin möglich war.

Die installierte Leistung der Flachkollektoren steigt im Vergleich zum Vorjahr leicht an und auch der Anteil an der Gesamtleistung bleibt mit 67 % weiterhin auf einem hohen Niveau. Röhrenkollektoren folgen mit etwa 32 % der Gesamtleistung. Luftkollektoren sind auch wie in 2018 mit 1 % nahezu bedeutungslos bzgl. Anteil an der Gesamtleistung.

Innerhalb der geförderten Biomasseanlagen liegt der Schwerpunkt der installierten Gesamtleistung auf Pelletkesseln mit knapp 50 % (2018: 47 %) und Scheitholzkesseln mit 29 % (2018: 33 %). Bei den Wärmepumpen liegen die Sole-/ Wasser-Wärmepumpen mit einem Anteil von 67 % etwas unter dem Niveau des Vorjahres (2018: 71%). Luft-/ Wasser-Wärmepumpen liegen mit etwa 23 % über dem Niveau des Vorjahres (2018: 18%).

4.2.2 KfW

Die im Rahmen des KfW-Programms Erneuerbare Energien, Premium geförderten Anlagen unterscheiden sich in ihrer Art von den vom BAFA geförderten Anlagen, da sich der Großteil der geförderten Anlagen nicht direkt in installierter Leistung ausdrücken lässt. So wurde 2019 ein wesentlicher Teil der Darlehen für Wärmenetze beantragt. Die Wärmenetze bilden jedoch einen eigenen Fördertatbestand, der durch die Charakteristika Trassenlänge und Wärmemenge beschrieben wird.

Tabelle 7 gibt einen Überblick über die im Rahmen des KfW-Teil des MAP geförderten Technologien, die über installierte Wärmeleistung charakterisiert werden. Im Anschluss werden die einzelnen Technologien im Detail erläutert.

Der Großteil (rd. 89,8 MW, 86,7 %) der in 2019 installierten Leistung wird von Biomasseanlagen erbracht, mit deutlichem Abstand gefolgt von neu installierter solarthermischer Kapazität (8,43 MW, 8,1 %) und großen Wärmepumpen (5,36 MW, 5,2 %).

Tabelle 7: Installierte Leistung der wertgestellten Anlagen im KfW-Teil nach Technologien

Technologien[1]	**Anzahl wertgestellte Anlagen 2019**	**Kapazität in MW**
Biomasse KfW		
Hackgut	330	82,67
Pellet	27	5,38
andere Brennstoffe	7	1,77
Keine Angaben von Brennstoffen	0	0
KWK-Biomasse-Anlagen	0	0
Anlage zur Verfeuerung fester Biomasse	2	0[4]
Biomasse KfW, gesamt	**364**	**89,82**
Solarthermie KfW[2]		
Raumwärme/Trinkwasser	**29**	**8,03**
Flachkollektor	19	5,29
Vakuumröhrenkollektor	10	2,73
Luft- und Speicherkollektor	0	0
Prozesswärme	**3**	**0,49**
Kälteerzeugung	**0**	**0**
Solarthermie KfW, gesamt	**32**	**8,52**
Große Wärmepumpen KfW gesamt	**4**	**5,36**
Tiefengeothermie KfW, gesamt[3]	**0**	**0**
KfW, gesamt	**400**	**103,70**

[1] rein wärmeerzeugende Technologien
[2] Umrechnungsfaktor: 0,7 kW/m2 Kollektorfläche
[3] keine wertgestellten Anlagen 2019
[4] keine Leistungsdaten verfügbar

4.3 Energiebereitstellung aus geförderten Anlagen

Als Grundlage für die Berechnung der vermiedenen CO_2e-Emissionen ist die Abschätzung der bereitgestellten Energie aus MAP geförderten Anlagen erforderlich. Für die Bestimmung der CO_2e-Emissionen wird beginnend mit der Evaluation für das Förderjahr 2019 auf die aktualisierte Berechnungsmethode des UBA umgestellt (UBA 2019). Die Angaben der Biomasseanlagen beziehen sich auf die erneuerbare Endenergie, also den gesamten Brennstoffeinsatz, während sich die Angaben zur Solarthermie und zu den Wärmepumpen auf die Nutzenergie beziehen, also auf die für die Energiedienstleistungen zur Verfügung gestellten Wärme (Berechnungsansatz s. Appendix 6).

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die ermittelten Endenergie- und Nutzenergiemengen aller BAFA Anlagen, die 2019 Förderung erhalten haben. Demnach wurden durch die Fördermaßnahmen im Jahr 2019 Anlagen mit jährlichen Nutzenergiemengen von ca. 977 GWh/a gefördert.

Tabelle 8: Energiebereitstellung von BAFA geförderten Anlagen

Erneuerbare Energiegestehung in GWh/a	Endenergie	Nutzenergie
Biomasse		
Pelletöfen	8,5	6,4
Pelletkessel	409,0	319,0
Scheitholz	238,8	186,3
Hackgut	155,7	116,8
Biomasse, gesamt	**811,9**	**628,4**
Solarthermie		
Warmwasserbereitung im Einfamilienhaus	6,8	6,8
Warmwasserbereitung im Mehrfamilienhaus	0,4	0,4
Prozesswärme	1,1	1,1
Kälteerzeugung	0,0	0,0
Warmwasser mit Raumheizung	46,5	46,5
Solarthermie, gesamt	**54,7**	**54,7**
Wärmepumpen[1,2]		
Sole-Wasser	153,7	196,3
Luft-Wasser	49,1	68,7
Wasser-Wasser	19,5	25,1
sonstige elektrisch	2,2	2,9
gasbetrieben	0,1	0,6
Wärmepumpen, gesamt	**224,6**	**293,6**
BAFA, gesamt	**1091,2**	**976,7**

[1] Erneuerbare Endenergie entspricht der Erd- bzw. Umweltwärme
[2] Nutzenergie inkl. Stromeinsatz

Tabelle 9 zeigt die Energiebereitstellung wertgestellter Anlagen des KfW-Teils. Für Biomasse wurde eine Unterteilung in Anlagen zur Wärmeerzeugung mit einem angeschlossenen Netz und solchen ohne ein angeschlossenes Netz unterschieden. Mit dieser Unterteilung werden Netzverluste berücksichtigt, die sich in niedrigeren Nutzungsgraden bei Anlagen mit angeschlossenem Wärmenetz zeigen. Für Biomasse KWK Anlagen wird der elektrische und thermische Anlagenteil ausgewiesen. Im Jahr 2019 wurden keine KWK-Anlagen gefördert, weshalb hierfür auch keine Leistungsdaten gegeben sind. Durch Fördermaßnahmen des KfW-Teils im MAP wurden in 2019 Anlagen mit einer Nutzenergiemenge von etwa 236 GWh/a gefördert.

Tabelle 9: Energiebereitstellung von KfW geförderten Anlagen

Erneuerbare Energiegestehung in GWh/a	Endenergie	Nutzenergie
Biomasse		
Anlagen zur Wärmeerzeugung ohne Netz		
Hackgut	80,3	63,8
Pellet	7,9	6,3
andere Brennstoffe	2,8	2,2
Anlagen zur Wärmeerzeugung mit Netz		
Hackgut	82,8	59,5
Pellet	7,6	5,5
andere Brennstoffe	0,2	0,1
keine Angaben des Brennstoffs	0,0	0,0
Biomasse KWK Anlagen		
Leistungen $_{el}$	0,0	0,0
Leistungen $_{th}$	0,0	0,0
Biomasse, gesamt	**181,6**	**137,4**
Solarthermie		
Raumheizung/Trinkwasser	4,7	4,7
Prozesswärme	0,3	0,3
Kälteerzeugung	0,0	0,0
Solarthermie, gesamt	**5,0**	**5,0**
Wärmepumpen[1, 2]		
elektr. Getrieben	0,5	0,6
Gas betrieben	2,4	8,5
Wärmepumpen, gesamt	**2,9**	**9,1**
Tiefe Geothermie	**0,0**	**0,0**
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs	**84,2**	**84,2**
KfW, gesamt	**273,7**	**235,7**

[1] erneuerbare Endenergie entspricht der Erd- bzw. Umweltwärme
[2] Nutzenergie inkl. Stromeinsatz

Nachfolgend ist die Energiebereitstellung nach Energieträgern zusammenfassend dargestellt. Den größten Anteil an der Gesamtenergiebereitstellung (Endenergie) der durch das MAP geförderten Anlagen haben, wie in den letzten Jahren, die Biomasseanlagen. Er beträgt 2019 knapp 73 % (Vergleich 2018: 67 %).

Tabelle 10: Energiebereitstellung MAP gesamt

Erneuerbare Energiegestehung in GWh/a	Endenergie	Nutzenergie
Biomasse, gesamt	994	766
Solarthermie, gesamt	60	60
Wärmepumpe, gesamt	227	303
Tiefe Geothermie, gesamt	0	0
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs, gesamt	84	84
MAP, gesamt	**1.365**	**1.212**

4.4 Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel

Die Höhe der Fördermittel für im Jahr 2019 geförderte Anlagen beläuft sich auf 251 Mio. €, wovon gut 83 % auf den BAFA-Teil und 17 % auf den KfW-Teil entfallen. Insgesamt wurden in 2019 durch die MAP Förderung Investitionen in Höhe von 1046 Mio. € ausgelöst, etwa 872 Mio. € entfallen dabei auf den BAFA Teil und 175 Mio. € auf den KfW Teil. Investitionen und Fördermittel steigen im Vergleich zum Vorjahr, die Gesamtinvestitionen über beide Förderbereiche BAFA und KfW stiegen um 16,1 %, die eingesetzten Fördermittel um rd. 16,8 %. Innerhalb der BAFA Förderung nahmen die Investitionen um 18,8 %, die Förderung um 14,8 % zu. Die Entwicklungen im KfW Teil sind ebenfalls ansteigend. Im Vergleich zum Vorjahr stiegen die ausgelösten Investitionen um 4,1 %, bei den Fördersummen betrug die Zunahme nahezu 28 %.

Tabelle 11: Ausgelöste Investitionen und aufgewendete Fördermittel 2017 - 2019

	Ausgelöste Investitionen			**Fördermittel**		
	Mio.€					
	2017	**2018**	**2019**	**2017**	**2018**	**2019**
KfW	218,8	167,7	174,7	42,1	32,9	42,2
BAFA[1]	889,5	733,6	871,6	210,6	182,2	209,1
Gesamt	**1108,3**	**901,2**	**1046,3**	**252,7**	**215,1**	**251,3**

[1] enthalten sind Anlagen mit Basis- und Innovationsförderung. Nicht enthalten sind Anlagen im Fördersegment „nachträgliche Optimierung"

Die Angaben für Investitionen beziehen sich für die dargestellten Jahre auf die berichteten Gesamtinvestitionen der BAFA und KfW Statistik. Eine Diskussion korrigierter Investitionskosten für den BAFA Teil, d.h. Investitionen, die ausschließlich die Anlagenkomponenten enthalten, erfolgt in den Fachgutachten. Die folgende Auswertung bezieht sich auf die Anlagen, für die im Jahr 2019 Förderung ausgezahlt wurde. Der BAFA-Teil und der KfW-Teil werden getrennt voneinander analysiert.

Die ausgelösten Investitionen im Bereich der KfW Förderung wurden für das Förderjahr 2019 um Mehrfacheinträge in der Datenbasis korrigiert. Es ist nicht auszuschließen, dass eine ähnlich fehlerhafte

Datenbasis bereits in den Jahren vor 2019 Grundlage der Evaluation war, die Werte mit den Vorjahren sind daher nur bedingt vergleichbar (siehe Kapitel 3.4.2).

4.4.1 Investitionen und Fördermittel - BAFA-Teil

Im Jahr 2019 wurden Anlagen für die Fördersegmente Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen entweder durch Basis- und/oder Zusatzförderung bzw. durch Innovations- und/oder Zusatzförderung gefördert. Die Möglichkeit der Innovationsförderung, die in der geltenden Richtlinie 2015 für alle Förderfälle gleichsam eingeführt wurde, konnte in 2019 weiter Wirkung entfalten.

Nachdem für 2018 Investitionen und aufgewendete Fördermittel etwa auf dem Niveau des Vorjahres zu verzeichnen waren, steigen 2019 die Investitionen vor allem in den Technologiesegmenten Biomasse und Wärmepumpen sowohl in der Basis- als auch Innovationsförderung an. In der Technologiegruppe Solarthermie ist ein leichter Rückgang bei der Innovationsförderung erkennbar.

Die Innovationsförderung ist durch die Wiedereinführung der Förderung im Neubau 2015 nach wie vor ein attraktives Instrument, vor allem im Technologiesegment Wärmepumpen mit weiter steigender Tendenz. Im Segment Biomasse sind 2019 ebenfalls deutlich gestiegene Investitionen für innovationsgeförderte Anlagen festzustellen. Gerade für Biomasseanlagen hat der Markt auf die attraktive Innovationsförderung reagiert, die Anzahl der Anbieter und Produkte hat deutlich zugenommen (vgl. Appendix 1). Vergleichsweise stabile Investitionen sind für solarthermische Anlagen zu verzeichnen.

Tabelle 12: Investitionen BAFA-Teil

	2017[1]		2018[1]		2019[1]	
Energieträger/ Anlagentyp	**Basis + Zusatz**	**Innovation + Zusatz**	**Basis + Zusatz**	**Innovation + Zusatz**	**Basis + Zusatz**	**Innovation + Zusatz**
	in T€					
Biomasse BAFA						
Pelletöfen	6.892	70	5041	84	5752	146
Pelletkessel	133.220	58.302	117.847	54.656	154.485	94.871
Scheitholz	120.174	4.060	65.980	3.501	70.279	6.412
Hackgut	20.721	21.003	15.257	24.642	16.326	43.733
Biomasse, gesamt	**281.007**	**83.434**	**204.125**	**82.883[2]**	**246.841**	**145.162**
Solarthermie BAFA						
Prozesswärme	**0**	**1.892**	**0**	**2.989**	**0**	**2.098**
Flachkollektor	0	888	0	575	0	389
Röhrenkollektor	0	718	0	1.507	0	1.089
Luftkollektor	0	286	0	906	0	620
Kälteerzeugung	**0**	**0**	**6**	**69**	**6**	**0**
Röhrenkollektor	0	0	0	69	0	0
Flachkollektor	0	0	6	0	6	0
nur Warmwasserbereitung	**34.545**	**1.284**	**20.250**	**557**	**24.397**	**1.073**
Flachkollektor	30.217	961	17.425	515	20.266	926
Röhrenkollektor	4.314	324	2.812	42	4.131	148
Speicherkollektor	14	0	12	0	0	0
Warmwasser/Raumheizung	**134.298**	**30.955**	**84.447**	**27.173**	**100.096**	**18.969**
Flachkollektor	96.422	24.931	58.919	19.828	67.294	12.783
Röhrenkollektor	37.536	5.949	25.271	6.912	32.468	6.164
Luftkollektor	340	75	256	433	334	22
Flachkollektor, Summe	**126.640**	**26.779**	**76.350**	**20.918**	**87.560**	**14.098**
Röhrenkollektor, Summe	**41.850**	**6.991**	**28.084**	**8.530**	**36.599**	**7.401**
Luftkollektor, Summe	**340**	**362**	**256**	**1.339**	**334**	**642**
Speicherkollektor, Summe	**14**	**0**	**12**	**0**	**0**	**0**
Solarthermie, gesamt	**168.843**	**34.132**	**104.702**	**30.787**	**124.493**	**22.140**
Wärmepumpen BAFA						
Sole - Wasser	12.018	226.560	10.083	219.478	11.133	211.753
Luft - Wasser	32.945	24.247	28.189	31.046	36.721	54.137
Wasser - Wasser	3.062	17.105	2.211	15.691	2.293	14.110
Sonstige	980	1.637	382	758	241	257
Direktverdampfung	157	3.414	131	3.177	82	2.214
Wärmepumpen, gesamt	**49.163**	**272.963**	**40.996**	**270.150**	**50.470**	**282.471**
BAFA, gesamt	**889.541**		**733.644[2]**		**871.578**	

[1] Die Nettoinvestitionen entsprechen der BAFA Statistik. Korrigierte Investitionskosten einzelner Technologien finden sich in den jeweiligen Fachgutachten

[2] Korrekturwert gemäß Berechnung Evaluation 2018

Tabelle 13: Fördermittel BAFA-Teil

	2017		2018		2019	
Energieträger/ Anlagentyp	**Basis + Zusatz**	**Innovation + Zusatz**	**Basis + Zusatz**	**Innovation + Zusatz**	**Basis + Zusatz**	**Innovation + Zusatz**
	in T€					
Biomasse BAFA						
Pelletöfen	2.645	15	1.947	24	2.268	42
Pelletkessel	36.301	15.638	31.516	15.201	38.448	24.015
Scheitholz	21.635	928	11.498	736	12.018	1.196
Hackgut	3.608	4.557	2.549	5.581	2.662	8.285
Biomasse, gesamt	**64.189**	**21.139**	**47.510**	**21.542**	**55.396**	**33.538**
Solarthermie BAFA						
Prozesswärme	**0**	**1.234**	**0**	**1.743**	**0**	**945**
Flachkollektor	0	671	0	461	0	173
Röhrenkollektor	0	420	0	829	0	489
Luftkollektor	0	142	0	453	0	283
Kälteerzeugung	**0**	**0**	**2**	**19**	**0**	**0**
Röhrenkollektor	0	0	0	19	0	0
Flachkollektor	0	0	2	0	0	0
nur Warmwasserbereitung	**3.035**	**279**	**1.866**	**112**	**2.121**	**182**
Flachkollektor	2.650	178	1.605	97	1.763	153
Röhrenkollektor	384	101	260	15	357	29
Speicherkollektor	2	0	1	0	0	0
Warmwasser/Raumheizung	**33.145**	**6.150**	**21.675**	**6.073**	**25.478**	**5.080**
Flachkollektor	23.133	4.428	14.716	3.687	16.533	3.077
Röhrenkollektor	9.918	1.685	6.884	2.203	8.857	1.989
Luftkollektor	93	37	75	182	89	14
Flachkollektor, Summe	**25.783**	**5.277**	**16.321**	**4.245**	**18.296**	**3.403**
Röhrenkollektor, Summe	**10.303**	**2.206**	**7.143**	**3.067**	**9.214**	**2.507**
Luftkollektor, Summe	**95**	**179**	**76**	**636**	**89**	**296**
Speicherkollektor, Summe	**2**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**
Solarthermie, gesamt	**36.180**	**7.663**	**23.543**	**7.947**	**27.599**	**6.206**
Wärmepumpen BAFA						
Sole - Wasser	3.989	62.558	3.155	64.308	3.405	64.597
Luft - Wasser	4.839	2.594	3.953	3.496	5.268	6.744
Wasser - Wasser	958	4.782	654	4.668	667	4.680
Sonstige	206	358	109	127	66	73
Direktverdampfung	60	1.098	38	1.137	25	824
Wärmepumpen, gesamt	**10.053**	**71.390**	**7.910**	**73.736**	**9.430**	**76.918**
BAFA, gesamt	**210.613**		**182.189**		**209.087**	

Für die Auswertung der Gesamtinvestitionen und Fördermittel in 2019 wurden die vom BAFA zur Verfügung gestellten Datenbanken für Biomasse, Solar und Wärmepumpe getrennt ausgewertet. Die Datenbanken enthalten eine Rubrik „Förderbetrag", der entweder die Basis- und/oder Zusatzförderung oder die Innovations- und/oder Zusatzförderung ausweist. Darüber hinaus gibt es eine Zusatzförderung in Form verschiedener Boni, die ggf. zusätzlich zur Basis- oder Innovationsförderung ausgezahlt wurden.

Seit dem 1. Januar 2016 wird der Zusatzbonus Heizungspaket nach dem APEE gewährt. Der Heizungspaketbonusbetrag wird damit 2019 im vierten Jahr in der BAFA Statistik ausgewiesen. Dieser Förderbetrag stellt eine Zusatzförderung auf die Grundförderung dar und schafft einen Anreiz für den Austausch besonders ineffizienter Heizungsanlagen. Um einen Gesamtüberblick über die im Rahmen des MAP gezahlten Fördermittel zu erhalten, wurde dieser Heizungspaketbonusbetrag zum ausgewiesenen Förderbetrag der BAFA Statistik hinzugerechnet. Die Übersicht in Tabelle 11 zeigt die Gesamtinvestitions- und Förderhöhen für basis- und innovationsgeförderte Anlagen (inkl. ausgezahlter Zusatzförderelemente/Boni).

Für alle Segmente haben sich die Nettoinvestitionen im Vergleich zum Vorjahr erhöht, für Biomasseanlagen um 37 %, für Solarthermieanlagen um 8 % und für Wärmepumpen um 7 %.

Im Vergleich zu 2018 ist für Biomasseanlagen ein Anstieg der Fördermittel (für Basis und Innovationsförderung) um ca. 29 % zu verzeichnen, der Anstieg fällt damit etwas geringer aus als bei den Nettoinvestitionen. Für Solarthermieanlagen steigern sich die Fördermittel im Vergleich zum Vorjahr um etwa 7 %, der Anstieg fällt damit ebenfalls etwas geringer aus als bei den Nettoinvestitionen. Wärmepumpen weisen neben dem Anstieg der Investitionen auch einen Anstieg der Förderung von etwa 6 % auf.

Im Vergleich zum Vorjahr zeigt sich in 2019 eine Steigerung der Gesamtinvestitionen und Fördermittel für BAFA geförderte Anlagen von ca. 15 %. Die Entwicklung der Investitionskosten und Fördermitteln wird in Kapitel 5.3.1 im Zusammenhang mit dem Hebeleffekt des MAP erläutert.

Nachträgliche Optimierung

Im Fördersegment „nachträgliche Optimierung“ wurden insgesamt Investitionen in Höhe von 187.786 € getätigt. Ca. 91 % davon, insgesamt 171.633 €, wurden gefördert. Der Anteil der Förderung an den Investitionskosten verbleibt auf gleichem Niveau (Vergleich 2018: 91 %). Im Vergleich zu 2018 haben sich die Investitionen und bewilligten Zuschüsse um etwa 3 % reduziert. Nähere Information dazu finden sich in Kapitel 3.4.1 und in Appendix 4.

4.4.2 Investitionen und Fördermittel KfW-Teil

Tabelle 14 stellt die Gesamtinvestitionen den Darlehensvolumina sowie den entsprechenden Tilgungszuschüssen der in 2019 wertgestellten Anlagen gegenüber. Die Darlehenssumme ist in der Regel geringer als die Gesamtinvestition, da von den Förderempfängern auch ein Eigenkapitalanteil erwartet wird.

Mit den Darlehen wurden durchschnittlich 62,5 % der angegebenen Investitionen finanziert, im Vergleich zum Vorjahr ist dieser Wert um 11,5 % gestiegen. Rund 62% der gesamten Investitionen und 73 % der angegebenen Zuschüsse beziehen sich auf Wärmenetze. Zählt man die großen Biomasseanlagen hinzu, welche in vielen Fällen mit einem Wärmenetz verbunden sind, so ergibt sich ein Anteil von 84 % an den Zuschüssen.

Gegenüber dem Jahr 2018 hat sich im Jahr 2019 insgesamt ein Anstieg der Investition um 39% ergeben. In der Entwicklung der Zuschussförderung beträgt der Anstieg von 2019 im Vergleich zu 2018 27,9 % (Tabelle 11).

Tabelle 14: Übersicht über Anzahl, Investitionen, Kreditvolumina und Tilgungszuschüsse im KfW-Teil der im Jahr 2019 wertgestellten Anlagen (in T€)

	Wertstellung 2019 (Anzahl)	**Summe Investition**	**Kreditvolumen**	**Zuschuss**
Wärmenetz	1.066	107.433	60.023	30.804
Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung	364	46.316	31.331	4.601
KWK-Biomasse-Anlage	0	0	0	0
Wärmespeicher	115	9.288	7.587	2.379
Große Wärmespeicher	1	28	8	5
Solarkollektoranlage	32	7.121	6.016	3.368
Tiefengeothermie	0	0	0	0
Aufbereitung und Einspeisung von Biogas	0	0	0	0
Biogasleitung für unaufbereitetes Biogas	13	2.778	2.583	872
Große Wärmepumpe	4	1.482	1.463	84
Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse	2	207	149	37
Summe	**1.597**	**174.653**	**109.160**	**42.150**

4.5 Vermiedene CO_2e-Emissionen

Zur Bestimmung der durch die im Rahmen des MAP installierten und geförderten Anlagen vermiedenen CO_2e-Emissionen wurde seit dem Förderjahrgang 2015 einheitlich der Ansatz des Umweltbundesamtes (UBA) angewendet. Mit der „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger" (UBA 2019) stellt das UBA Schadstoffvermeidungsfaktoren für verschiedene erneuerbare Energiesysteme bereit. Diese Faktoren beinhalten die durch die erneuerbaren Energien verursachten Emissionen. In der Gesamtbetrachtung ist damit durch Multiplikation der Netto-Vermeidungsfaktoren für CO_2e mit den entsprechenden erneuerbaren Energiemengen aus Kapitel 2.3 eine Abschätzung der vermiedenen CO_2e-Emissionen möglich.

Die verfügbaren Vermeidungsfaktoren haben ein hohes Aggregationsniveau und bauen auf zahlreichen Annahmen auf. Nicht für jede Betrachtung im Rahmen der MAP Evaluation sind diese Faktoren uneingeschränkt geeignet. Die im Rahmen des MAP geförderten Anlagen des BAFA-Teils und KfW-Teils verdrängen vordergründig Anlagen zur dezentralen Wärmeerzeugung und verschieben nicht grundsätzlich den vom UBA ausgewiesenen Brennstoff-Mix. Die Ergebnisse sind in diesem Kontext zu interpretieren. Folgende Emissionsfaktoren wurden für eine Quantifizierung zugrunde gelegt (UBA 2019):

Tabelle 15: Auswahl Netto-Vermeidungsfaktoren CO_2e für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (UBA 2019)

Netto Vermeidungsfaktor CO_2e	**g/kWh**
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (Haushalte)	149,58
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (Haushalte)	266,47
Pellet-Zentralfeuerungen	307,77
Wärmenetze zur Erschließung von Biogas BHKWs	175,13
Tiefe Geothermie (H)K(W)s	283,09
Oberflächennahe Geothermie / Wärmepumpen	112,00
Solarthermie-Mix	247,71

Tabelle 16: Vermiedene CO_2e-Emissionen der MAP-geförderten Anlagen 2019

Energieträger	**vermiedene CO_2e-Emissionen (t/a)**
BAFA-Teil	
Biomasse	167.559
Solarthermie	13.551
Wärmepumpe	25.152
Gesamt BAFA-Teil	**206.262**
KfW-Teil	
Biomasse	55.844
Solarthermie	1.239
Tiefe Geothermie	0
Wärmenetze zur Erschließung von Biogas BHKWs	14.746
Wärmepumpen	324
Gesamt KfW-Teil	**72.154**

Für die durch den BAFA-Teil des MAP geförderten Biomasseanlagen (feste Biomasse) wurden die UBA Vermeidungsfaktoren für Haushalte angewendet. Für die durch den KfW-Teil des MAP geförderten Biomasseanlagen wurde für die verschiedenen Biomassefraktionen der Vermeidungsfaktor für Pellet-Zentralfeuerungen zu Grunde gelegt. Zur Berechnung der CO_2e-Emissionen, die sich durch die Förderung von Wärmenetzen zur Erschließung existierender Biogas BHKWs ergeben, wurde der Vermeidungsfaktor für Biogas und Biomethan verwendet. Für solarthermische Anlagen und Wärmepumpen wurden die vom

UBA veröffentlichten Vermeidungsfaktoren angesetzt, die den Mix des Anlagenbestandes zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des UBA-Berichts abbilden.

Der vorliegende Bericht weist die vermiedenen netto CO_2e-Emissionen aus, die sich aus der Implementierung des MAP im Jahr 2019 ergeben. Tabelle 16 gibt eine Übersicht über die jährlich vermiedenen CO_2e-Emissionen des BAFA- und KfW-Teils. Insgesamt werden im Jahr 2019 278.416 tCO_2e-Emissionen vermieden. Die Anlagen ohne Angabe des Brennstoffs werden dabei nicht berücksichtigt.

Nachfolgend ist die Verteilung der vermiedenen CO_2e-Emissionen auf die verschiedenen Technologiegruppen für BAFA- und KfW-Teil getrennt veranschaulicht. Prozentuale Vergleiche zu 2018 werden trotz Umstellung auf aktuelle Emissionsfaktoren fortgeführt und müssen vor diesem Hintergrund betrachtet werden.

Entfallen im BAFA-Teil ca. 81 % der vermiedenen CO_2e-Emissionen auf Biomasseanlagen (Vergleich 2018: 86 %), so sind es im KfW-Teil etwa 77 % (Vergleich 2018: 59 %). Etwa 20 % entfallen im KfW-Teil auf Wärmenetze zur Erschließung von Biogas BHKWs, hier ist ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen (Vergleich 2018: 31 %). Tiefengeothermische Anlagen innerhalb der KfW Förderung haben im Vergleich zum Vorjahr keinen Anteil auf Grund keiner vorliegenden Fördertatbestände (Vergleich 2018: 9 %). Wärmepumpen und solarthermische Anlagen innerhalb der KfW Förderung weisen erneut keine nennenswerten Anteile aus.

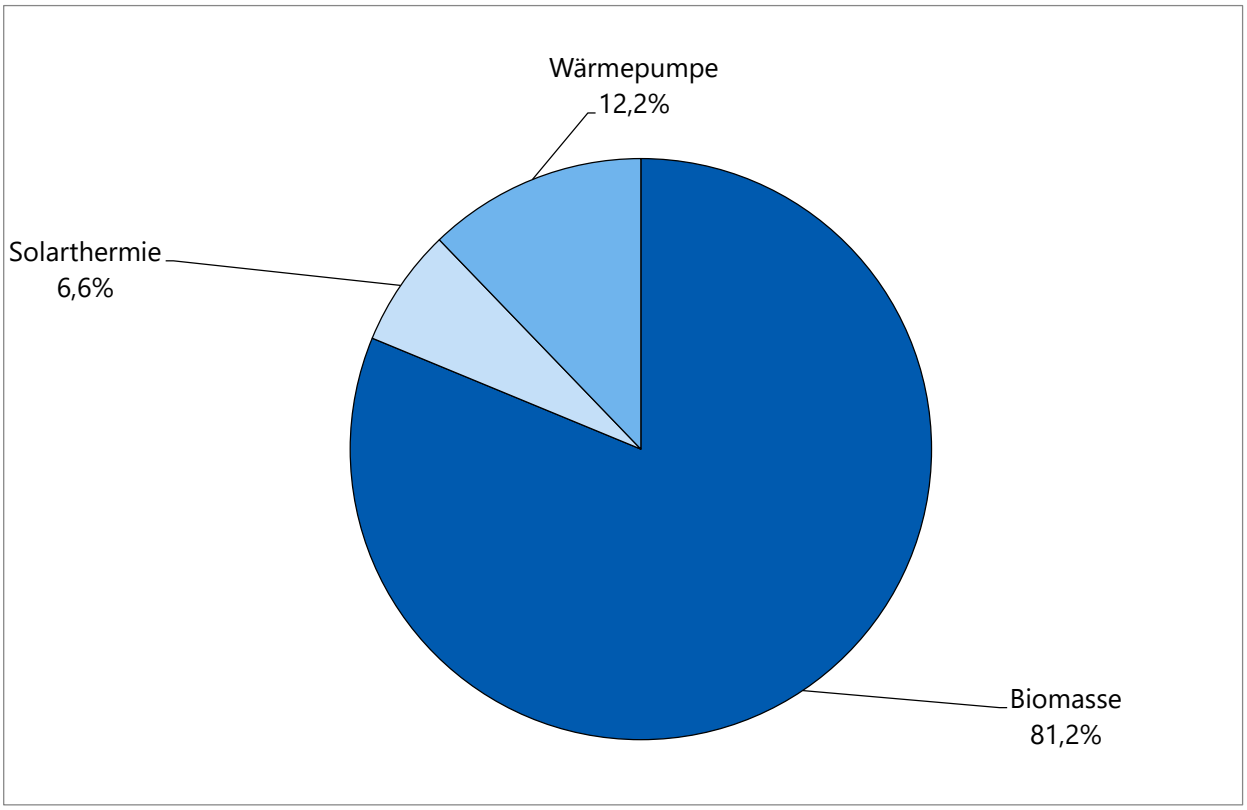


Abbildung 10: Vermiedene CO_2e-Emissionen nach Technologiegruppen (BAFA Teil)

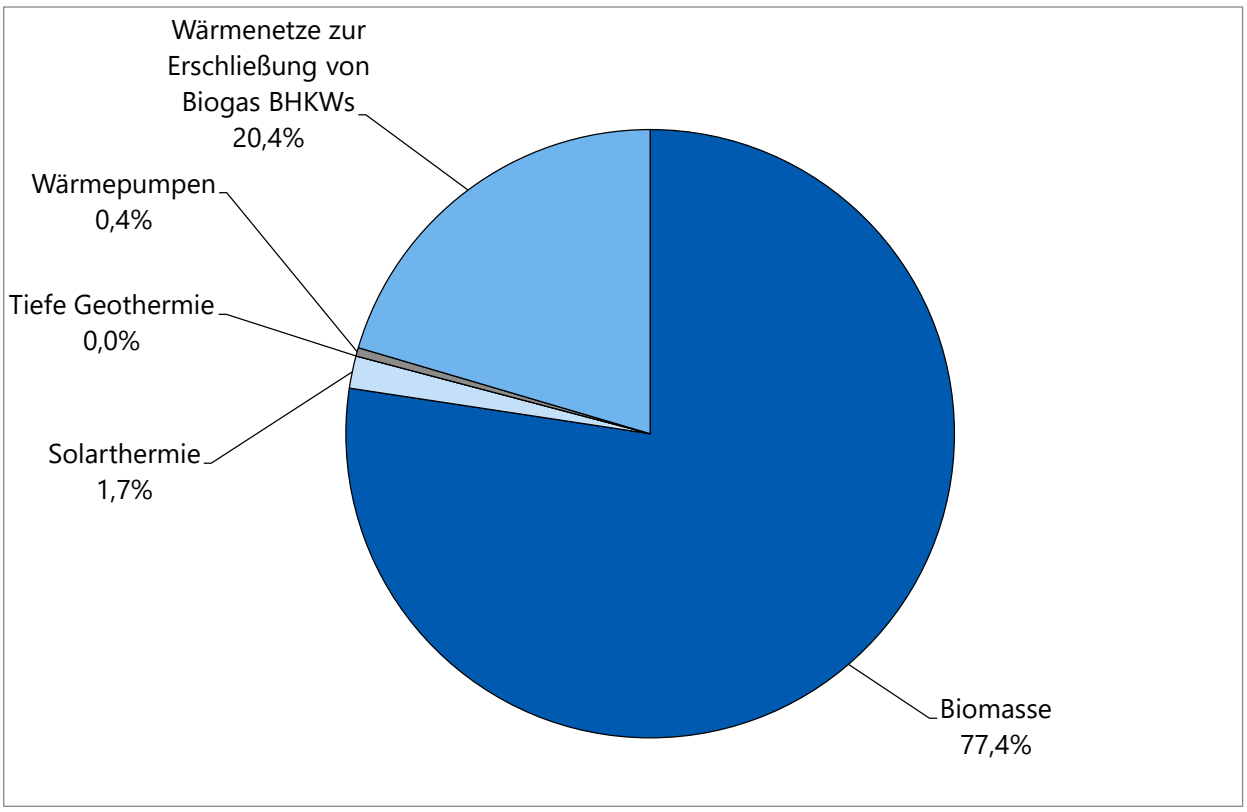


Abbildung 11: Vermiedene CO_2e-Emissionen nach Technologiegruppen (KfW Teil)

4.6 Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte 2019

Die Bestimmung der mit den geförderten Effizienzmaßnahmen verbundenen Effekte auf Bruttowertschöpfung und Beschäftigung erfolgt anhand eines Input-Output-Modells. Dabei werden anhand der Investitionssummen in einem ersten Schritt die in Deutschland anfallenden, direkten und indirekten Bruttowertschöpfungseffekte für die einzelnen Wirtschaftsbereiche berechnet. Darauf aufbauend werden anhand der wirtschaftszweigspezifischen Arbeitsproduktivität die korrespondierenden Beschäftigungseffekte abgeleitet. Dieses Vorgehen ist im Zusammenhang mit der Evaluation anderer Förderprogramme erprobt und bewährt (siehe Appendix 6).

Nachstehende Tabelle zeigt die resultierenden Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte des Förderjahrgangs 2019, differenziert nach den verschiedenen Energieträgern bzw. Anlagetypen des BAFA- und KfW-Teils. Insgesamt führt die Förderung zu einer Bruttowertschöpfung von rund 0,6 Milliarden Euro sowie rund 9.200 damit korrespondierenden Arbeitsplätze.

Auf den BAFA-Teil entfallen rund 0,5 Milliarden Euro an Bruttowertschöpfung und ca. 7.500 damit korrespondierenden Arbeitsplätze. Mit Blick auf die zugehörigen Anlagetypen entfällt der größte Beitrag mit etwa 232 Mio. Euro an Bruttowertschöpfung und knapp 3.400 korrespondierenden Arbeitsplätzen dabei auf die *Biomasse*.

Aufgrund der deutlich geringeren Investitionsvolumina des KfW-Teils fallen erwartungsgemäß auch die resultierenden Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Förderprogramme deutlich geringer aus. Hier treten rund 0,13 Milliarden Euro Bruttowertschöpfung bzw. 1.700 damit korrespondierenden Arbeitsplätze auf. Den Schwerpunkt bildet hierbei der Anlagentyp *Wärmenetze* mit

rund 0,08 Milliarden Euro an Bruttowertschöpfung sowie knapp 1.100 korrespondierenden Arbeitsplätzen. Die Investitionen des Anlagetyps *Biomasse* führen ebenfalls zu nennenswerten Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten. Die resultierenden Effekte der übrigen Anlagetypen des KfW-Teils sind im Vergleich dazu hingegen verschwindend gering.

Tabelle 17: Bruttowertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, nach Energieträger/Anlagentyp

Energieträger	Bruttowertschöpfungseffekte (in Mio. EUR)	Beschäftigungseffekte (in Tsd.)
BAFA-Teil		
Biomasse	232	3,4
Wärmepumpe	87	1,3
Solarthermie	197	2,8
Gesamt BAFA-Teil	**515**	**7,5**
KfW-Teil		
Biomasse	36	0,5
Solarthermie	5	0,1
Tiefe Geothermie	0	0,0
Wärmenetze zur Erschließung Biogas BHKWs	79	1,1
Wärmepumpe	8	0,1
Gesamt KfW-Teil	**129**	**1,7**
Gesamt	**644**	**9,2**

5 Erfolgskontrolle

Im Rahmen der Erfolgskontrolle sollen die Wirkungen und die Effektivität des Förderprogramms im Hinblick auf die umwelt- und energiepolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung bewertet und aus den Ergebnissen Handlungsoptionen abgeleitet werden. Es soll bewertet werden, ob die Ziele der Förderung richtig gewählt wurden, ob die Ziele mit den eingesetzten Instrumenten erreicht wurden, wie effektiv der Einsatz der Instrumente war und welche Konsequenzen und Wechselwirkungen mit anderen (Förder-) Instrumenten sich daraus ergeben. Detailliert wird das methodische Vorgehen für die begleitende Erfolgskontrolle als zentraler Bestandteil der Evaluation im begleitenden Dokument zum Evaluationsdesign beschrieben (BMWi 2017a).

Die Erfolgskontrolle gliedert sich in die drei Bereiche Zielerreichungs-, Wirtschaftlichkeits- und Wirkungskontrolle. Die Ergebnisse der Erfolgskontrolle werden im Folgenden erläutert. Für einzelne Indikatoren wird keine jährliche Aktualisierung durchgeführt und in diesen Fällen auf den Bericht der Evaluation des Förderjahres 2014 (Stuible et. al 2016) verwiesen.

5.1 Zielerreichungskontrolle

Die Zielerreichungskontrolle fragt, ob die Ziele der Maßnahme erreicht werden. Ein wesentlicher Bestandteil ist der Soll-Ist-Vergleich und damit die Bestimmung des Zielerreichungsgrads zum Zeitpunkt der Erfolgskontrolle. Sie bildet gleichzeitig den Ausgangspunkt von Überlegungen zur Zielanpassung und Maßnahmenoptimierung.

5.1.1 Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung

Nach § 1 Abs. 2 des EEWärmeG soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis zum Jahr 2020 auf 14 % steigen. Wie dieses Ziel auf die einzelnen Energieträger-Sparten verteilt wird, ist eine Allokationsfrage – bei Übererfüllung einer Sparte ist bis zu einem gewissen Grad auch eine Untererfüllung einer anderen Sparte denkbar.

Den Ausgangspunkt für die Bestimmung der Zielwerte des Zubaus der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung im Rahmen des MAP stellte in der Vorgängerevaluation die Leitstudie von Nitsch et al (2012) im Auftrag des BMU dar. Da diese Studie (und Teile ihrer Grundannahmen) in der Zwischenzeit veraltet ist, musste eine aktuelle und tragfähige Alternative gewählt werden. In einem ersten Schritt wurde zur Ableitung von Zielwerten die Studie „Energieeffizienzstrategie Gebäude" herangezogen (BMWi 2015, Prognos et al. 2015).

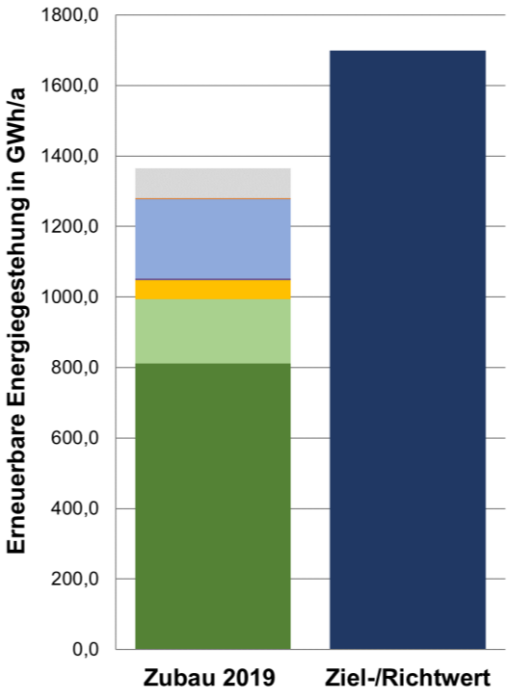
Die Studie dient als Basis für Zielwerte von Technologien im BAFA-Teil, sie deckt allerdings nicht alle der für die MAP Evaluation relevanten Technologiesegmente ab, so dass für diese Bereiche ein anderes Verfahren gewählt wurde. Für Technologien im KfW-Teil wurden zur Einordnung des Ausbaus erneuerbarer Energien im MAP Richtwerte definiert bzw. Expertenschätzungen auf Basis einer Trendfortschreibung vorgenommen. Das methodische Vorgehen zur Zielwertdefinition für im MAP geförderte Anlagen wird im begleitenden Dokument zum Evaluationsdesign beschrieben (BMWi 2017a).

Tabelle 18 zeigt den tatsächlich realisierten Zubau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung im BAFA- und KfW-Teil für das Förderjahr 2019 sowie den aggregierten Ziel- bzw. Richtwert. Das Ziel für den Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung wird mit dem erreichten MAP-Zubau in Höhe

von rund 1.365 GWh zu etwa 80 % erreicht. Damit liegt der Zubau deutlich höher als im Förderjahr 2018 (1.190 GWh, Zielerreichung 70 %).

Tabelle 18: Vergleich tatsächlich realisierter Zubau im Jahr 2019 und Ziel-/ Richtwert MAP für den Zeitraum 2015-2020

Erneuerbare Energiegestehung in GWh/a			**Zubau 2019**
	Biomasse	BAFA-Teil	811,9
		KfW-Teil	181,6
	Solarthermie	BAFA-Teil	54,7
		KfW-Teil	5,0
	Wärmepumpen	BAFA-Teil	224,6
		KfW-Teil	2,9
	Tiefengeothermie		0,0
	Wärmenetze zur Erschließung von Biogas BHKWs		84,2
	Gesamt		**1.365**
	Ziel-/Richtwert		**1.700**



5.1.2 Technologischer Standard und Innovation

Ein implizites Ziel des MAP war schon in der Vergangenheit, die Qualität und Leistungsfähigkeit der Anlagen zu steigern. Deshalb wurden beispielsweise Vorgaben für den spezifischen Ertrag von solarthermischen Anlagen oder die maximale Emission von Holzkesseln vorgegeben. Auch wurde teilweise eine Zertifizierung gefordert. Diese Anforderungen sind wichtig, um die gute öffentliche Akzeptanz der erneuerbaren Energien auch bei einer verstärkten Umsetzung dieser Technologien zu erhalten. Weiterhin ist sicherzustellen, dass nur qualitativ hochwertige Produkte gefördert werden.

Die Förderrichtlinien setzen im Idealfall den Stand der Technik als Grundlage der Förderung: Anlagen, die den Standards nicht (mehr) entsprechen, werden auch nicht bzw. nur in geringerem Umfang gefördert. Damit ist durch die Anpassung der Standards und Kennwerte in den Förderrichtlinien für die Technologieanbieter ein Anreiz gesetzt, eben diese Standards zu erfüllen. Denn damit erhalten sie für ihre Produkte eine Absatzunterstützung beim Endkunden. Ist das entsprechende Produkt nicht über das MAP förderbar, entsteht ein Wettbewerbsnachteil gegenüber den Produkten anderer Hersteller. Damit fördert das MAP über die Anpassung der Richtlinien den Einsatz von Anlagen, die aktuellen Standards entsprechen. Indirekt werden auf diese Weise auch Innovationen unterstützt. Dazu müssen die Anforderungen aus der Richtlinie aber immer dem Stand der Technik entsprechen und im Sinn einer Front-Runner-Strategie regelmäßig geprüft und angepasst werden.

Mit der Novellierung der Förderrichtlinie zum 1. April 2015 sowie durch das neu eingeführte Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) wurden neue Standards als Voraussetzung für eine Förderung definiert und so Anreize für innovative Entwicklungen gesetzt.

Die Innovationsförderung ist nach wie vor ein attraktives Instrument, vor allem im Technologiesegment Wärmepumpen mit weiter steigender Tendenz. Im Segment Biomasse sind 2019 ebenfalls deutlich gestiegene Investitionen für innovationsgeförderte Anlagen festzustellen. Gerade für Biomasseanlagen hat der Markt auf die attraktive Innovationsförderung reagiert, die Anzahl der Anbieter und Produkte hat deutlich zugenommen (vgl. Appendix 1). Vergleichsweise stabile Investitionen sind für solarthermische Anlagen zu verzeichnen.

Dadurch gilt das Ziel des MAP, die Qualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen im Berichtszeitraum zu steigern, als qualitativ erreicht.

5.1.3 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit wird mit Hilfe der zwei Indikatoren „Senkung der spezifischen Wärmegestehungskosten" (Kapitel 5.1.3.1) und „Marktstruktur und Wettbewerb" (Kapitel 5.1.3.2) bestimmt.

5.1.3.1 Senkung der spezifischen Wärmegestehungskosten

Damit sich erneuerbare Energien langfristig und nachhaltig auf dem Wärme- und Kältemarkt etablieren können, müssen sie kostenseitig mit fossilen Energieträgern konkurrieren können. Aufgrund des Kostenabstands vieler erneuerbarer zu den fossilen Technologien, müssen die spezifischen Investitionskosten und in Folge dessen auch die Energiegestehungskosten gesenkt werden, um - bei gleichzeitig geringeren Umweltauswirkungen - wettbewerbsfähig zu werden. Kostensenkungen werden insbesondere durch technischen Fortschritt und durch Skaleneffekte aus wachsenden Märkten erwartet.

Im Rahmen dieser Erhebung werden sechs Systeme aus dem Bereich BAFA-Förderung betrachtet: Pellet- und Scheitholzkessel, Sole-/Wasser- und Luft-/Wasser-Wärmepumpe sowie Solarflachkollektoren und Solarvakuumröhrenkollektoren. Die Versorgungstechnologie Solarkollektoren wird in zwei Varianten unterteilt, zum einen als Lösung für ausschließliche Warmwasserbereitung und zum anderen für die kombinierte Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Für diese Systeme wird im Anwendungsfall „Einfamilienhaus mit niedrigem Energiebedarf" ermittelt, wie sich die typischen Energiegestehungskosten entwickelt haben. Die Berechnung bzw. der Vergleich der Energiegestehungskosten erfolgt unter der Annahme konstanter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, also z.B. unter Berücksichtigung konstanter Energiepreise (Erdgas, Biomasse, Strom für Wärmepumpen). Zudem müssen die Energiegestehungskosten real, also unter Beachtung einer Inflationsbereinigung, berechnet werden. Nur so kann eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Förderjahren gewährt und die Entwicklung der Investitionskosten herausgearbeitet werden. Davon unabhängig sind ggf. zu beobachtende Leistungssteigerungen von Anlagen. Sollten z.B. Solaranlagen im Durchschnitt einen höheren Ertrag pro Quadratmeter aufweisen, so ist dies in der Berechnung der Wärmegestehungskosten durch eine Veränderung des jährlichen Ertrags bei den neueren Anlagen zu berücksichtigen, d.h. die Inputparameter der Wirtschaftlichkeitsrechnung müssen dann variiert werden.

Eine Übersicht der aktuellen Wärmegestehungskosten (ohne Förderung, inkl. MwSt.) für die betrachtete Versorgungsaufgabe sowie ein Vergleich mit den Ergebnissen aus den beiden Vorjahren zeigt Abbildung 12.

Die Ergebnisse basieren auf eigenen Berechnungen, diese sind angelehnt an den BDEW-Heizkostenvergleich (BDEW 2017). Die Datenbasis für die Berechnung der spezifischen kapitalgebundenen Kosten wurde mit Hilfe der BAFA-Rechnungsauswertungen angereichert (vgl. Appendices 1, 3 und 4). Die dargestellten Ergebnisse sind nur eingeschränkt geeignet, um belastbare Aussagen über die Entwicklung der Investitionskosten für erneuerbare Energieanlagen im Allgemeinen treffen zu können. Hierfür ist der auswertbare Teil der Stichprobe zu klein. Die Stichprobe kann daher nur Hinweise für mögliche Entwicklungen in den Technologiesegmenten liefern.

Im Vergleich der drei betrachteten Jahre sind überwiegend gestiegene inflationsbereinigte, kapitalgebundene Kosten festzustellen. Dies trifft insbesondere für Pelletkessel und Luft-/Wasser-Wärmepumpen zu. Lediglich bei Scheitholzkesseln und Solarvakuumröhrenkollektoren ist mit gesunkenen kapitalgebundenen Kosten ein gegenläufiger Trend festzustellen.

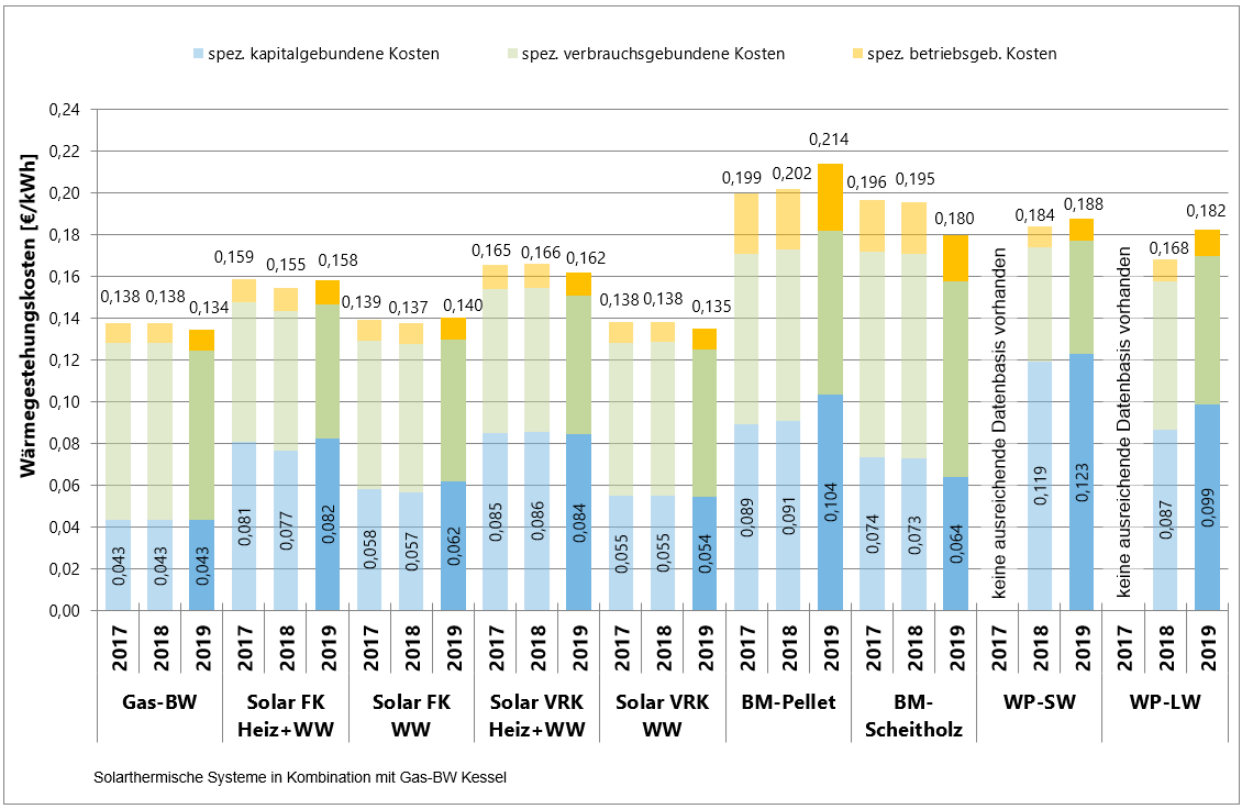


Abbildung 12: Vergleich der Wärmegestehungskosten von erneuerbaren Energien für ein Einfamilienhaus für die Jahre 2017, 2018 und 2019 (ohne Förderung, unter der Annahme konstanter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen, z.B. unter Berücksichtigung konstanter Energiepreise

Für den im Rahmen der Evaluation betrachteten Ausschnitt (Technologien der BAFA-Förderung) sind für die überwiegende Mehrheit der Technologien (vier der sechs betrachteten Technologien) Hinweise auf einen Anstieg der Differenzkosten zu fossilen Energieträgern im Sinne des Indikators festzustellen. Dieser Anstieg entspricht nicht der Zielsetzung des MAP. Mit der Evaluation des Förderjahres 2020 ist zu prüfen, ob die Förderung wieder den gewünschten Effekt einer Senkung der Differenzkosten zu fossilen Energieträgern erzielen kann. Nach Einschätzung der Evaluatoren lässt sich aus dem Befund zur Entwicklung der Wärmegestehungskosten für diesen Indikator ein Zielerreichungsgrad von 33% ableiten (Senkung der Differenzkosten für 2 von 6 betrachteten Technologien).

5.1.3.2 Marktstruktur und Wettbewerb

Für diesen Indikator erfolgt eine quantitative Bewertung der Marktstruktur bzw. der Wettbewerbsintensität in den unterschiedlichen Technologiesektoren auf Grundlage des Herfindahl-Hirschmann-Indexes (HHI). Der HHI ist ein allgemein akzeptierter Marktkonzentrationsindex. Er wird durch Summierung der quadrierten Marktanteile von Unternehmen innerhalb eines Marktsegmentes berechnet.

$$\mathrm{HHI} = \sum_{i=1}^{N} a_i^2 * 10.000$$

a_i: Marktanteile von Unternehmen auf einem bestimmten Markt

Bei einem Wert von 10.000 gibt es nur einen Monopolanbieter. Entsprechend der Herleitung in BMWi 2017a gehen die Evaluatoren davon aus, dass bei einem HHI von unter 750 eine voll wettbewerbsfähige Marktstruktur vorliegt, während bei einem HHI über 1.800 der Markt von einer zu hohen Konzentration der Anbieter geprägt ist (vgl. COM 2009). Demnach ergibt sich folgender Zielerreichungsgrad z des Indikators „Marktstruktur und Wettbewerb" für jedes Technologiesegment j:

Zielerreichung Indikator Marktstruktur und Wettbewerb
Falls HHI ≤ 750: Zielerreichungsgrad zj = 100 %,
Falls 750 < HHI ≤ 1.800: Zielerreichungsgrad zj = $\mathbf{1} - \frac{\boldsymbol{HHI-750}}{\mathbf{1800-750}}$
(lineares Maß)
Falls HHI > 1.800: Zielerreichungsgrad zj = 0 %

Die Ausprägung des Indikators liegt damit für den Zielerreichungsgrad zj im Wertebereich [0…100 %] – je höher der Wert zj und je niedriger der HHI, desto ausgeprägter der Wettbewerb im Markt.

Tabelle 19: Herfindahl-Hirschmann-Index sowie Zielerreichungsgrad für Biomasse-technologien und Wärmepumpen

Technologie	**2018**		**2019**	
	HHI-Index	**Zielerreichungsgrad [%]**	**HHI-Index**	**Zielerreichungsgrad [%]**
Biomasse, Basis	902	86	897	86
Biomasse, Innovation	1064	70	-	-
Wärmepumpe, Basis	607	100	592	100
Wärmepumpe, Innovation	747	100	719	100

Der HHI und der daraus resultierende Zielerreichungsgrad der Technologien Wärmepumpen und Biomassekessel bis 100 KW wurde für das Jahr 2019 auf der nach Herstellern aufgelösten Datenbasis des BAFA berechnet. Diese Berechnung stellt eine Annäherung an die Erfassung der tatsächlichen

Marktstruktur da. Es erfolgt eine Betrachtung für basis- und innovationsgeförderte Anlagen im Segment Wärmepumpen sowie der basisgeförderten Anlagen für die Biomasse. Innovationsgeförderte Anlagen der Biomasse konnten nicht näher bewertet werden, da hier keine Herstellerdaten vorliegen. Solarthermische Anlagen bis 100 kW können weiterhin wegen fehlender Herstellerangaben nicht in die Betrachtung integriert werden.

Im Bereich Kleine Biomasse wurden 2019 15.284 Anlagen durch das MAP gefördert (Basisförderung). Insgesamt lieferten 140 verschiedene Hersteller die technischen Hauptkomponenten (Kessel). Die drei größten Anbieter kommen auf 2.987, 2.697 bzw. 1.120 Anlagen. Der HHI berechnet sich zu 897 Punkten. Dies ist im Vergleich zu 2018 eine Abnahme (vgl. Tabelle 19) und damit Ausdruck für eine leichte Abnahme der Marktkonzentration

Im Technologiesegment Wärmepumpen überwiegen wie in 2018 mit 17.026 Anlagen die innovations- gegenüber den basisgeförderten Anlagen (3.483). Basisgeförderte Anlagen zeigen mit 592 Punkten einen HHI deutlich unter des Schwellenwertes von 750 Punkten. Der Markt ist damit nicht konzentriert. Insgesamt liefern 92 Anbieter die technischen Hauptkomponenten (Wärmepumpe). Die drei größten Anbieter liefern 486, 424 bzw. 245 Anlagen. Bei den innovationgeförderten Anlagen ist ein HHI mit 719 Punkten festzustellen. Auch hier liegt damit ein nichtkonzentrierter Markt vor.

Aus den dargestellten Berechnungen für die beiden Technologien lässt sich für diesen Indikator ein Zielerreichungsgrad von insgesamt rd. 94 % ableiten (gewichtet nach Anzahl der Anträge).

5.1.4 Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur

Das Ziel der Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur umfasst mehrere Aspekte. Dabei handelt es sich zum Beispiel um:

- die Einsparung von Primärenergie,
- die Reduktion von Treibhausgasen und anderen Luftschadstoffen bzw.
- die Verminderung der Abhängigkeit von importierten Energieträgern und damit die Erhöhung der langfristigen Versorgungssicherheit.

Die Einsparung von Primärenergie bzw. CO_2 sind übergeordnete Ziele für das Marktanreizprogramm, die aus dem Nationalen Energieeffizienzaktionsplan (NAPE) sowie dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) abgeleitet werden. Als Indikatoren haben sie eine mehrfache Bedeutung: Sie geben zum einen Auskunft über die Ergebnisse der Förderung mit MAP und APEE und deren Beitrag zur Erreichung der EED-Ziele. Zum anderen sind sie explizit auch Bestandteil der von der Evaluation geforderten Mitwirkung an der Berichterstattung für die Evaluierung und das Monitoring des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE). Der Indikator wurde in dieser Form neu aufgesetzt und wurde erstmalig für die Evaluation des Förderjahres 2016 erhoben.

Die Berechnung des Indikators orientiert sich an der Vorgehensweise der bottom-up Methodik der Energy-Efficiency-Directive (EED, s. Appendix 6) Da sich die EED insbesondere im Artikel 7 auf Endenergie bezieht, sind zusätzliche methodische Annahmen zur Abschätzung von Primärenergieeinsparungen und CO_2-Einsparungen erforderlich.

Zur Ermittlung der Primärenergieeinsparungen im Sinne der Energiebilanz werden Brennstoffe mit einem Primärenergiefaktor von 1,1 und Strom mit einem Faktor von 2,4 bewertet. Für die Einsparung nicht

erneuerbarer Primärenergie werden Primärenergiefaktoren gemäß aktuellem Energiesparrecht verwendet: Strom wird mit 1,8, nicht erneuerbare Energieträger mit 1,1 und Biomasse mit 0,2 bewertet. Umweltwärme (Solarthermie und Tiefengeothermie) werden mit einem nicht erneuerbaren Primärenergiefaktor von 0 bewertet.

Unter der Annahme, dass die Wirtschaftlichkeitskontrolle zu einer positiven Bewertung des MAP kommt (vgl. Kapitel 5.3), gilt das Bewertungskriterium „Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur" als erfüllt. Die genannten Aspekte

- Einsparung von Primär- und Endenergie,
- Reduktion von direkten und indirekten Treibhausgasen bzw.
- Verminderung der Abhängigkeit von importierten Energieträgern und damit die Erhöhung der langfristigen Versorgungssicherheit.

konnten sowohl im BAFA- als auch KfW-Teil erreicht werden (vgl. Tabelle 20).

Tabelle 20: Übersicht Einsparungen 2019

Energieträger	Einsparung 2019		
	Endenergie [GWh]	Primärenergie [GWh]	THG-Emissionen [t]
BAFA-Teil			
Biomasse	21,9	24,1	167.559
Wärmepumpe[1]	248,4 (-68,5 Strom, 316,9 BS)	184,2 (-164,4 Strom, 348,6 BS)	25.152
Solarthermie	59,2	65,2	13.551
Gesamt BAFA-Teil	**329,6**	**273,5**	**206.262**
KfW-Teil			
Biomasse	4,9	5,4	55.844
Solarthermie	5,4	5,9	1.239
Tiefe Geothermie	0,0	0,0	0
Wärmenetze zur Erschließung von Biogas BHKWs[2]	-7,5	-8,2	14.746[3]
Wärmepumpe	3,6 (-6,2 Strom, 9,8 BS)	4,0 (-14,9 Strom, 10,8 BS)	324
Gesamt KfW-Teil	**6,5**	**7,1**	**72.154**

[1] bei Wärmepumpen wird ein Energieträgerwechsel hin zu Strom angenommen, daher negative Werte für Strom; BS=Brennstoffe
[2] bei Wärmenetzen (ohne Wärmeerzeuger) wird ein pauschaler Verteilverlust (AGFW) angenommen, daher negative Werte
[3] positiver Wert aufgrund des Energieträgerwechsels hin zu erneuerbaren Energien, s. Tabelle 16

5.2 Wirkungskontrolle

Die Wirkungskontrolle soll ermitteln, ob das MAP für die Zielerreichung geeignet und ursächlich war. Hierbei sind alle beabsichtigten und unbeabsichtigten Auswirkungen des MAP zu ermitteln.

Prinzipiell stellt sich das Problem, wie die Wirksamkeit einer Fördermaßnahme nachgewiesen werden kann. Es existiert letztendlich keine absolute Sicherheit, ob die Förderung wirklich ursächlich für die

Umsetzung der Maßnahme war. Denn der konkrete Förderfall muss immer mit einem hypothetischen Fall ohne Förderung („Was hätten Sie gemacht, hätten Sie keine Förderung erhalten?") verglichen werden. Ein objektiver Vergleich setzt voraus, dass sich Befragte objektiv zum hypothetischen Fall äußern können.

Die Aussagefähigkeit der Evaluation zur Wirksamkeit des MAP ist daher methodisch bedingt nur beschränkt. Die Wirksamkeit des MAP wird mit Hilfe der Indikatoren „Förderanteil" (Kapitel 5.2.1) und „Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung" (Kapitel 5.2.2) bewertet.

5.2.1 Förderanteil

Das MAP löst Investitionen aus, die ohne Förderung nicht durchgeführt worden wären, d.h. jegliche durch das MAP induzierten Investitionen sind zusätzlich im Vergleich mit einem Szenario ohne Förderprogramm zu tätigen (Additionalität).

Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, dass die Anreizwirkung des MAP auf den Empfänger mit steigendem Förderanteil zunimmt. Angesichts der Klimaziele bis 2045 ist es sinnvoll einen hohen Anreiz zu setzen, um die ambitionierten Ziele zu erreichen. Gleichzeitig sollte jedoch aus Kosten-Nutzen-Abwägungen kein zu hoher Förderanteil angestrebt werden. Es ist zu vermuten, dass ein „angemessener" Fördersatz existiert, der die Balance zwischen Anreizwirkung und Fördereffizienz hält. Die Höhe dieses angemessenen Fördersatzes ist schwer pauschal zu bestimmen, da diese von den Renditeerwartungen des Investorentyps abhängen wird. Zudem können weitere Motivationen zum Bau einer Anlage neben die Anreizwirkung des Förderanteils treten. Wiederholt wurde in unterschiedlichen Evaluationen die Bedeutung von intrinsischen Motiven („Umweltgedanke") für Investitionen mit klimaschützender Wirkung festgestellt (z.B. Prognos 2016a/b).

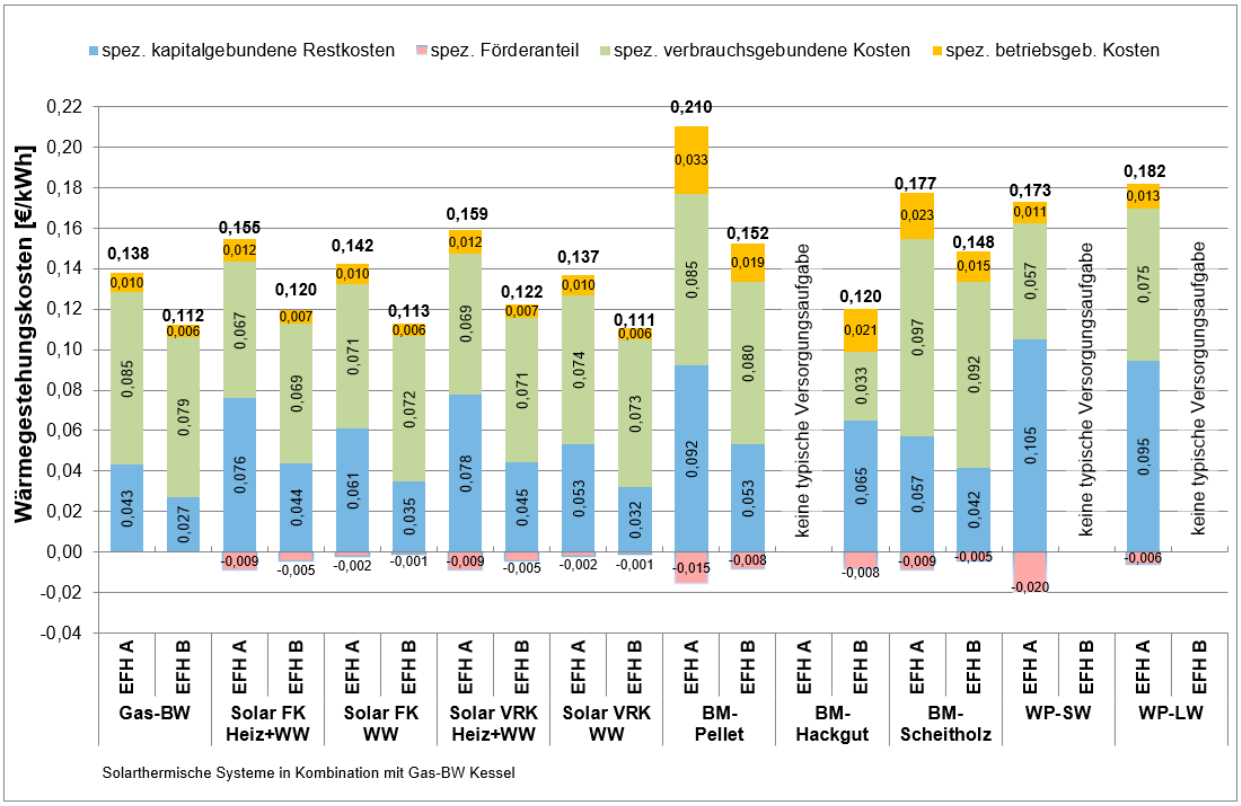


Abbildung 13: Spartenspezifische Wärmegestehungskosten und deren Förderanteil für ein saniertes (EFH A) bzw. unsaniertes (EFH B) Einfamilienhaus für 2019

Für die Analyse wird ein Einfamilienhaus mit einem geringen Energiebedarf (EFH A) von rund 18 MWh/a (Heizung und Warmwasser) sowie in der unsanierten Variante mit einem Energiebedarf von 35 MWh/a (EFH B) als typische Anwendungsfälle für MAP-geförderte Anlagen zu Grunde gelegt. Es wird von einer Kesselgröße des primären Wärmeerzeugers von 11 kW bzw. 21 kW ausgegangen. Für die Wärmegestehungskosten wird dabei ein komplettes Heizsystem angenommen, d.h. im Falle der solaren Raumwärme werden beispielsweise auch eine Zusatzheizung, der notwendige Brennstoff zur Zusatzheizung und der Strom zum Betrieb der Solarpumpe berücksichtigt. Die Datenbasis für die Investitionskosten wurden mit Hilfe einer Auswertung von Rechnungen der BAFA-Stichprobe angereichert (vgl. Kapitel 3.4.1). Für den Bereich der KfW-Förderung liegen diese detaillierten Informationen nicht vor, weshalb sich die Betrachtung nur auf den BAFA-Teil bezieht. Für die Interpretation der Ergebnisse wird an dieser Stelle auf hohe Unsicherheiten in der Kostenermittlung bzw. -annahmen hingewiesen, die sich aus der Stichprobengröße (vgl. Kapitel 5.1.3.1) sowie großen Preisvariationen auf dem Markt ergeben.

Abbildung 13 zeigt die Ergebnisse der diesjährigen Berechnungen, dargestellt sind die Wärmegestehungskosten der Systeme inkl. Mehrwertsteuer sowie unter Berücksichtigung der MAP-Förderung (Basisförderung, dargestellt als negative Werte). Es zeigt sich, dass die solarthermische Warmwasserbereitung eine konkurrenzfähige Investition sein kann, die Kosten liegen etwa im gleichen Bereich wie die des Gas-Brennwert Kessels als Einzelsystem, bei gleichzeitiger Reduzierung des Bedarfs an fossilem Brennstoff. Der Anteil der MAP Förderung ist mit 0,002 €/kWh an den Gesamtkosten praktisch vernachlässigbar. Das liegt daran, dass nur der solare Teil des Heizsystems über MAP gefördert wird.

Alle anderen betrachteten Versorgungstechnologien auf der Basis erneuerbarer Energien weisen höhere Wärmegestehungskosten auf als das Referenzsystem. Die Förderanteile bewegen sich zwischen 1,5 % (EFH A) bzw. 1,0 % (EFH B) für die solarthermische Warmwasserbereitung und 10,3 % für die Sole-/Wasser-Wärmepumpe (EFH A) bzw. 6,2 % Förderanteil an den Wärmegestehungskosten beim Hackschnitzelkessel (EFH B).

Ein Ziel des MAP ist es, die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit von erneuerbaren Energieanlagen gegenüber konventionellen Systemen zu stärken. So wird beispielsweise durch den Investitionszuschuss im BAFA-Teil die Investition in eine solche Anlage direkt gesenkt und damit die Kaufentscheidung erleichtert. Im Privatbereich entscheidet häufig die Höhe der Investition über die Wahl des Heizsystems und sind laufende Kosten im Betrieb ein eher nachrangiges Entscheidungskriterium. Vor diesem Hintergrund erscheinen auch höhere Förderanteile wie im Fall der Sole-/Wasser-Wärmepumpe gerechtfertigt, handelt es sich hierbei doch aufgrund der notwendigen Bohrung um eine vergleichsweise hohe Investition (vgl. hierzu auch Abbildung 12).

Abbildung 13 zeigt, dass die MAP-Förderung bei den kapitalgebundenen Kosten die Lücke zum konventionellen Referenzsystem zumindest reduziert (rote Bereiche der Balken) und somit die Konkurrenzfähigkeit der betrachteten Technologien verbessert.

Grundsätzlich nimmt die Anreizwirkung des MAP auf den Empfänger der Fördermittel mit steigendem Förderanteil zu. Je höher allerdings der Förderanteil wird, desto schlechter wird das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Ein angemessener Fördersatz hält die Balance zwischen Anreizwirkung und Fördereffizienz, dies scheint auch unter Berücksichtigung des Hebeleffekts der Förderung des MAP (vgl. Kapitel 5.3.1) für

die vorliegenden Ergebnisse gewährleistet. In Anbetracht der ambitionierten Klimaziele ist hier allerdings eine höhere Förderung zu erwägen, um die CO_2e-Ziele zu erreichen.

5.2.2 Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung

Wenn der Markt signifikant auf eine Änderung der Förderquote oder die Einführung neuer Fördertatbestände reagiert, kann dies ein konkreter Hinweis darauf sein, wie das MAP wirkt. Allerdings treten neben die Änderung des MAP andere Einflussfaktoren wie etwa die Entwicklung der Preise fossiler Energieträger, sodass eine eindeutige Zuordnung von Effekten auf eine Ursache nur bedingt möglich ist.

Im Berichtszeitraum 2019 erfolgten keine Änderungen der Förderrichtlinie. Eine Bewertung des Kriteriums „Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung" entfällt aus diesem Grund.

5.3 Wirtschaftlichkeitskontrolle

Die Wirtschaftlichkeitskontrolle stellt den Aufwand (Fördermittel) dem Ergebnis der Förderung gegenüber. Sie untersucht nach § 7 BHO, ob der Vollzug der Maßnahme im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch wirtschaftlich (Vollzugswirtschaftlichkeit) und ob die Maßnahme im Hinblick auf übergeordnete Zielsetzungen insgesamt wirtschaftlich war (Maßnahmenwirtschaftlichkeit). Hierzu soll auch eine Kosten-Nutzen-Analyse bezüglich übergeordneter Zielsetzungen (CO_2-Fördereffizienz) durchgeführt werden.

5.3.1 Wirtschaftlichkeit der Fördermaßnahmen

Das Verhältnis zwischen dem ausgelösten Nettoinvestitionsvolumen (ohne MwSt.) und den eingesetzten Fördermitteln, also der Hebeleffekt der Förderung, ist ein guter Indikator für die Bewertung des effizienten Einsatzes von Fördermitteln. Der Hebeleffekt ist der Kehrwert des Förderanteils, ein besonders hoher Hebeleffekt ist daher mit einem sehr geringen Förderanteil verbunden.

Die Darstellung des Hebeleffekts für den BAFA-Teil zeigt wesentliche Technologien, die 2019 Basis- bzw. Innovationsförderung erhalten haben. Die Investitionskosten wurden der BAFA- und KfW-Statistik entnommen. Die Förderung für den KfW Teil umfasst die Zuschüsse, die für den BAFA Teil die Basis-/Innovationsförderung und den separat ausgewiesenen Heizungspaketbonusbetrag.

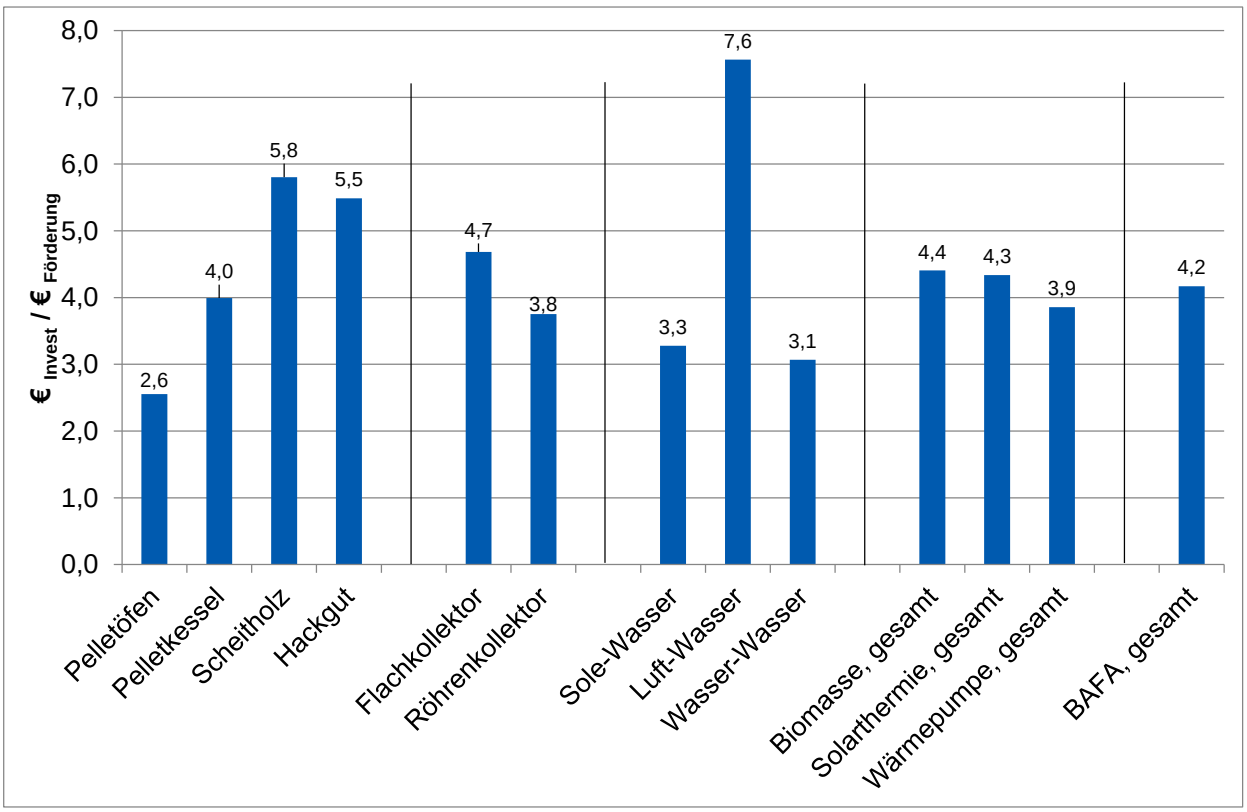


Abbildung 14: Hebeleffekt BAFA-Teil

Abbildung 14 stellt die Hebeleffekte der einzelnen Technologien und Sparten des BAFA-Teils gegenüber. Im BAFA-Durchschnitt wurde 2019 ein Hebeleffekt von 4,2 $€_{Invest}/€_{Förderung}$ erreicht. Er steigt damit im Vergleich zum Vorjahr leicht an (2018: 4,0 $€_{Invest}/€_{Förderung}$).

Innerhalb der Biomassetechnologien liegt im Jahr 2019 der Hebeleffekt in der Bandbreite von 2,6 bis 5,8 $€_{Invest}/€_{Förderung}$. Der höhere Hebeleffekt bei Scheitholz- und Hackgutanlagen ergibt sich wie in den Vorjahren durch die pauschale Förderung im Zusammenspiel mit - im Vergleich zu Pelletkesseln und vor allem Pelletöfen - großen Anlagen. Für Hackgutanlagen steigt der Hebeleffekt auf 5,5 (2018: 4,9 $€_{Invest}/€_{Förderung}$) und erreicht damit wieder ein ähnlich hohes Niveau wie bereits in 2016 (5,7 $€_{Invest}/€_{Förderung}$). Innerhalb der Wärmepumpen fällt wie in den Vorjahren auf, dass Luft-/Wasser-Wärmepumpen im Durchschnitt einen deutlich höheren Hebeleffekt aufweisen als andere Anlagentypen. Für jede der drei Wärmepumpentechnologien ist der Hebeleffekt im Vergleich zu 2018 jedoch leicht rückläufig. Die Hebeleffekte solarthermischer Anlagen bleiben gleich für Flachkollektoren bzw. steigen leicht für Röhrenkollektoren, jeweils im Vergleich zum Vorjahr.

Im KfW-Teil ist der Gesamt-Hebeleffekt im Vergleich zum Vorjahr um knapp 20 % gesunken und liegt mit 4,1 $€_{Invest}/€_{Förderung}$ (2018: 5,1 $€_{Invest}/€_{Förderung}$) auf gleichem Niveau wie der Gesamt-Hebeleffekt des BAFA-Teils. Für die Evaluation 2019 wurden im KfW-Teil Mehrfacheinträge korrigiert und wird eine bereinigte Investitionssumme ausgewiesen (vgl. Kapitel 3.4.2). Abbildung 15 zeigt die Hebeleffekte für verschiedene Technologien innerhalb des KfW Teils und für den gesamten KFW-Teil als Durchschnitt im Jahr 2019. Die Hebel liegen überwiegend im Bereich von 2,1 bis 5,6 $€_{Invest}/€_{Förderung}$. Die großen Biomasseanlagen und große Wärmepumpen weisen wie im Vorjahr deutlich höhere Hebel auf, für große Wärmepumpen erreichen sie 17,6 $€_{Invest}/€_{Förderung}$ (geringer Fördersatz sowie Förderung über EEG). Tiefengeothermische Anlagen, Biogasaufbereitungsanlagen und KWK-Biomasseanlagen wurden 2019 nicht gefördert, daher ist

eine Ausweisung des Hebeleffekts für 2019 nicht möglich. Erstmals ab 2019 wird der Hebeleffekt für den neuen Fördertatbestand Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse ausgewiesen. Auch für große Wärmespeicher erfolgt erstmals eine Ermittlung. Für diese Fördertatbestände liegt der Hebel jeweils bei 5,6 $€_{Invest}/€_{Förderung}$.

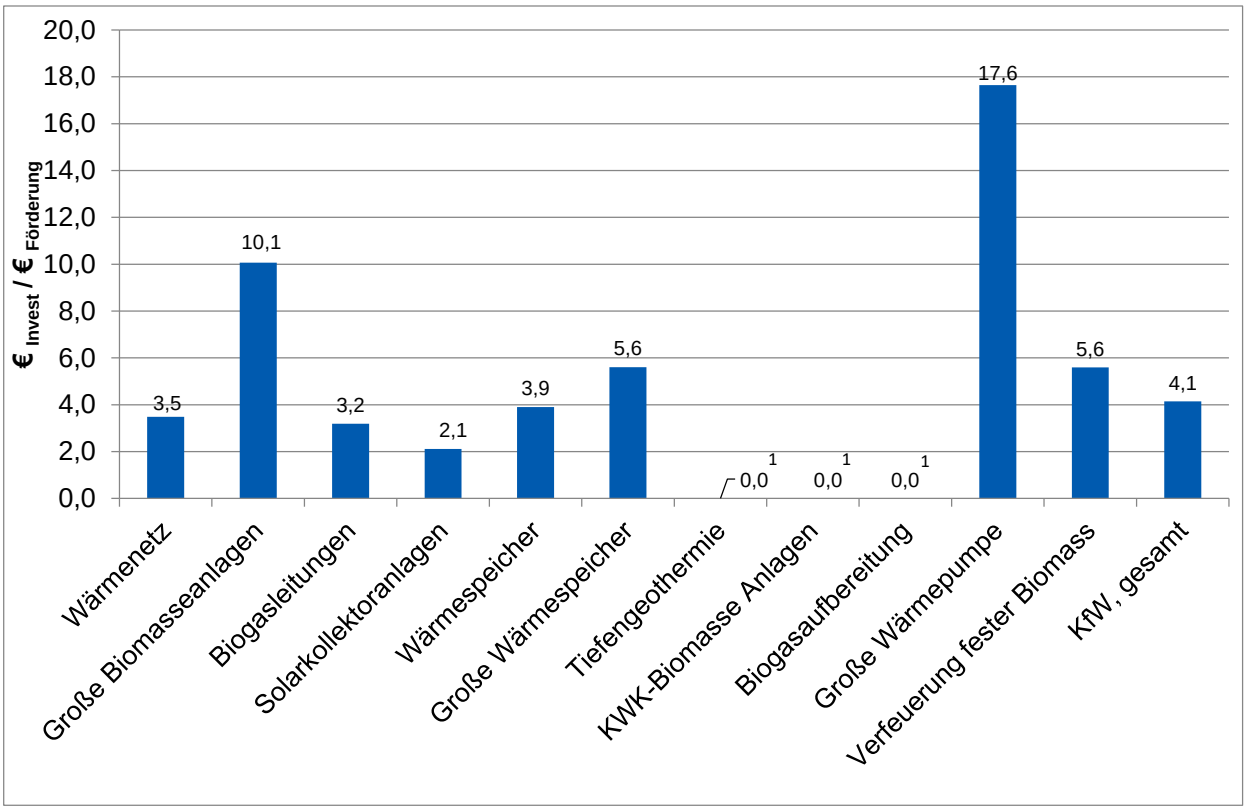


Abbildung 15: Hebeleffekt KfW-Teil

[1] Für diese Fördertatbestände lagen in 2019 keine Förderfälle vor.

5.3.2 CO_2-Fördereffizienz

Der Nutzen des MAP ergibt sich insbesondere aus der Vermeidung von Treibhausgasemissionen, die bei der alternativen Wärmebereitung durch fossile Energien entstehen würden. Die Förderung des MAP kann als Instrument verstanden werden, mit dem die vermiedene Umweltnutzung durch erneuerbare Energien vergütet und damit der Wettbewerbsvorteil fossiler Energien durch deren kostenlose Umweltnutzung ausgeglichen wird.

Zur jährlichen Überprüfung der Berechtigung der Fördermaßnahmen unter Betrachtung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses wird u.a. der Indikator CO_2-Fördereffizienz erhoben. Dieser Indikator ermöglicht einerseits eine Vereinheitlichung mit der NAPE Berichterstattung, zum anderen ist er geeignet, den Nutzen des MAP direkt abzubilden.

Die CO_2-Fördereffizienz kennzeichnet die Höhe der aufgewendeten Fördermittel je vermiedener Einheit an CO_2e-Emissionen und wird in der Einheit €/tCO_2e angegeben. Ein niedriger Wert ist Ausdruck für eine hohe Fördereffizienz, d.h. bereits geringe Fördermittel erzielen einen hohen Effekt (hohe Vermeidung an CO_2e-Emissionen). Die CO_2e-Emissionen werden über die Lebensdauer der Anlage aufsummiert. In der Bewertung des MAP beschränkt sich dieser Indikator ausschließlich auf die Förderung durch das BAFA und auf die Zuschüsse der KfW.

Die Ergebnisse können mit gewissen Einschränkungen zum Vergleich verschiedener Maßnahmen zur Förderung eines nachhaltigen und umweltfreundlichen Strukturumbaus herangezogen werden.

Zur Ermittlung des Indikators CO_2-Fördereffizienz wurden die in Kapitel 4.5 ermittelten vermiedenen CO_2e-Emissionen über die durchschnittliche Lebensdauer der Anlagen bilanziert und ins Verhältnis zu den eingesetzten Fördermitteln gesetzt. Die Ausweisung der Indikatoren erfolgt getrennt für den BAFA- und KfW-Teil in nachfolgenden Tabelle 21 und Tabelle 22.

Tabelle 21: CO_2-Fördereffizienz BAFA-Teil

BAFA-Teil	**CO_2-Fördereffizienz**	
	€/tCO_2e	**tCO_2e/T€**
Biomasse		
Pelletöfen	101,0	9,9
Pelletkessel	56,7	17,6
Scheitholz	10,4	96,3
Hackgut	13,2	75,8
Durchschnitt (alle Anlagentypen)	27,9	35,8
Wärmepumpen		
Durchschnitt (alle Anlagentypen)	190,7	5,2
Solarthermie		
Durchschnitt (alle Anlagentypen)	138,6	7,2

Tabelle 22: CO_2-Fördereffizienz KfW-Teil

KfW-Teil	**CO_2-Fördereffizienz**	
	€/tCO_2e	**tCO_2e/T€**
Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung	4,1	242,7
Solarkollektoranlage	151,0	6,6
Tiefengeothermie	-	-
Wärmenetze zur Erschließung von Biogas BHKWs	104,4	9,6
Wärmepumpen	14,4	69,5

Biomasseanlagen haben wie auch im Vorjahr in beiden MAP-Teilen (BAFA und KfW) die beste CO_2-Fördereffizienz, d.h. mit relativ geringem Fördermitteleinsatz lässt sich jeweils 1 Tonne CO_2e vermeiden. Zum Vorjahr ist mit ca. 36 % eine deutliche Erhöhung des Wertes für Biomasse im BAFA Teil sichtbar, die ihre Ursache mitunter in der Zunahme der APEE Förderung hat.

Die CO_2-Fördereffizienz von Wärmepumpen stellt sich innerhalb der beiden MAP Teile weiterhin unterschiedlich dar. Die geringste CO_2-Fördereffizienz liegt nach wie vor bei der Förderung von Wärmepumpen im BAFA-Teil vor. Im Vergleich zu 2018 ist dieser Wert im BAFA-Teil jedoch geringer, das bedeutet, dass sich die Fördereffizienz im Allgemeinen verbessert hat und erstmalig wieder unter dem Wert von 2016 liegt. Im Vergleich zu anderen Technologien wird die Vermeidung jeder Tonne CO_2e-Emissionen jedoch weiterhin mit deutlich höheren Fördermitteln erreicht.

Die CO_2-Fördereffizienz solarthermischer Anlagen fällt in beiden Teilen weiterhin niedrig aus, im KfW-Teil ist sie etwas niedriger als im BAFA-Teil. Trotz einer geringen CO_2-Fördereffizienz im Vergleich zu Biomasseanlagen sind diese Technologien aber auch unter dem Gesichtspunkt einer Diversifizierung als berechtigte Fördertatbestände anzusehen.

Tabelle 23: CO_2-Fördereffizienz MAP Gesamt

Gesamt MAP	**CO_2-Fördereffizienz**	
	€/tCO_2e	**tCO_2e/T€**
Gesamt	46,9	21,3

Im Durchschnitt ergibt sich für das MAP in 2019 eine CO_2-Fördereffizienz von ca. 47 €/tCO_2e. Der Wert steigt damit deutlich in Gegenüberstellung zum Jahr 2018 (2018: 37,1 €/tCO_2e)), die Fördereffizienz sinkt entsprechend.

Ein unmittelbarer Vergleich der Ergebnisse für 2019 zum Vorjahr, wie dies in den letzten Jahren erfolgte, ist nicht möglich. Dies hängt mit der Umstellung auf aktuelle CO_2e-Vermeidungsfaktoren des UBA zusammen. Insgesamt betrachtet steigen zwar die Fördersummen im BAFA-Teil bzw. die Zuschüsse im KfW-Teil, die Umstellung der CO_2e Vermeidungsfaktoren dürfte aber in größerem Maße die Berechnung der CO_2-Fördereffizienz beeinflussen.

Die im Vorjahr erstmalig beobachtete Verschiebung von Basis- zu Innovationsförderung im BAFA-Teil ist auch in 2019 bemerkbar; die Förderhöhe für Anlagen innerhalb der Innovationsförderung übersteigt 2019 erneut die Förderhöhe für Anlagen der Basisförderung. Da die Förderbeträge für innovationsgeförderte Anlagen allgemein etwas höher sind als in der Basisförderung, hat auch dies weiterhin einen Effekt auf die Fördereffizienz.

Der Indikator kann – soweit verfügbar - mit den Ergebnissen anderer Förderprogramme verglichen werden. So findet sich der Indikator beispielsweise in den Berichten zur Evaluation für das KfW-Förderprogramm „Energieeffizientes Bauen und Sanieren für Nichtwohngebäude (EBS NWG)" (BMWi 2020) sowie das BAFA-Förderprogramm „Energieberatung für Wohngebäude" (PWC 2019).

Allerdings kann die Basis für die Berechnung der CO_2 Vermeidungsfaktoren unterschiedlich sein (z.B. UBA oder programmspezifisch hergeleitet). Auch können unterschiedliche Kosten zu Grunde gelegt werden (Zuschüsse und Kosten für die Kreditförderung). Ebenso ist die angenommene Lebensdauer, mit der eine Maßnahme bewertet wird, unter Umständen verschieden. Besonders wichtig ist auch die Perspektive, aus der die CO_2-Fördereffizienz berechnet wird. Dies kann die Perspektive des Fördermittelgebers, als auch die des Investors, der die Gesamtkosten trägt, sein. Die Ergebnisse sind dabei sehr unterschiedlich. Die CO_2-Fördereffizienz kann aber auch nur für bestimmet Marktsegmente innerhalb einer Fördermaßnahme ausgewiesen werden, wie z.B. für Investitionsmaßnahmen in kommunale Einrichtungen, die Förderung erhalten haben (BMWi 2017b). Des Weiteren kann die Darstellung auf Basis eines Kalenderjahres erfolgen oder als Durchschnitt mehrerer Jahre. All diese Parameter beeinflussen die Ergebnisse zur Bewertung der Indikatoren, die zu Vergleichszwecken herangezogen werden können.

5.4 Zusammenfassung der Erfolgskontrolle

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Zielerreichungs-, Wirkungs- und Wirtschaftlichkeitskontrolle, wie sie sich aus den Analysen und Berechnungen der Einzelindikatoren ergeben, zusammengefasst.

5.4.1 Zielerreichung

Als wesentlicher Teil der Erfolgskontrolle wurde die Erreichung folgender vier Ziele mit Hilfe von Indikatoren gemessen:

1. Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung
2. Technologischer Standard und Innovation
3. Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit
4. Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur

Die in diesem Kapitel untersuchten Indikatoren werden für die Zusammenfassung der Erfolgskontrolle in eine quantitative Bewertung der Zielerreichung überführt. Hierzu wird die im Rahmen der Methodik entwickelte Priorisierung der Ziele und ihrer Indikatoren herangezogen.

Die Ziele und Indikatoren sind in ihrer Bedeutung gewichtet, um sie schließlich zu einem aggregierten Gesamtwert zusammenzuführen. Die Priorisierung der Ziele erfolgt durch den Programmeigner (vgl. Tabelle 24).

Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung

Das Ziel für den Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung von 1.700 GWh/a wird mit dem erreichten MAP-Zubau in Höhe von 1.365 GWh zu etwa 80 % erreicht.

Technologischer Standard und Innovation

Mit der Novellierung der Förderrichtlinie zum 1. April 2015 sowie durch das neu eingeführte Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) wurden neue Standards als Voraussetzung für eine Förderung definiert und so Anreize für innovative Entwicklungen gesetzt. Zudem gewinnt die Innovationsförderung 2019 weiter an Bedeutung. Dadurch gilt das Ziel des MAP, die Qualität und Leistungsfähigkeit von Anlagen im Berichtszeitraum zu steigern, als qualitativ erreicht.

Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit wird mit Hilfe der zwei Indikatoren „Senkung der spezifischen Wärmegestehungskosten" (Gewichtung 80 %) und „Marktstruktur" (Gewichtung 20 %) bestimmt.

Für den im Rahmen der Evaluation betrachteten Ausschnitt (Technologien der BAFA-Förderung) sind für die überwiegende Mehrheit der Technologien (vier der sechs betrachteten Technologien) Hinweise auf einen Anstieg der Differenzkosten zu fossilen Energieträgern im Sinne des Indikators festzustellen. Dieser Anstieg entspricht nicht der Zielsetzung des MAP. Nach Einschätzung der Evaluatoren lässt sich aus dem Befund zur Entwicklung der Wärmegestehungskosten für diesen Indikator ein Zielerreichungsgrad von 33% ableiten (Senkung der Differenzkosten für 2 von 6 betrachteten Technologien).

Der Markt für Wärmepumpen und Biomassekessel weist keine hohe Marktkonzentration auf wenige Hersteller aus. Der Herstellermarkt ist grundsätzlich diversifiziert, weshalb sich für den Indikator „Marktstruktur" eine hohe Zielerreichung von insgesamt rd. 94 % für diesen Indikator ergibt.

Das gewichtete Gesamtergebnis des Indikators „Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit" beläuft sich damit auf 46 % Zielerreichung.

Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur

Unter der Annahme, dass die Wirtschaftlichkeitskontrolle zu einer positiven Bewertung des MAP kommt, gilt das Bewertungskriterium „Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur" als erfüllt. Die genannten Aspekte

- Einsparung von Primär- und Endenergie,
- Reduktion von Treibhausgasen und anderen Luftschadstoffen bzw.
- Verminderung der Abhängigkeit von importierten Energieträgern und damit die Erhöhung der langfristigen Versorgungssicherheit.

konnten sowohl im BAFA- als auch KfW-Teil erreicht werden.

Tabelle 24: Zielerreichung und Priorisierung der Ziele und Indikatoren

	Priorität	**Normierung**		**Normierung**	**Zielerreichung Teilziel**	**Zielerreichung gesamt**
Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung	1	70 %	Beitrag EE zur Wärme- und Kälteversorgung	100 %		80 %
Technologischer Standard und Innovation	2	20 %	Erhöhung des technologischen Standards und Innovation	100 %		100 %
Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit	3	5 %	Senkung der Energiegestehungskosten	80 %	33 %	46 %
			Marktstruktur und Wettbewerb	20 %	94 %	
Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur	4	5 %	Anteil zukunftsweisender Infrastrukturen	100 %		100 %
Zielerreichung gesamt						**83 %**

Auf der Basis der dargestellten Ergebnisse sind die für die Zielerreichung des MAP definierten Kriterien zu 83 % erfüllt (vgl. Tabelle 24). Das Hauptziel „Ausbau der erneuerbaren Wärme- und Kälteversorgung" hat hierbei den größten Anteil. Der Zubau liegt zwar immer noch unter dem Zielwert, ist aber im Vergleich zum Vorjahr angestiegen, so dass hier 80 % Zielerreichung (Vorjahr 70 %) berechnet werden. Die anderen definierten Bewertungskriterien konnten mit einer überwiegend hohen Zielerreichung erfüllt werden.

5.4.2 Wirkungskontrolle

Das Ziel der Wirkungskontrolle ist es zu ermitteln, ob das MAP für die Zielerreichung geeignet und ursächlich war. Hierbei sind beabsichtigte und unbeabsichtigte Auswirkungen der durchgeführten Maßnahme zu ermitteln.

Förderanteil

Mit Ausnahme der solarthermischen Warmwasserbereitung, die vergleichbare Wärmegestehungskosten wie der Erdgas-Brennwert Kessel aufweist, zeigen alle anderen betrachteten Versorgungstechnologien auf der Basis erneuerbarer Energien höhere Wärmegestehungskosten als das Referenzsystem. Die Förderanteile bewegen sich zwischen 1,0 % und 6,8 %. Die MAP-Förderung reduziert bei den kapitalgebundenen Kosten die Lücke zum konventionellen Referenzsystem und verbessert somit die Konkurrenzfähigkeit der betrachteten Technologien. Die Anreizwirkung des MAP auf den Empfänger der Fördermittel nimmt mit steigendem Förderanteil zu. Umso höher allerdings der Förderanteil wird, umso schlechter wird das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Ein angemessener Fördersatz hält die Balance zwischen Anreizwirkung und Fördereffizienz, dies scheint auch unter Berücksichtigung des Hebeleffekts der Förderung des MAP für die vorliegenden Ergebnisse insgesamt gewährleistet.

Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung

Im Berichtszeitraum 2019 erfolgten keine Änderungen der Förderrichtlinie. Eine Bewertung des Kriteriums „Reaktion des Marktes auf Änderung der Förderung“ entfällt aus diesem Grund.

5.4.3 Wirtschaftlichkeitskontrolle

Die Wirtschaftlichkeitskontrolle stellt den Aufwand (Fördermittel) dem Ergebnis der Förderung gegenüber. Sie untersucht nach § 7 BHO, ob der Vollzug der Maßnahme im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch wirtschaftlich (Vollzugswirtschaftlichkeit) und ob die Maßnahme im Hinblick auf übergeordnete Zielsetzungen insgesamt wirtschaftlich war (Maßnahmenwirtschaftlichkeit). Hierzu soll auch eine Kosten-Nutzen-Analyse bezüglich übergeordneter Zielsetzungen (CO_2- Fördereffizienz) durchgeführt werden.

Wirtschaftlichkeit der Fördermaßnahmen (Hebeleffekt)

Die Evaluation ergibt durchschnittliche Hebeleffekte von 4,2 $€_{Invest}/€_{Förderung}$ (BAFA-Teil) bzw. 4,1 €Invest/€Förderung (KfW-Teil). Diese bewegen sich in der üblichen Größenordnung öffentlicher Förderprogramme. Bei großen Biomasseanlagen und großen Wärmepumpen (beide im KfW-Teil) wurden innerhalb aller Fördertatbestände die höchsten Hebel festgestellt. Sie liegen im zweistelligen Bereich. KWK Biomasseanlagen, die in den vergangenen Jahren den größten Hebeleffekt aufwiesen, wurden im Jahr 2019 nicht beantragt und damit auch nicht gefördert.

CO_2-Fördereffizienz

Im Durchschnitt ergibt sich für das MAP in 2019 eine CO_2-Fördereffizienz von ca. 47 €/tCO_2e. Der Wert steigt damit erneut, die Fördereffizienz sinkt entsprechend. Ein Vergleich zum Vorjahr ist auf Grund methodischer Änderungen (Anwendung aktualisierter CO_2e-Vermeidungsfaktoren des UBA) nicht möglich.

6 Literatur- und Quellenverzeichnis

BAFA (2021): Heizen mit Erneuerbaren Energien: Nachweise für Anträge bis 31.12.2019 https://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Programm_bis_2019/programm_bis_2019_node.html#doc13402384bodyText13, Zugriff am 30.08.2021

BDEW (2017): BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2017. Ein Vergleich der Gesamtkosten verschiedener Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung in Altbauten.

BMWi (2014): Die Energie der Zukunft. Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende. Berlin. 2014

BMWi (2015): Energieeffizienzstrategie Gebäude – Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Berlin. 2015

BMWi (2015): Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, Banz AT 25.03.2017 B1. 2015

BMWi (2017a): Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017. Weiterentwicklung des systematischen Prüfverfahrens, unveröffentlicht.

BMWi (2017b): Forschungsvorhaben fe9/16. Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz und Effektivität von Fördermaßnahmen für Kommunen und kommunale Einrichtungen im Bereich Klima & Energie, Berlin. 2017

BMWi (2018): Änderung der Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, Banz AT 27.12.2018 B4. 2018

BMWi (2020): Evaluation der KfW- Förderprogramme EBS NWG für den Förderjahrgang 2018, Basel, August 2020

DEGEval (2008): Standards für Evaluation. Mainz. Juli 2008 http://www.degeval.de/fileadmin/user_upload/Sonstiges/STANDARDS_2008-12.pdf, Zugriff am 11.04.2017

Feller-Länzlinger, R. et al. (2010): Messen, werten, steuern. Indikatoren – Entstehung und Nutzung in der Politik. Bern. 2010

Jaedicke, W. et al. (2009): Entwicklung von Performanzindikatoren als Grundlage für die Evaluierung von Förderprogrammen in den finanzpolitisch relevanten Politikfeldern. Studie des IfS Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH im Auftrag des Bundesministeriums der Finanzen. Berlin. Dezember 2009

Nitsch, J. et al. (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht. BMU - FKZ 03MAP146. Stuttgart März 2012.

Prognos; ifeu; IWU (2015): Wissenschaftliche Begleitforschung zur Erarbeitung einer Energieeffizienz-Strategie Gebäude. Berlin/Heidelberg/Darmstadt. 2015

Prognos (2016a): Evaluierung des Förderprogramms „Solare Großanlagen" inklusive wissenschaftlicher Begleitforschung des österreichischen Klima- und Energiefonds. Basel/Berlin. 2016

Prognos (2016b): Evaluierung und Weiterentwicklung des Energieeffizienzfonds – Teilprojekt: Evaluierung der Maßnahme „energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse". Basel (unveröffentlicht).

PWC (2019): Evaluation der Energieberatung für Wohngebäude für das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Frankfurt, Dezember 2019

Stuible, A. et al. (2016): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Evaluierung des Förderjahres 2014, Mai 2016

Stuible, A. et al. (2018a): Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017. Evaluation des Förderjahres 2016, April 2018

Stuible, A. et al. (2018b): Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017. Evaluation des Förderjahres 2017, Oktober 2018

UBA (2019): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018. Climate Change 37/2019. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. November 2019

Zech, D. et al. (2019): Evaluation des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2018. Evaluation des Förderjahres 2018, November 2019

7 Appendices

Appendix 1: Kleine Biomasseanlagen

Appendix 2: Große Biomasseanlagen, Wärmenetze und -speicher

Appendix 3: Solarthermie

Appendix 4: Wärmepumpe

Appendix 5: Tiefengeothermie

Appendix 6: Indikatoren der Erfolgskontrolle

FICHTNER

Appendix 1

Fachgutachten zum Fördersegment "Kleine Biomasse-anlagen"

Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2019 bis 2020

Dr. Hans Hartmann, Klaus Reisinger
Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing
www.tfz.bayern.de

ENGINEERING CONSULTING

1 Einführung

Bei der Förderung der energetischen Nutzung von Biomasse unterscheidet das Marktanreizprogramm (MAP) im Wesentlichen zwischen Anlagen unter und über 100 kW Nennwärmeleistung. Während kleine Anlagen über Investitionskostenzuschüsse gefördert werden (BAFA geförderte Anlagen), erhalten größere Anlagen vergünstigte Darlehen (KfW geförderte Anlagen). Entsprechend werden diese beiden Bereiche getrennt evaluiert. Im Folgenden werden ausschließlich die vom BAFA geförderten Anlagen mit weniger als 100 kW Nennwärmeleistung evaluiert.

Im vorliegenden Gutachten werden überwiegend Ergebnisse für das Jahr 2019 mit denen von 2018 verglichen.

2 Förderstatistik

Nachfolgend werden die zusammengefassten Daten aus der Förderstatistik vorgestellt und kommentiert.

2.1 Gesamt-Anlagenanzahl

In Tabelle A1 - 1 ist die Anzahl der Anlagen aufgeführt, die in diesen vier Jahren aus dem MAP eine Förderung erhalten haben. Hier hatte sich 2018 ein Rückgang gegenüber den beiden Vorjahren gezeigt, der aber 2019 teilweise ausgeglichen wurde. Die Veränderungen sind jedoch – im Vergleich zu früheren Schwankungen – relativ klein. Die im Zeitraum von 2016 bis 2018 kontinuierlich sinkenden Erdgaspreise (siehe Abbildung A1 - 16) könnten hier dazu beigetragen haben, dass Holzfeuerungen in 2018 nicht als allzu attraktiv wahrgenommen wurden, insbesondere bei potenziellen Pelletkessel-Betreibern, die sich häufig an Standorten befinden, an denen auch ein Erdgasanschluss möglich wäre. Für den Wiederanstieg der Errichtungszahlen in 2019 kann ebenfalls die Wahrnehmung gestiegener Energiepreise bei Erdgas aber vor allem auch bei Heizöl angeführt werden. Insbesondere die Heizölpreise in der zweiten Hälfte von 2018 dürften hier die erst in 2019 realisierten zusätzlichen Investitionen mit den üblichen zeitlichen Verzögerungen von ca. 6 bis 12 Monaten ausgelöst haben.

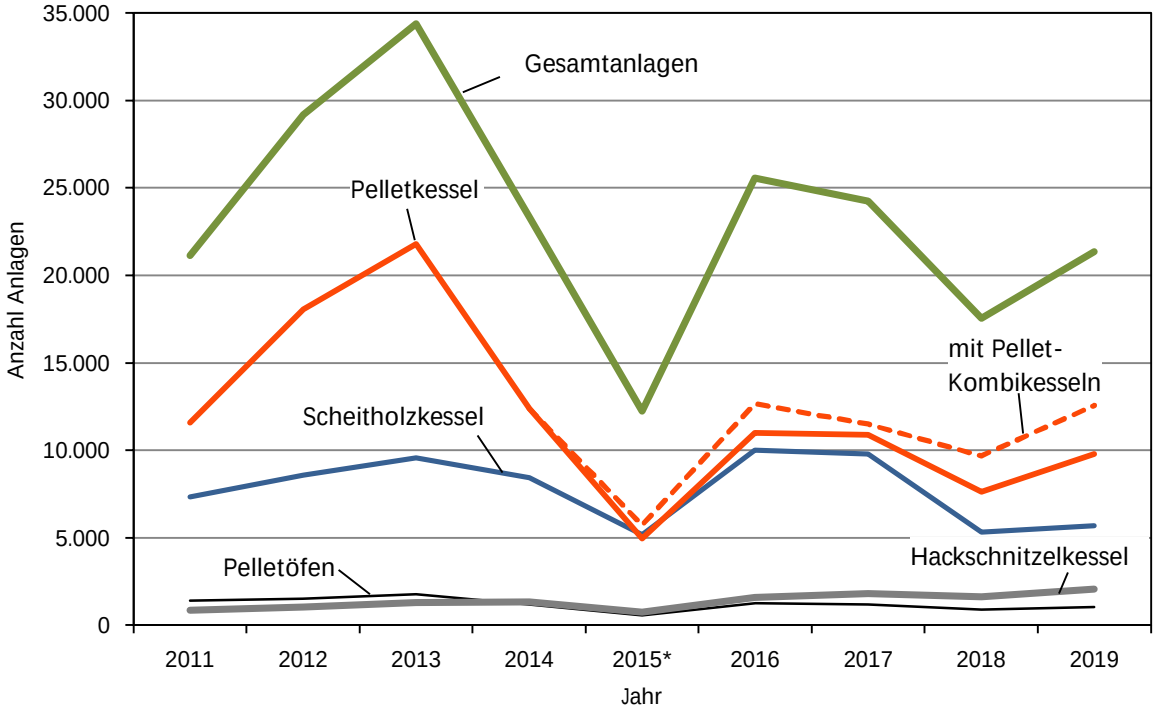
Tabelle A1 - 1: Anzahl kleiner Biomasseanlagen mit BAFA Förderung 2016 bis 2019

	Anzahl Anlagen							
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Pelletofen, Wassertasche	1.251	4,9 %	1.175	4,8 %	893	5,1 %	1.024	4,8 %
Scheitholzkessel	9.984	39,1 %	9.780	40,4 %	5.322	30,3 %	5.678	26,6 %
Hackschnitzelkessel	1.607	6,3 %	1.782	7,4 %	1.623	9,3 %	2.069	9,7 %
Pelletkessel	11.004	43,0 %	10.888	44,9 %	7.634	43,5 %	9.789	45,8 %
Hackschnitzel-Kombi[1]	45	0,2 %	2[2]	0,0 %[2]	20	0,1 %	30	0,1 %
Pellet-Kombi[1]	1.654	6,5 %	602[3]	2,5 %[2]	2.045	11,7 %	2.775	13,0 %
Gesamt	25.545	100 %	24.229	100 %	17.537	100 %	21.365	100 %

[1] automatisch beschickte Feuerung mit der Möglichkeit einer Handbeschickung von Scheitholz

[2] Aus der Stichprobenauswertung und der allgemeinen Marktbeobachtung ergeben sich Anhaltspunkte, dass diese Anteile durch mögliche Zuordnungsfehler bei der Erfassung für 2017 deutlich unterschätzt wurden.

Über einen etwas längeren Zeitraum ist der Verlauf der MAP-Zahlen in Abbildung A1 - 1 grafisch dargestellt. Die Gesamtanzahl aller geförderten kleinen Biomasseanlagen liegt in 2019 bei 21.365 Anlagen. Das ist ein deutlicher Anstieg um 3.828 Fälle (plus 22 %) gegenüber 2018, das Niveau bleibt jedoch noch deutlich unter dem von 2016 bis 2017 (ca. minus 16 bzw. minus 12 %).



* Geänderte Zuordnung der geförderten Anlagen zum Förderjahrgang

Abbildung A1 - 1: Anzahl der im MAP errichteten kleinen Biomasseheizungen mit BAFA Förderung bis 2019

Der Anteil der Hackschnitzelkessel ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich auf nunmehr ca. 9,7 % angestiegen (Tabelle A1 - 1). Die insgesamt steigende und zuletzt stabile Entwicklung bei den Hackschnitzelkesseln ist bemerkenswert, weil die ab 2015 gestiegenen Emissionsanforderungen der 1.BImSchV gerade für Hackschnitzelfeuerungen als besonders anspruchsvoll galten. Der nach 2014 ursprünglich erwartete Rückgang ist somit ausgeblieben, was auch der attraktiven Innovationsförderung für Staubabscheider zugeschrieben werden kann. Staubabscheider werden in diesem Anlagensegment überproportional und stetig zunehmend eingesetzt (vgl. Kapitel 2.6.1). Der positive flankierende Einsatz des MAP zur Dämpfung der Belastungen durch verschärfte Emissionsanforderungen kann somit als Beleg für die Notwendigkeit aber auch für die Wirksamkeit flexibel angepasster Förderinstrumente gelten.

Bei den Scheitholz-Zentralheizungen brach der Anteil an den Förderfällen, der über die beiden vorangehenden Jahre 2016 und 2017 noch relativ stabil zwischen 39,1 und 40,4 % gelegen war, in 2018 plötzlich ein, er liegt nun in 2019 bei nur noch 26,6 %. Damit verliert diese Kesselbauart auch gegenüber dem Vorjahr weiter an Boden. Betrachtet man aber die erst in jüngster Zeit vermehrt angebotenen Kombikessel (d. h. Kombinationen von Scheitholz- mit Pellet- oder Hackschnitzelkesseln, vgl. Tabelle A1 - 1), so kann man immer noch von einem ungebrochenen Interesse am Scheitholz-Brennstoff als Energiequelle für Zentralheizungen ausgehen, denn gegenüber 2018 ist in dieser Betrachtung lediglich ein Rückgang um 2 Prozentpunkte zu verzeichnen, auf kumulierte 40 Prozent. Es steht zu vermuten, dass Scheitholzkessel vornehmlich von solchen Betreibern nachgefragt werden, die über einen eigenen Zugang zum Holz-Rohstoff verfügen und dass deren Motivation, sich von externen Brennstofflieferungen unabhängig zu machen, unverändert gegeben ist, wenngleich Komfortüberlegungen in jüngster Zeit auch die Kombination mit Pelletkesseln unterstützt hatten.

Pellet-Scheitholz-Kombikessel sind jedoch vom technologischen Aufbau und von der Ausstattung eher der Pelletkessel-Technologie zuzuordnen, zumal hierfür auch eine vollständige automatische Brennstoffzuführung und ein automatischer Lagerraumaustrag benötigt werden und nur der eigentliche (Nach-)Brennraum und der Wärmetauscher von beiden Brennstoffarten gemeinsam genutzt werden. Auch aufgrund der steigenden Komfortansprüche und wegen des Bedürfnisses, auch bei Abwesenheit stets einen Heizungsbetrieb sicherzustellen, erscheint es angemessen, die Zahl der Kombikessel bei der Auswertung des Verlaufs der Förderfälle den Pelletkesseln zuzuordnen. Eine solche Zuordnung ist in Abbildung A1 - 1 erfolgt.

Es ist zu erkennen, dass die Anzahl geförderter Pelletkessel seit dem Höchststand 2013 im Vergleich zu den übrigen Bauarten am stärksten abgenommen hat (vgl. hierzu auch Gesamt-Marktbetrachtungen in Kapitel 3.1). In 2019 hat sich dieser Trend aber nicht weiter fortgesetzt, in der Addition mit Pellet-Kombikesseln ergibt sich jetzt ein Zuwachs um 2.885 Anlagen gegenüber 2018 (plus 29,8 %). Der Grund für diese Bewegungen ist unter anderem darin zu suchen, dass Pellets – wie Erdgas und Heizöl – über den allgemeinen Brennstoffhandel bezogen werden, wodurch eine sehr gute Preistransparenz und gute Vergleichsmöglichkeiten bestehen. Waren in 2016 bis 2018 wegen des Verfalls der Öl- und Gaspreise die Kostenvorteile für den Kunden nicht mehr eindeutig erkennbar (vgl. hierzu auch Abbildung A1 - 16 in Kapitel 5.2) so ist der Wiederanstieg der Zahlen in 2019 auf die Beobachtung der wieder angestiegenen Preise für Erdgas und bei Heizöl bzw. auch bei den Kraftstoffen zurückzuführen, denn insbesondere die Mineralölpreise in der zweiten Hälfte von 2018 dürften die zusätzlichen Investitionen in 2019 zeitverzögert ausgelöst haben.

In 2017 hatte sich ein auffälliger Rückgang der Förderfälle bei den Pellet-Scheitholz-Kombigeräten ergeben, die auf Basis der vom BAFA erfassten Anlagen zunächst um insgesamt 1052 Anlagen (d. h. 64 %) sprunghaft zurückgegangen waren. Da aus der Stichprobenauswertung und der allgemeinen Marktbeobachtung ein solcher Rückgang aber nicht zu erkennen war und außerdem dieser Einbruch anschließend mehr als ausgeglichen wurde, ist davon auszugehen, dass es sich hierbei lediglich um vorübergehende Zuordnungsfehler gehandelt haben dürfte. Denn auch durch die 2019er Zahlen wird nun abermals deutlich, dass es sich bei den Pellet-Scheitholz-Kombianlagen um ein immer beliebter werdendes Anlagensegment handelt. Das zeigt auch die Tatsache, dass alle wichtigen Hersteller derzeit ihre Produktpalette um derartige Varianten ergänzen oder bereits ergänzt haben.

Bei den Pelletöfen mit Wassertasche zeigte sich zuletzt ebenfalls wieder ein leichter Anstieg der Förderfälle (plus 15 %), nachdem zuvor in den beiden vorherigen Förderjahren ein Rückgang zu verzeichnen gewesen war (vgl. Tabelle A1 - 1). Der Anstieg fällt aber insgesamt geringer aus als bei den Pelletkesseln, was darauf hindeutet, dass ein Ofen mit Zentralheizungsanschluss meist lediglich eine zusätzliche Wärmequelle im Gebäude darstellt, weshalb der Preisabstand zu den übrigen Energieträgern (vgl. hierzu auch Abbildung A1 - 16 in Kapitel 5.2) eine weniger entscheidende Rolle bei der Investitionsentscheidung spielt. Oft werden diese Öfen neben einer noch vorhandenen Zusatz- oder Hauptheizung (Solarthermie, Erdgas, Wärmepumpe, etc.) betrieben. Der Anteil dieser Anlagenbauart an den Förderfällen im Bereich der kleinen Biomasseheizungen liegt über die betrachteten Jahre sehr gleichbleibend bei 5 %.

2.2 Auswertungen zu Anlagenleistung, Fördersummen, Investition

Die Veränderungen bei den Anlagenzahlen gelten proportional auch für die installierte Gesamtleistung aller MAP-geförderten kleinen Biomasseanlagen (Tabelle A1 - 2). Das liegt vor allem daran, dass die

durchschnittliche Nennwärmeleistung über die vergangenen Jahre auffallend gleichgeblieben ist (vgl. hierzu Abbildung A1 - 12).

In gleicher Weise gilt das auch für die Netto-Investitionen und für die Fördervolumina (vgl. Tabelle A1 - 3 und Tabelle A1 - 4).

Tabelle A1 - 2: Installierte Gesamtleistung der errichteten kleinen Biomasseanlagen mit BAFA Förderung von 2016 bis 2019

	Installierte Gesamtleistung [kW]							
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Pelletofen, Wassertasche	16.961	2,7 %	15.7536	2,6 %	12.213	2,7 %	14.161	2,6 %
Scheitholzkessel	270.332	43,1 %	264.378	43,9 %	148.308	32,9 %	159.191	29,0 %
Hackschnitzelkessel	74.381	11,8 %	82.751	13,7 %	78.792	17,5 %	102.486	18,6 %
Pelletkessel	222.751	35,5 %	224.714	37,3 %	158.948	35,3 %	201.891	36,7 %
Hackschnitzel-Kombi[1]	1.638	0,3 %	120	0 %	849	0,2 %	1.296	0,2 %
Pellet-Kombi[1]	41.708	6,6 %	15.093	2,5 %	51.167	11,4 %	70.767	12,9 %
Gesamt	627.772	100 %	602.809	100 %	450.277	100 %	549.792	100 %

[1] automatisch beschickte Feuerung mit der Möglichkeit einer Handbeschickung von Scheitholz

Tabelle A1 - 3: Nettoinvestitionen der errichteten kleinen Biomasseanlagen mit BAFA Förderung von 2016 bis 2019

	Nettoinvestitionen [Mio. €]							
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Pelletofen, Wassertasche	7,2	1,9 %	70	1,9 %	5,1	1,8 %	5,9	1,5 %
Scheitholzkessel	122,4	32,9 %	124,2	34,1 %	69,4	24,2 %	76.7	19,6 %
Hackschnitzelkessel	36,8	9,9 %	41,7	11,4 %	39,4	13,7 %	59,2	15,1 %
Pelletkessel	175,0	47,0 %	179,9	49,4 %	131,8	45,9 %	188,1	48,0 %
Hackschnitzel-Kombi[1]	1,0	0,3 %	41,3	0 %	0,5	0,2 %	0,9	0,2 %
Pellet-Kombi[1]	29,8	8,0 %	11,6	3,2 %	40,7	14,2 %	61,2	15,6 %
Gesamt	372,2	100 %	364,4	100 %	287,0	100 %	392,0	100 %

[1] automatisch beschickte Feuerung mit der Möglichkeit einer Handbeschickung von Scheitholz

Tabelle A1 - 4: Fördervolumen für die errichteten kleinen Biomasseanlagen mit BAFA Förderung von 2016 bis 2019

	Fördervolumen (inkl. Boni) [Mio. €]							
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Pelletofen, Wassertasche	2,7	3,3 %	2,7	3,1 %	2,0	2,9 %	2,3	2,6 %
Scheitholzkessel	22,1	26,9 %	22,6	26,4 %	12,2	17,7 %	13,2	14,9 %
Hackschnitzelkessel	6,5	7,9 %	8,5	9,9 %	8,0	11,6 %	10,7	12,1 %
Pelletkessel	44,3	53,9 %	48,1	56,1 %	33,7	48,8 %	44,5	50,0 %
Hackschnitzel-Kombi[1]	0,2	0,2 %	0,01	0,0	0,1	0,2 %	204,0	0,2 %
Pellet-Kombi[1]	6,5	7,9 %	3,8	4,5 %	13,0	18,8 %	18,0	20,2 %
Gesamt	82,2	100 %	85,7	100 %	69,0	100,0 %	88,9	100 %

[1] automatisch beschickte Feuerung mit der Möglichkeit einer Handbeschickung von Scheitholz

Bei der Betrachtung aller vier Kenngrößen (Anzahl Förderfälle, thermische Leistung, Investition, Fördermittel) fällt auf, dass der Anteil der einzelnen Bauarten stärker schwanken kann. Für Hackschnitzelkessel, beispielsweise, zeigt sich in 2019 zwar nur ein 9,7 %-iger Anteil bei den Stückzahlen, dieser verdoppelt sich jedoch nahezu (auf 18,6 %), wenn die thermische Gesamtleistung betrachtet wird (Abbildung A1 - 2). Das liegt an der deutlich höheren durchschnittlichen Nennwärmeleistung von Hackschnitzelkesseln, verglichen mit den übrigen Bauarten (vgl. Abbildung A1 - 12). Bei den Pelletkesseln zeigt sich für die thermische Gesamtleistung 2019 ein Anteil von 36,7 %, diese Gruppe beansprucht jedoch mit 50 % die Hälfte der Fördermittel. Ähnliches gilt für die Pellet-Scheitholz-Kombikessel. Umgekehrt sind die Verhältnisse bei den Scheitholzkesseln (ohne Pelletmodul), diese schlagen zwar bei den Fördermitteln in 2019 nur mit ca. 14,9 % zu Buche, sie stellen jedoch immerhin 29 % der thermischen Leistung. Hier wirkt sich aus, dass man sich bei der Leistungsauslegung von Scheitholzkesseln häufig nicht am maximalen Wärmebedarf orientiert, sondern vielmehr leistungsstärkere Anlagen gewählt werden, weil damit ein Komfortgewinn eintritt, denn so kann das Laden des erforderlichen Wärmespeichers in kürzerer Zeit erfolgen, und es lassen sich längere, planbare Heizpausen realisieren.

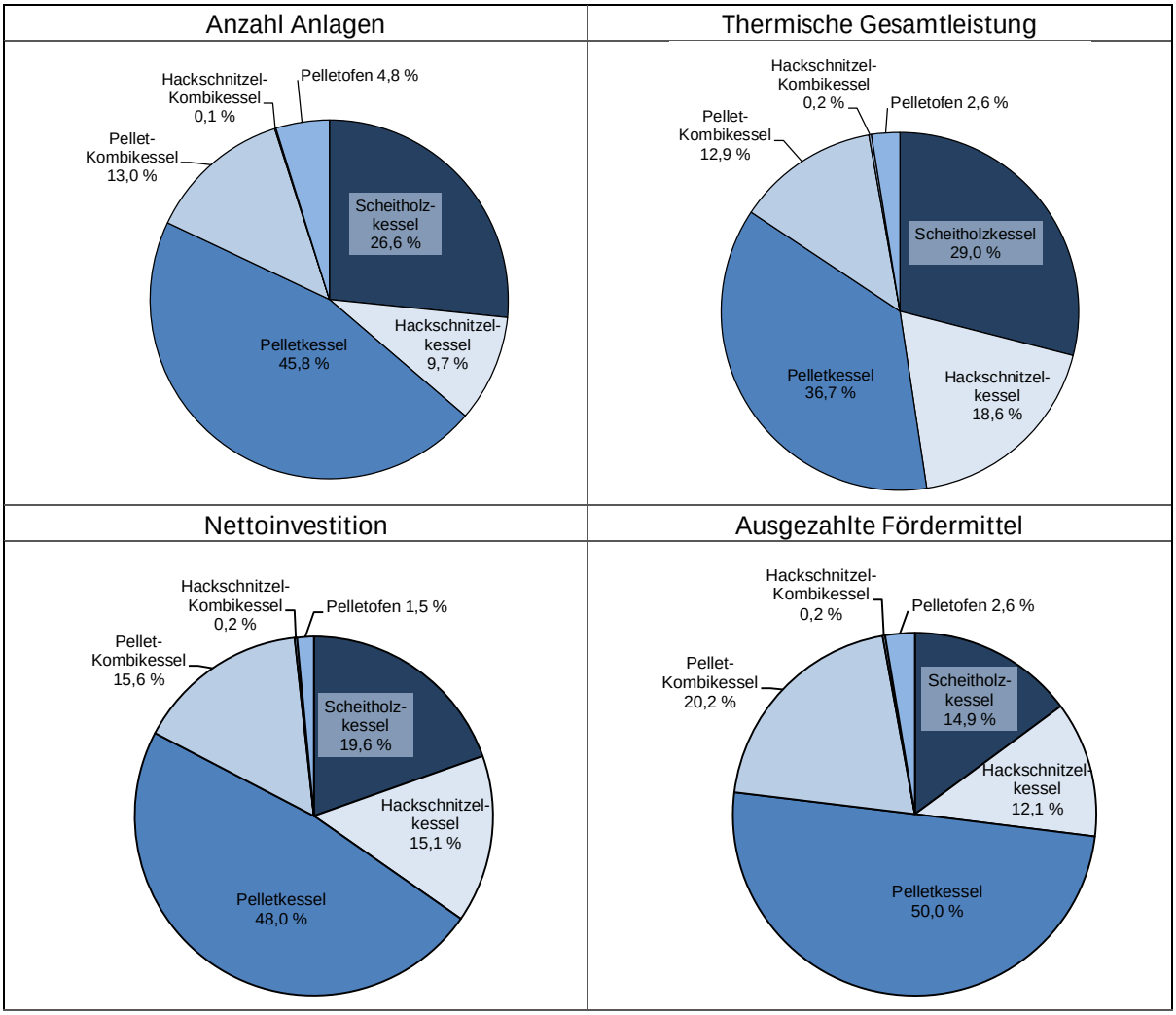


Abbildung A1 - 2: Anteile der in 2019 über das MAP geförderten Bauarten von kleinen Biomasseheizungen, unterteilt nach Anzahl Anlagen, thermischer Gesamtleistung, Netto-Investition und Fördermittelverwendung

2.3 Zusatzförderung

Im Jahr 2019 wurde eine Zusatzförderung bei den kleinen Biomassefeuerungen deutlich häufiger in Anspruch genommen als im Vorjahr. Mit 12.942 Fällen ergibt das eine Steigerung um 21,4 %, was einem ebenso großen Anstieg entspricht, wie bei der Anzahl der insgesamt geförderten Feuerungsanlagen (plus 22 %). Folglich bleibt auch der Gesamtanteil der Zusatzförderung an allen Förderfällen der kleinen Biomasseheizungen mit 60,6 % gleich (Vorjahr 60,8 %) (Tabelle A1 - 6). Bei der Zusatzförderung ist es möglich, dass mehrere verschiedene Zusatzförderungen für ein- und denselben Förderfall beansprucht werden.

Unter den Zusatzförderungen wird der Heizungspaket-Bonus (APEE) weiterhin am häufigsten in Anspruch genommen, sein Anteil bezogen auf alle 21.365 Förderfälle steigt leicht von 25,8 % in 2018 auf nunmehr 28,5 % in 2019 (Tabelle A1 - 5). Dieser Bonus, der den Tausch einer Öl- oder Gasheizung durch eine MAP-geförderte Heizung samt Maßnahmen zur Optimierung des gesamten Heizsystems (inklusive Heizkörper und Rohrleitungen) honoriert, war erst am 1. Januar 2016 eingeführt worden, so dass die unmittelbar danach rasch eingetretene Steigerung von 2016 auf 2017 und der danach relativ gleichbleibend hohe Anteil durch die gestiegene Bekanntheit der Maßnahme bei gleichzeitig hoher Attraktivität der Maßnahme begründbar ist.

Die sog. "Optimierungsmaßnahme", d. h. verschiedene Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung in Bestandsgebäuden, wurde in 24,1 % der Förderfälle in Anspruch genommen (Tabelle A1 - 5), dieser Anteil ist geringfügig niedriger als in 2018, als er bei 24,7 % lag. Nimmt man die stetige Zunahme der Anlagen im Neubau (vgl. Kapitel 2.6.2), in denen naturgemäß keine Optimierungsmaßnahmen erforderlich sind, so lässt das auf eine in Wahrheit etwas höhere Beliebtheit dieses Zusatzfördersegments schließen.

Tabelle A1 - 5: Inanspruchnahme einer Zusatzförderung in 2019, differenziert nach Gebäudeeffizienzbonus, Kombinationsbonus, Optimierungsmaßnahmen und Heizungspaket-Bonus (APEE)

Gefördertes Feuerungssystem	Anzahl Fälle	Anteil (bezogen auf alle Anlagen im jeweiligen Bonussegment)	Anteil bezogen auf alle Förderfälle in 2019[1]
Gebäudeeffizienzbonus:			
Scheitholzkessel	4	4,3 %	0,02 %
Hackschnitzelkessel	2	2,2 %	0,01 %
Pelletkessel	72	77,4 %	0,34 %
Pellet-Kombikessel	7	7,5 %	0,03 %
Hackschnitzel-Kombikessel	0	0,0 %	0,00 %
Pelletofen mit Wassertasche	8	8,6 %	0,04 %
Summe / Anteil	93	100 %	0,44 %
Kombinationsbonus:			
Scheitholzkessel	256	15,8 %	1,20 %
Hackschnitzelkessel	293	18,1 %	1,37 %
Pelletkessel	796	49,0 %	3,73 %
Pellet-Kombikessel	207	12,8 %	0,97 %
Hackschnitzel-Kombikessel	8	0,5 %	0,04 %
Pelletofen mit Wassertasche	63	3,9 %	0,29 %
Summe / Anteil	1.623	100 %	7,60 %
Optimierungsmaßnahme:			
Scheitholzkessel	1.402	27,3 %	6,56 %
Hackschnitzelkessel	599	11,7 %	2,80 %
Pelletkessel	2.219	43,2 %	10,39 %
Pellet-Kombikessel	725	14,1 %	3,39 %
Hackschnitzel-Kombikessel	8	0,2 %	0,04 %
Pelletofen mit Wassertasche	187	3,6 %	0,88 %
Summe / Anteil	5.140	100 %	24,06 %
Heizungspaket-Bonus (APEE):			
Scheitholzkessel	999	16,4 %	4,68 %
Hackschnitzelkessel	391	6,4 %	1,83 %
Pelletkessel	3.523	57,9 %	16,49 %
Pellet-Kombikessel	995	16,3 %	4,66 %
Hackschnitzel-Kombikessel	10	0,2 %	0,05 %
Pelletofen mit Wassertasche	168	2,8 %	0,79 %
Summe / Anteil	6.086	100 %	28,49 %

[1] alle Anlagen des jeweiligen Bonusfalls, bezogen auf alle 21.365 Förderfälle in 2019

Weniger häufig wurde ein Kombinationsbonus (d. h. mit Solarkollektoranlage, mit Wärmepumpe oder mit der Errichtung eines Wärmenetzes) gewährt (in 7,6 % der Fälle, d. h. 2,4 Prozentpunkte weniger als in 2018). Damit setzt sich der sinkende Trend aus den Vorjahren bei der Inanspruchnahme dieser Förderung weiter fort. Am geringsten wurde der Gebäudeeffizienzbonus nachgefragt (0,44 %), was kaum über dem Wert von 2018 liegt (0,33 %).

Bei allen vier Zusatzförderungen sind stets die Pelletkesselanlagen (ohne Kombi), welche anzahlmäßig insgesamt 45,8 % aller geförderten Anlagen beisteuern (Kapitel 2.1), überproportional vertreten, denn ihr Anteil an der Bonusförderung liegt im Mittel über alle Bonusarten bei 51,1 %. Das zeigt Tabelle A1 - 6, darin sind sämtliche Bonusförderungen gemeinsam ausgewertet und den Anlagenbauarten zugeordnet. Die Tatsache, dass die Bonusförderung gerade bei den Pelletkessel-Betreibern besonders gut angenommen wird lässt sich durch den relativ hohen spezifischen Pelletpreis (bezogen auf den Energiegehalt) erklären. Durch diesen hohen Preis erscheinen Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs besonders sinnvoll. Zwar ist der Scheitholzpreis energiemengenbezogen sogar noch etwas höher als der Pelletpreis (siehe Abbildung A1 - 16), allerdings wird bei den Scheitholzkesselbetreibern eine geringere Preissensibilität vermutet, weil diese sich häufig den Scheitholzbrennstoff als sogenannte „Selbstwerber“ selbst beschaffen können.

Tabelle A1 - 6: Gesamtübersicht zur Inanspruchnahme einer Zusatzförderung in 2019[2]

Gefördertes Feuerungssystem	Anzahl Bonusfälle	Deren Anteil (bezogen auf die Summe aller Bonusfälle)	Anteil bezogen auf alle Förderfälle in 2019[1]
Scheitholzkessel	2.661	20,6 %	12,5 %
Hackschnitzelkessel	1.285	9,9 %	6,0 %
Pelletkessel	6.610	51,1 %	30,9 %
Pellet-Kombikessel	1.934	14,9 %	9,1 %
Hackschnitzel-Kombikessel	26	0,2 %	0,1 %
Pelletofen mit Wassertasche	426	3,3 %	2,0 %
Summe / Anteil	12.942	100 %	60,6 %

[1] alle Anlagen des jeweiligen Bonusfalls bezogen auf alle 21.365 Förderfälle in 2019 (d. h. mit und ohne Bonus)

[2] Es wurden alle Boni berücksichtigt, d. h. die Kumulation mehrerer Boni ist möglich.

2.4 Regionale Verteilung

Die Anteile der Bundesländer an den von 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten kleinen Biomasseanlagen ist in Tabelle A1 - 7 ausgewiesen. Demnach ist der Anteil der beiden süddeutschen Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg mit nunmehr 55,8 % unverändert hoch (unverändert gegenüber 2018) und seit 2014 (51,1 %) leicht ansteigend. Bei den übrigen Bundesländern sind keine klaren Trends zu erkennen, die jährlichen Veränderungen liegen auf sehr niedrigem Niveau.

Tabelle A1 - 7: Regionale Verteilung der Gesamtanlagen von 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten kleinen Biomasseanlagen in Deutschland (Reihung für Bezugsjahr 2018)

	Regionale Verteilung der Anlagen							
Bundesländer	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Bayern	8.484	33,2 %	8.184	33,8 %	5.990	34,1 %	7.368	34,5%
Baden-Württemberg	5.558	21,8 %	5.293	21,8 %	3.805	21,7 %	4.543	21,3%
Nordrhein-Westfalen	1.959	7,7 %	1.692	7,0 %	1.264	7,2 %	1.530	7,2%
Sachsen	1.611	6,3 %	1.689	7,0 %	1.185	6,8 %	1.372	6,4%
Thüringen	1.381	5,4 %	1.514	6,2 %	1.055	6,0 %	1.179	5,5%
Hessen	1.555	6,1 %	1.387	5,7 %	1.006	5,7 %	1.303	6,1%
Rheinland-Pfalz	1.251	4,9 %	1.162	4,8 %	876	5,0 %	1.141	5,3%
Niedersachsen	1.222	4,8 %	1.027	4,2 %	834	4,7 %	1.029	4,8%
Sachsen-Anhalt	710	2,8 %	628	2,6 %	440	2,5 %	541	2,5%
Brandenburg	805	3,2 %	774	3,2 %	421	2,4 %	545	2,6%
Schleswig-Holstein	362	1,4 %	285	1,2 %	235	1,3 %	250	1,2%
Mecklenburg-VP	325	1,3 %	339	1,4 %	224	1,3 %	273	1,3%
Saarland	274	1,1 %	220	0,9 %	172	1,0 %	259	1,2%
Berlin	13	0,1 %	13	0,1 %	13	0,1 %	18	0,1%
Hamburg	19	0,1 %	11	0,0 %	9	0,1 %	8	0,0%
Bremen	15	0,1 %	11	0,0 %	8	0,1 %	6	0,0%
Gesamt	25.545	100 %	24.229	100 %	17.537	100%	21.365	100%

2.5 Geförderter Wirtschaftszweig (Gesamtanlagen)

Erstmals in 2019 erlaubt die Datenerfassung auch eine Auswertung nach der Zuordnung der Fördergeldempfänger. Hier werden 11 Bereiche („Wirtschaftszweige“) unterschieden (Tabelle A1 - 8). Die überwältigende Mehrzahl der Fördernachfrage kommt demzufolge von den privaten Haushalten (95 % aller Fälle). Nur knapp 3 % der Förderfälle sind gewerbliche Nutzer der Gruppe „Gewerbe, Handel“.

Die Gruppe „Landwirtschaft“ ist mit 1 % vertreten, hier dürfte es sich aber womöglich nur um jene Betreiber handeln, die die Biomasseheizung auch oder überwiegend für Wärmeanwendungen im betrieblichen Bereich verwenden. Möglicherweise haben solche Betreiber, die zwar Landwirt*innen sind, sich wegen einer ausschließlich privaten Wärmenutzung nicht zur Landwirtschaft hinzugezählt. Dann wäre diese Zahl etwas unterschätzt..

Die Erfassung in der Kategorie „Landwirtschaft“ lässt leider keinerlei Rückschlüsse zu, in wie weit ein direkter eigener Zugriff auf Holzbrennstoff bei der Investitionsentscheidung eine Rolle gespielt haben könnte. Denn die Zahl der Waldbesitzer unter den Geförderten kann deutlich über der hier ausgewiesenen Zahl von 1 % Landwirtschaft liegen. Viele Landwirte sind zwar auch Waldbesitzer, aber nicht alle Waldbesitzer sind zugleich auch als landwirtschaftliche Betriebe registriert. Die Zahl der körperschaftlichen und privaten Waldeigentümer in Deutschland wird auf 2 Million geschätzt [AGDW 2021]. Die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe hingegen liegt nur bei ca. 267.000 [Statista 2021].

Neben den Landwirten sind als Einzelgruppen noch die Öffentlich-rechtlichen, die Freiberufler sowie die Kirchen/Schulen als Geförderte hervorzuheben, die aber nur insgesamt zwischen 33 und 75 der Fälle beitragen und damit deutlich unter 1 % Anteil liegen. Insbesondere Schulen/Kirchen und öffentliche

Einrichtungen werden aber in ihrer Vorbildrolle stärker wahrgenommen und dürften daher langfristig eine hervorgehobene Wirkung bei der weiteren Verbreitung der Bioenergie als erneuerbare Energiequelle im Wärmemarkt besitzen.

Tabelle A1 - 8: Geförderter Wirtschaftszweig in 2019 (über alle Anlagen)

Geförderter Wirtschaftszweig	relativ	absolut
Privater Haushalt	95,38 %	20.379
Industrie	0,00 %	0
Gewerbe, Handel etc.	2,77 %	591
Landwirtschaft	0,98 %	209
Kontraktor	0,07 %	14
Öffentlich-rechtlicher	0,35 %	75
Freiberufler	0,28 %	59
Kirchen/Schulen	0,15 %	33
Kommunale Unternehmen	0,02 %	4
Energiedienstleister	0,00 %	0
Sonstiges	0,00 %	1
Gesamt	100 %	21.365

2.6 Innovationsförderung

Zu den innovativen Elementen bei den Biomasseheizungen zählen Brennwertfeuerungen und Anlagen mit Staubabscheidern. Deren Beitrag im MAP wird nachfolgend untersucht.

2.6.1 Geförderte Technologien

Bei der Frage, welche der förderfähigen Innovationstechnologien im Markt bevorzugt Berücksichtigung fanden, zeigt sich, dass die Staubabscheider seit 2016 relativ konstant mit Anteilen von 60,4 bis 63,5 % den überwiegenden Teil übernehmen, wobei es sich fast vollständig um elektrostatische Abscheider handelt. Zusammengenommen mit den unbedeutenden filternden Abscheidern (nur 4 Anlagen) und den in 2019 abrupt bedeutungslos gewordenen Abgaswäschern (nur noch 25 Anlagen mit 0,4 % Anteil) macht die Kategorie der Staubabscheider in 2019 insgesamt 60,4 % aller Förderfälle aus (Tabelle A1 - 9). Die Brennwertfeuerungen erfreuen sich mit 39,1 % konstant hoher Beliebtheit.

Insgesamt ist auffällig, dass die Innovationsförderung mit zuletzt 6.081 gegenüber 2018 zahlenmäßig mit plus 52 % deutlich stärker gestiegen ist das bei den Gesamtanlagen beobachtet wurde (nur plus 22 %). Die Innovationsförderung wird somit inzwischen bereits in 28,5 % aller Fälle bei den geförderten kleinen Biomasseanlagen in Anspruch genommen. Das zeigt den zunehmenden Bekanntheitsgrad dieses Fördersegments, in welchem eine zunehmende Anzahl verschiedener Hersteller passende Produkte anbietet (Kapitel 3.2.2). Insgesamt wurde eine Brennwertfeuerung 2.377-mal gefördert, bei den Staubabscheidern waren es 3.675 Fälle.

Tabelle A1 - 9: Verteilung der Innovationsförderung auf die einzelnen Technologien von 2016 bis 2019 (ohne Prozesswärme)

Geförderte Technologie	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Brennwertnutzung	791	38,3 %	1.430	35,6 %	1.450	36,1 %	2.377	39,1 %
elektrostatische Abscheider	1.260	61,0 %	2.549	63,5 %	2.482	61,9 %	3.675	60,4 %
Abgaswäscher	7	0,3 %	33	0,8 %	72	1,8 %	25	0,4 %
filternde Abscheider	1	0,1 %	3	0,1 %	2	0,0 %	4	0,1 %
nicht definiert	7	0,3 %	0	0,0 %	6	0,1 %	0	0,0 %
Summe	2.066	100 %	4.015	100 %	4.012	100 %	6.081	100 %
Anteil an Gesamt-anzahl	–	8,1 %	–	16,6 %	–	22,9 %	–	28,5%

Die Innovationsförderung entfällt auch weiterhin zu einem überwiegenden Anteil auf Pellet-Zentralheizungskessel. Alle Pelletfeuerungsbauarten zusammengenommen kommen in 2019 auf einen Anteil von 69,7 % (2018: 69,5 %), sie liegen damit klar vor der zweithäufigsten Anlagentechnik, den Hackschnitzelkesseln, die zuletzt nicht mehr weiter gestiegen sind und inzwischen aber bei ca. 24,1 % verharren (Tabelle A1 - 10). Ihr Anteil hat sich aber seit 2016 mehr als verdoppelt. In Abbildung A1 - 3 sind die Verteilung der Innovations-Technologien sowie die Bauarten der in 2019 entsprechende ausgestatteten Anlagen grafisch dargestellt.

Tabelle A1 - 10: Verteilung der Innovationsförderung auf die einzelnen Anlagenarten von 2016 bis 2019 (ohne Prozesswärme)

Feuerungssystem	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Scheitholzkessel	159	7,7 %	232	5,8 %	197	4,9 %	345	5,7 %
Hackschnitzelkessel	230	11,1 %	878	21,9 %	1.010	25,2 %	1.468	24,1 %
Pelletkessel	1.557	75,4 %	2.802	69,8 %	2.483	61,9 %	3.697	60,8 %
Pellet-Kombikessel	104	5,0 %	96	2,4 %	303	7,6 %	543	8,9 %
Hackschnitzel-Kombikessel	10	0,5 %	1	0,0 %	9	0,2 %	14	0,2 %
Pelletofen	6	0,3 %	6	0,1 %	10	0,2 %	14	0,2 %
Summe	2.066	100 %	4.015	100 %	4.012	100 %	6.081	100 %

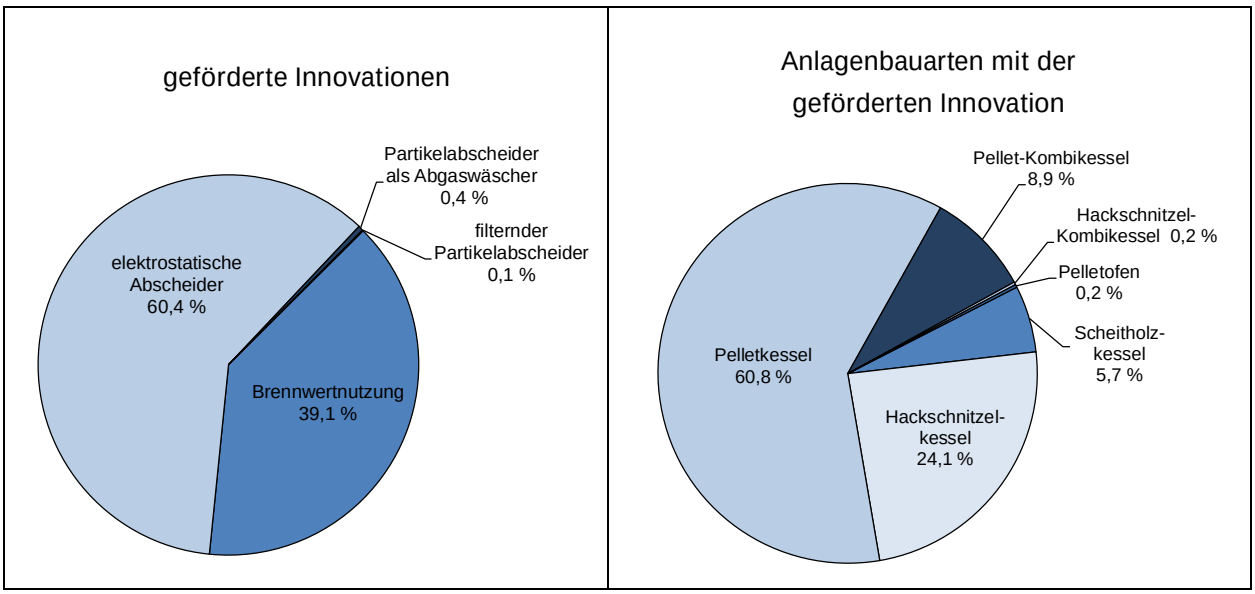


Abbildung A1 - 3: Verteilung der geförderten Innovationen (links) und Art der damit ausgestatteten Anlagen (rechts) in 2019 (ohne Prozesswärme)

Es kann angenommen werden, dass bei der Innovationsförderung für Hackschnitzelfeuerungen kaum Anlagen mit Brennwertfunktion eingesetzt werden, da entsprechende Hackgutkessel mit integriertem Kondensationsabscheider erst in 2018 in den Markt eingeführt wurden (Fa. Fröling) und außerdem effizienzsteigernde Maßnahmen, wie die Abgaskondensation oder die Flächenheizung, angesichts der relativ geringen Brennstoffkosten wirtschaftlich weniger attraktiv sind. Somit dürfte es sich bei den in Hackschnitzelkessel eingesetzten Innovation fast ausschließlich um Staubabscheider handeln, die bei Hackgutkesseln seit 2016 zunehmend überproportional häufig eingesetzt werden. Aus Sicht des Emissionsschutzes ist dieses Ergebnis besonders erfreulich, weil im Alltag der Anlagenbenutzung – anders als bei Scheitholz- und Pelletfeuerungen – größere Brennstoff-Qualitätsschwankungen und Leistungsänderungen eintreten, die sich auf den Staubausstoß im Rohgas auswirken können. Die dabei zwangsläufig auftretenden Emissionsspitzen dürften folglich durch die vermehrt in Anspruch genommene Innovationsförderung besonders wirksam "gekappt" werden.

Prozesswärme

Eine Förderung von Kleinanlagen mit Prozesswärmenutzung wurde in 2019 insgesamt nur 2-mal gewährt (je 1 x im Alt- und Neugebäude). Gegenüber den 10 Fällen in 2018 und den 14 Fällen in 2017 ist das ein stetiger Rückgang. In 2016 waren es nur 7 Förderfälle. Weitergehende Auswertungen zu diesem Fördersegment können aufgrund der geringen Anzahl nicht erfolgen.

Die hier beobachtete geringe Attraktivität der Biomassefeuerungen ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass bei den gewerblichen Prozesswärmeanwendungen häufig ein Erdgasanschluss vorhanden ist und dass für den Brennstoff wegen der meist größeren Liefermengen auch höhere Preiszugeständnisse als bei Privatkunden gemacht werden. Außerdem wird meist nicht nur einfache Raumwärme erzeugt, sondern es wird in der Regel Wärme auf einem hohen Temperaturniveau benötigt, weshalb auch ein Wärmepumpeneinsatz nicht in Frage kommt.

2.6.2 Gebäudeart (Altbau/Neubau)

Seit 2015 ist im Rahmen der Innovationsförderung auch eine Förderung in Neubauten möglich. Die Auswertungen für 2019 zeigen, dass es sich bei insgesamt 6,7 % aller Förderfälle im Bereich der kleinen Biomasse um Anlagen in Neubauten handelt (Abbildung A1 - 4, rechts). Das entspricht einer deutlichen und kontinuierlichen Steigerung des Neubauanteils, der in 2016 noch bei 2,1 % und in 2017 und 2018 bei 4,1 % und 5,6 % lag.

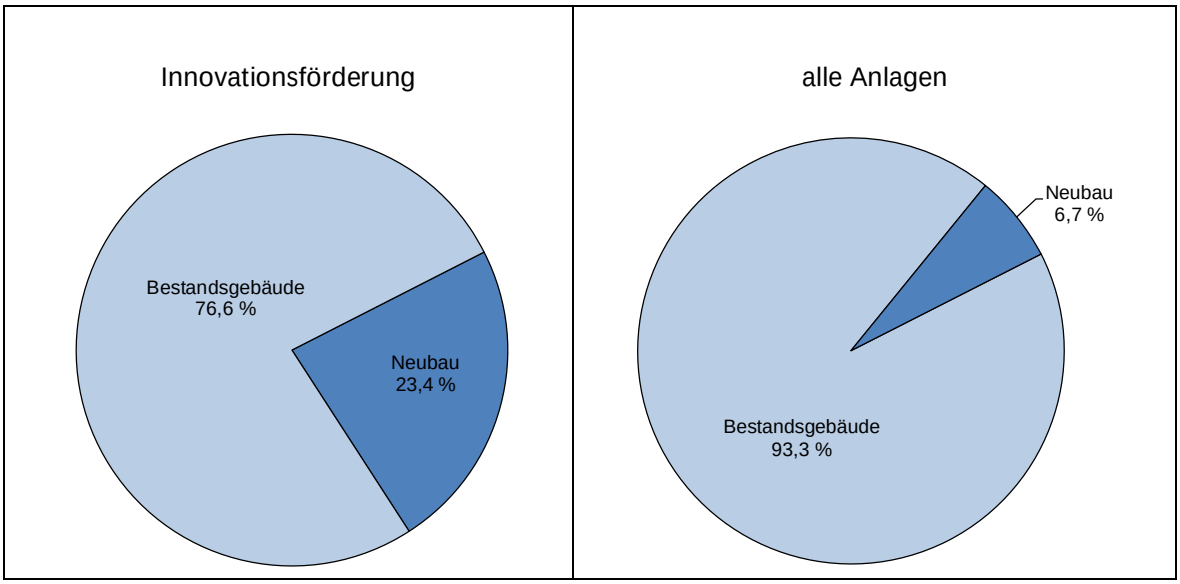


Abbildung A1 - 4: Anteile der Neubauten an der Innovationsförderung (links) sowie an der Anzahl insgesamt geförderter Anlagen (rechts) in 2019

Ein wichtiger Grund für die Innovationsförderung bei Neubauten lag darin, dass bei diesen Gebäuden häufiger ein geeignetes Flächenheizungssystem mit den für eine sinnvolle Brennwertnutzung notwendigen niedrigen Heizkreislauftemperaturen vorhanden ist. Daher war vermutet worden, dass Brennwertfeuerungen hier bevorzugt zum Einsatz kommen würden. Es ist jedoch festzustellen, dass der Anteil der Neubauten an der Innovationsförderung bislang insgesamt überraschend gering blieb und seit der Einführung in 2015 sogar stetig rückläufig ist; inzwischen liegt er nur noch bei 23,6 % in 2019 (Tabelle A1 - 11). Hier steht zu vermuten, dass sich der in Neubauten zunehmend verringernde Wärmeleistungsbedarf zum Nachteil der Holzheizungen auswirkt. Für sie bedeutet ein steigender Wärmedämmungs-Standard einen abnehmenden Wirtschaftlichkeitsvorteil, der durch den meist niedrigeren Holzbrennstoffpreis zustande kommt. Da bei geringerem Wärmebedarf die erhoffte Kosteneinsparung über die Nutzungszeit in Frage gestellt ist, kommt dann bei der Wahl des Heizungssystems häufiger ein anderer Wärmeerzeuger zum Zuge.

Hinzu kommt, dass neue Wohngebäude zur Einhaltung der Wärmebedarfsanforderungen immer häufiger ohne Schornstein errichtet werden, da dieser im unbenutzten Zustand zunächst wie eine Kältebrücke wirkt. Somit müsste für eine Nutzung mit Holzbrennstoffen erst noch ein Schornstein nachgerüstet werden. In vielen neu ausgewiesenen Neubaugebieten wird zudem auch die Nutzung von Holzfeuerungen von vorn herein ausgeschlossen. Weil dadurch auch Einzelraumfeuerungen ausgeschlossen sind, kommt es meist gar nicht erst zum Einbau eines (mehrzügigen) Schornsteins.

Tabelle A1 - 11: Verteilung der Innovationsförderung nach Gebäudeart von 2016 bis 2019

Gebäudeart	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Neubau	545	26,4 %	991	24,7 %	988	24,6 %	1.421	23,4 %
Bestandsgebäude	1.521	73,6 %	3.024	75,3 %	3.024	75,4 %	4.660	76,6 %
Summe	2.066	100 %	4.015[1]	100 %	4.012[1]	100 %	6.081[1]	100 %
Anteil Neubau an Gesamtanlagen		2,1 %		4,1 %		5,6 %		6,7 %

[1] ohne Prozesswärme

Die Aufteilung der beiden Innovationsarten ist in den beiden Gebäudearten unterschiedlich. Die Tatsache, dass im Neubau wegen der vermutlich häufiger verwendeten Flächenheizungen (z. B. Fußbodenheizung) grundsätzlich bessere Einsatzbedingungen für Brennwertfeuerungen vorliegen, wirkt sich in der MAP Förderung inzwischen aus, denn hier ist der Brennwertanteil mit 46,3 % fast 10 Prozentpunkte höher als bei den Bestandsgebäuden (36,9 %), das zeigt Tabelle A1 - 12. Hier kam es zuletzt zu Veränderungen, denn noch in 2018 hatte der Anteil der Brennwertfeuerungen im Neubau nur um 3,4 Prozentpunkte höher gelegen.

Tabelle A1 - 12: Verhältnis der Innovationsarten bei den beiden betrachteten Gebäudearten in 2019 (ohne die zwei Fälle mit Prozesswärme)

	Anzahl Fälle	Relativer Anteil
Neugebäude:		
Brennwert	658	46,3 %
E-Abscheider / Wäscher / Filter	761 / 2 / 0	53,7 %
Summe	1.421	100 %
Bestandsgebäude:		
Brennwert	1.719	36,9 %
E-Abscheider /Wäscher / Filter	2.914 / 23 / 4	63,1 %
Summe	4.660	100 %
Summe alle Fälle	6.081	

2.6.3 Geförderter Wirtschaftszweig (nur Innovation)

Die erstmals in 2019 mögliche Datenerfassung erlaubt nun auch eine Auswertung nach der Zuordnung der Fördergeldempfänger (vgl. hierzu auch Kapitel 2.5), wobei 11 Bereiche („Wirtschaftszweige“) unterschieden werden. Speziell für den Innovationsbereich zeigt Tabelle A1 - 13 die entsprechende Zuordnung. Auch hier kommt die überwältigende Mehrzahl der Fördernachfrage von den privaten Haushalten (93 % aller Fälle). Mit ca. 4 % der Förderfälle ist die gewerbliche Nutzergruppe („Gewerbe, Handel“) etwas stärker vertreten als bei den Gesamtanlagen. Bei der Gruppe „Landwirtschaft“ verdoppelt sich der Anteil von 1 % auf ca. 2 %, verglichen mit der Zuordnung bei den Gesamtanlagen. Hier wirkt sich vermutlich aus, dass in der Landwirtschaft Hackschnitzelheizungen überproportional vertreten sind, und dass diese Nutzer verstärkt auf die Nutzung von Partikelabscheidern angewiesen sind, damit sie eine größere Vielfalt an Brennstoffquellen nutzen und auch die in regelmäßigen Abstand erforderliche Abgasmessung durch den Schornsteinfeger bestehen können.

Bei den übrigen Gruppen ergeben sich nur geringe Abweichungen gegenüber der Verteilung bei der Gesamtförderung (Tabelle A1 - 13 im Vergleich zur Tabelle A1 - 8). Bezeichnenderweise sinkt aber bei der Gruppe der Öffentlich-rechtlichen Nutzer die Anzahl Fälle, in denen eine Innovationsförderung beantragt wurde, auf 0,26 % (von 0,35 % aller Fälle bei den Gesamtanlagen). Hier dürfte sich die Tatsache auswirken, dass Planungsämter aus haushaltsrechtlichen Gründen gehalten sind, lediglich die gesetzlich notwendigen technischen Mindeststandards zu erfüllen.

Tabelle A1 - 13: Geförderter Wirtschaftszweig in 2019 (nur Innovationsförderung) (zu den Gesamtanlagen siehe Tabelle A1 - 8)

Geförderter Wirtschaftszweig	relativ	absolut
Privater Haushalt	93,11%	5.662
Industrie	0,00%	0
Gewerbe, Handel etc.	4,09%	249
Landwirtschaft	1,87%	114
Kontraktor	0,10%	6
Öffentlich-rechtlicher	0,26%	16
Freiberufler	0,39%	24
Kirchen/Schulen	0,13%	8
Kommunale Unternehmen	0,03%	2
Energiedienstleister	0,00%	0
Sonstiges	0,00%	0
Gesamt	100 %	6.081

3 Marktentwicklung

In den nachfolgenden Kapiteln werden die beobachteten Markttendenzen und die Strukturen vorgestellt. Dabei werden Anlagenhersteller und ihre Anteile an MAP-Förderfällen betrachtet sowie die Herkunftsländer der Technologien herausgearbeitet. Außerdem werden Wechselwirkungen mit weiteren marktbeeinflussenden Förderinstrumenten diskutiert.

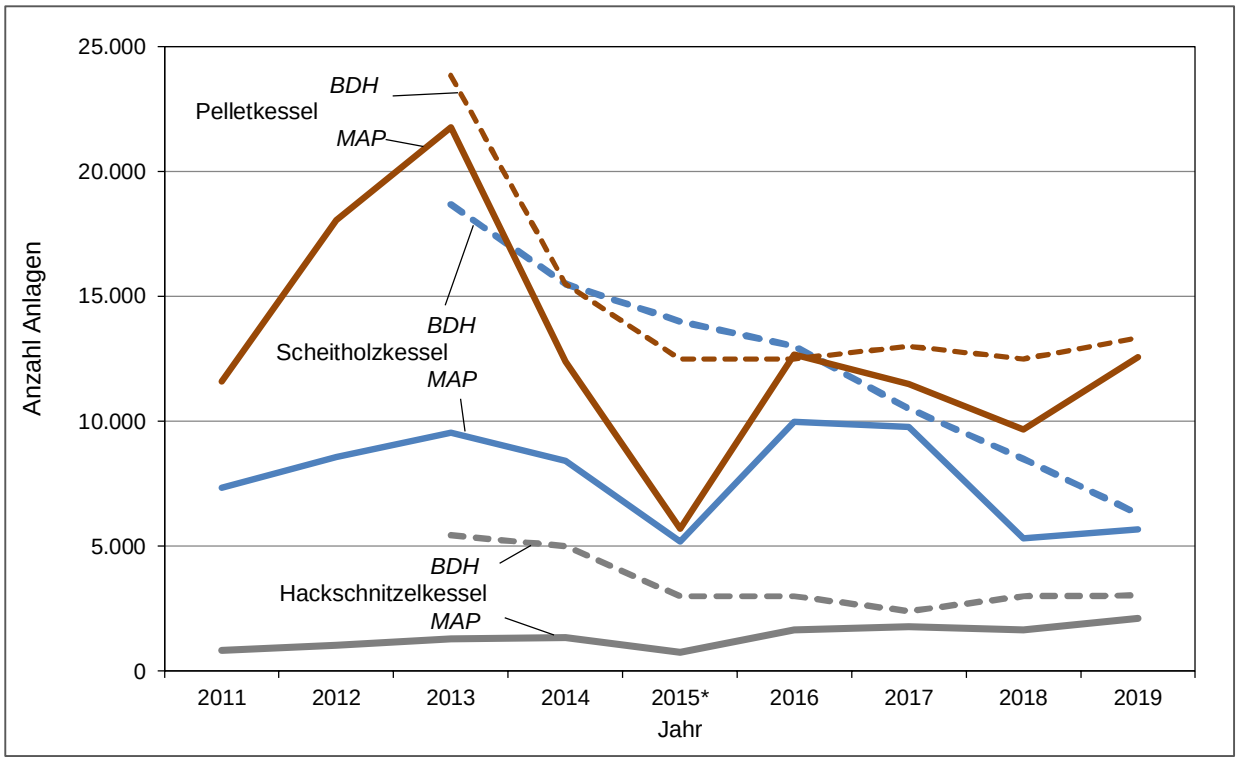
3.1 Wachstum der Märkte

Aus aktuellen Marktdaten ist der Anteil der im MAP geförderten Biomassefeuerungen an der Summe aller in 2019 neu installierten Biomassefeuerungen bis 100 kW nur grob feststellbar, es bestehen nach wie vor größere Unsicherheiten. Sie sind darin begründet, dass die Ermittlung der Absatzzahlen durch den Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) auf Basis von Mitgliederangaben gemacht werden muss. Da die Hersteller jedoch nicht vollständig im BDH organisiert sind, muss auf den Gesamtmarkt hochgerechnet bzw. geschätzt werden.

Die Angaben des BDH für Pellet-, Scheitholz- und Hackschnitzelkessel werden in Abbildung A1 - 5 den MAP-Zahlen gegenübergestellt, wobei die Kombianlagen im MAP den Pellet- bzw. Hackschnitzelkesseln zugeschlagen wurden und Pelletöfen mit Wassertasche in dieser Darstellung nicht berücksichtigt sind. Es zeigt sich, dass zwischen dem Gesamtmarkt und den MAP-geförderten Anlagen teilweise zwar noch Lücken bestehen, allerdings steigt die Marktabdeckung der geförderten Fälle in allen Kategorien deutlich. Das gilt bei den Hackschnitzelkesseln, bei denen inzwischen 69 % der Gesamtanzahl gefördert wurde (2018: 55 %), und vor allem bei den Scheitholzkesseln (90 % in 2019, verglichen mit 63 % in 2018). Bei Pelletkessel liegt er aktuell sogar bei 94 % (77 % in 2018). Über alle Bauarten ist ein MAP-geförderter Anteil von 90 % festzustellen, für 2018 lag dieser Anteil noch bei nur 69 %.

Die abnehmende Diskrepanz zwischen Gesamtmarkt und MAP-Förderanteil belegt, dass die Attraktivität der Förderung hoch ist und immer weniger Fälle ohne Förderung zustande kommen. Diese Daten zum Gesamtmarkt unterstreichen aber auch, dass der Gesamtmarkt für kleine Biomassekessel seit 2013 rückläufig ist (Abbildung A1 - 5); ein Trend, der offenbar vom MAP nicht aufgehalten wurde. Lediglich für Pelletkessel (inkl. Kombianlagen) ist in den letzten beiden Jahren offenbar ein stabiler Verlauf zu vermelden; das zeigt auch Abbildung A1 - 7.

Marktdaten für Pelletheizungen liegen auch aus einer anderen Quelle vor, dem Deutschen Energieholz- und Pelletverband e.V. (DEPV). Demnach ist in diesem Segment ein relativ stetiger Zubau eingetreten, welcher dazu führte, dass bis einschließlich 2019 knapp 492.000 Anlagen in Deutschland errichtet wurden; das zeigt Abbildung A1 - 6. In dieser Zahl sind auch die im MAP nicht-förderfähigen Pellet-Einzelraumfeuerungen (ohne Wassertasche) enthalten.



* Geänderte Zuordnung der geförderten Anlagen zum Förderjahrgang

Abbildung A1 - 5: Vergleich der Anzahl MAP-geförderter Anlagen mit der Entwicklung des Gesamtmarktes für Pellet-, Scheitholz- und Hackschnitzelkessel. Datenquelle zum Gesamtmarkt "BDH": BDH 2021

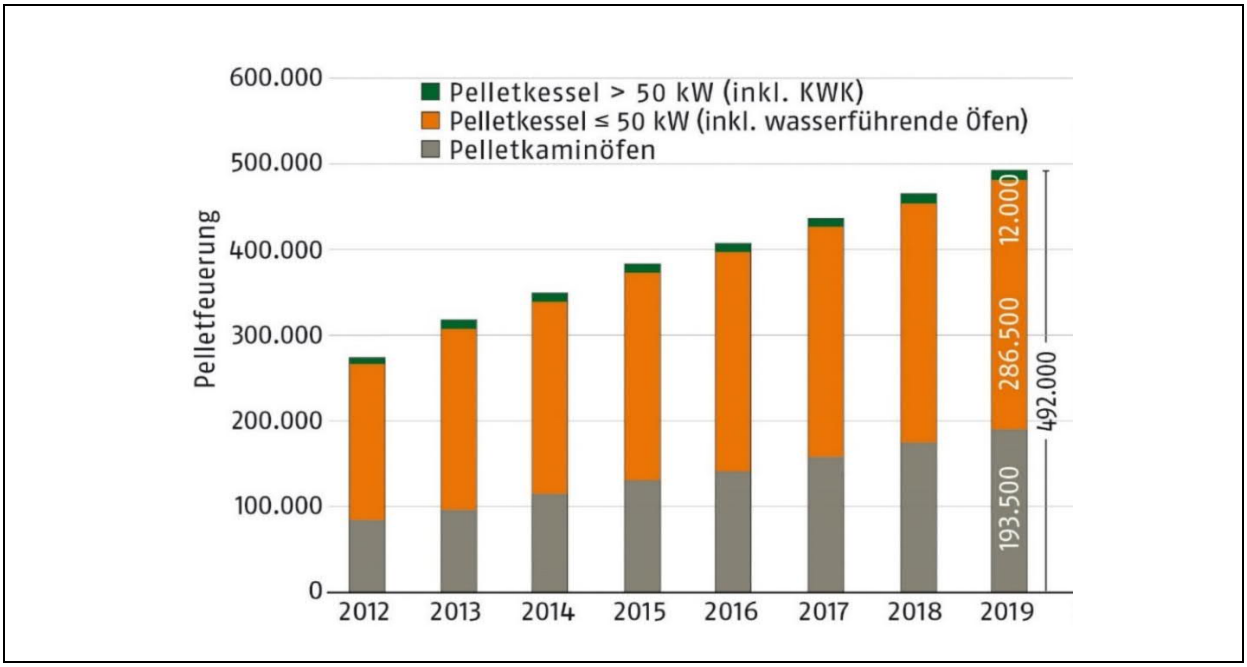


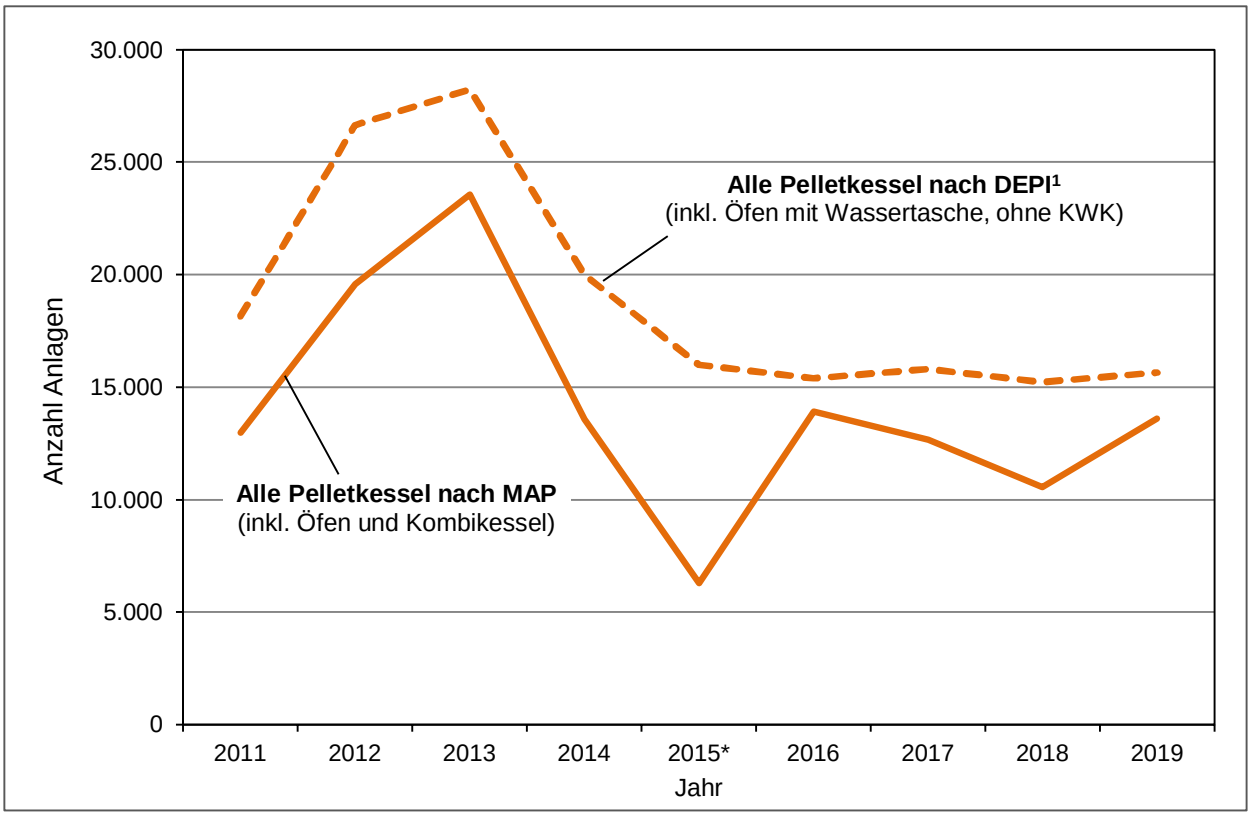
Abbildung A1 - 6: Entwicklung des Anlagenbestands an Pelletfeuerungen, d. h. Öfen und Zentralheizungskessel, in Deutschland. Quelle: DEPV 2021

Die Hintergrunddaten zu Abbildung A1 - 6 wurden dem TFZ vom Deutschen Energieholz- und Pelletverband (DEPV) über das Deutsche Pelletinstitut (DEPI) für die Evaluierung zur Verfügung gestellt. Für einen darauf basierenden Vergleich der Marktentwicklung im MAP mit der Gesamtmarktentwicklung ist die Gruppe aller Pellet-Zentralheizungsanlagen am besten geeignet. Abbildung A1 - 7 zeigt diese Gegenüberstellung. Dazu ist anzumerken, dass die Zahlen zum Gesamtmarkt auch einige wenige Anlagen mit

mehr als 100 kW Nennwärmeleistung sowie einige KWK Anlagen (z.B. Holzvergaser oder Kleinkessel mit Stirlingmotoren) enthalten, deren Anzahl dürfte jedoch vernachlässigbar gering sein. Das zeigt schon die Tatsache, dass von der Klasse <50 kW bis hin zur Klasse 50 bis 100 kW eine deutlich reduzierte Anzahl erkennbar ist, denn die größere Anlagengruppe trägt nur noch 4,2 % zur Gesamtstatistik nach DEPI bei. Die Unterschiede zu den in Abbildung A1 - 5 gezeigten Daten beruhen vermutlich auf der unterschiedlichen Erfassung der Marktdaten, zumal in den genannten Verbänden teilweise unterschiedliche Mitgliedsunternehmen gelistet sind.

Aus den Zahlen in Abbildung A1 - 7 ist auch erkennbar, dass sich der Gesamtmarkt bei den Pellet-Zentralheizungen bis 2014 relativ parallel zur Anzahl der Förderfälle entwickelt hat. Zwischen der Gesamtmarkt-Anzahl und der Anzahl MAP-geförderter Pelletheizungen besteht eine Lücke, die bis einschließlich 2014 noch in einer Bandbreite von 17 % (2013) bis maximal 32 % (2014) gelegen hatte; in 2019 schließt sich diese Lücke auf nunmehr 13 % und befindet sich in guter Übereinstimmung mit den oben genannten BDH Zahlen (10 %). Die Jahre 2015 und 2016 waren wegen systematischer Umstellungen in der Datenzuordnung Ausnahmejahre und sollten daher hier nicht betrachtet werden.

Der seit 2013 eingetretene Rückgang der Förderzahlen korreliert mit der Entwicklung der fossilen Konkurrenz-Energieträgerpreise, denn der Preisvorteil für die Biomassebrennstoffe gegenüber Heizöl (extra leicht, H_{EL}) hatte sich wegen des Rohölpreisverfalls in den letzten Jahren (beginnend ab 2013) stark abgeschwächt (vgl. Kapitel 5.2). Das gilt insbesondere für Holzpellets, die dem sinkenden Heizöl-Preistrend zwar leicht folgen mussten, das konnte jedoch die größer werdenden Kostennachteile durch den stärker gesunkenen Heizölpreis nicht kompensieren. In der Folge hatte sich somit gerade bei der Anlagengruppe der Holzpelletheizungen der größte Einbruch bei den Stückzahlen ergeben, sowohl im MAP als auch im Gesamtmarkt, wobei diese Entwicklung vermutlich auch durch die inzwischen mehrjährige Folge von sehr milden Wintern unterstützt wurde. Erst ab 2017 beginnt sich nun der insbesondere für Pelletheizungen negative Brennstoff-Preistrend vorübergehend stark umzukehren, inzwischen hat sich ein spezifischer Preisvorteil von ca. 15 ct/Liter Heizöläquivalent (Januar 2020) eingestellt (vgl. Abbildung A1 - 16).



[1] Die DEPI-Zahlen beinhalten auch einige Anlagen mit mehr als 100 kW Nennwärmeleistung sowie KWK-Anlagen
* Geänderte Zuordnung der geförderten Anlagen zum Förderjahrgang

Abbildung A1 - 7: Vergleich der Anzahl MAP-geförderter Pelletfeuerungen (inkl. Öfen mit Wassertasche und Kombianlagen) mit der jährlichen Entwicklung des Gesamtmarktes für Pellet-Zentralheizungen inkl. Öfen mit Wassertasche. Datenquelle zum Gesamtmarkt: DEPI 2021

3.2 Marktstruktur

Die nachfolgenden Auswertungen basieren auf dem vom BAFA übermittelten Datenumfang zu allen geförderten kleinen Biomasseheizungen für 2019, d. h. sie beziehen sich auf die auswertbaren Angaben zu den insgesamt übermittelten 21.365 Datensätzen. Für die Förderjahre 2017 bis 2019 war die Basis dieser Auswertung nochmals breiter als für 2016, als die Herstellerangaben als sich die Datenauswertung zur Marktstruktur noch auf die Auswertung der 350-Anlagenstichprobe beschränken musste.

Nicht zu allen Aspekten waren die vorgelegten Datensätze vollständig auswertbar. Für die Feststellung der Marktanteile der Hersteller konnten insgesamt nur 15.112 Fälle herangezogen werden, denn nicht zu jedem erfassen Datensatz liegt auch immer eine Hersteller- und Typenangabe vor. Fast vollständig sind die Herstellerangaben bei den Pelletöfen mit Wassertasche (ca. 98 %) sowie bei den Scheitholzkessel (ca. 93 %), während die Angaben zu den Herstellern der Hackschnitzelkessel am lückenhaftesten sind (nur 28 %), das zeigt Tabelle A1 - 14. Die Ursache hierfür ist in der Tatsache zu suchen, dass zu sämtlichen Innovations-Förderfällen in 2019 die Angabe zum Kesselhersteller fehlt; das gilt auch dann, wenn es sich bei dem Innovationsbauteil um ein nachrüstbares Gerät (z. B. ein Abscheider) eines Fremdherstellers handelt. Aus den Angaben in Tabelle A1 - 14 errechnet sich somit eine Datenlücke von 6.253 Anlagen, das entspricht ziemlich genau der Anzahl der geförderten Innovationsfälle (6.081 Anlagen).

Tabelle A1 - 14: Auswertbare Datensätze zu den Hersteller- und Typenangaben in 2019 (über Gesamtanlagen)

Anlagentyp	Gesamtanzahl	mit Herstellerangabe	Anteil auswertbar (%)
Pelletofen, Wassertasche	1.024	1.000	97,7 %
Scheitholzkessel	5.678	5.275	92,9 %
Hackschnitzelkessel	2.069	584	28,2 %
Pelletkessel	9.789	6.033	61,6 %
Hackschnitzel-Kombi	30	16	53,3 %
Pellet-Kombi	2.775	2.204	79,4 %
Gesamt	21.365	15.112	70,7%

3.2.1 Herstellerverteilung nach Herkunftsländern

Die Zusammenstellung der Herstellerländer, aus denen die geförderten Anlagen gemäß TFZ Recherche vermutlich stammen (ausschlaggebend ist der Firmensitz des Herstellers), zeigt die nachfolgende Übersicht (Tabelle A1 - 15). Die Gesamtanzahl der Hersteller ist seit der Jahre 2016 und 2017 (jeweils 167 Hersteller) stetig weiter gesunken. Nach 155 Herstellern im Vorjahr sind nun in 2019 weitere 15 Hersteller weggefallen, derzeit sind es nur noch 141. Neu hinzugekommene Herstellerländer gab es keine. Ganz als Herstellerländer herausgefallen sind Mazedonien und Slowenien (je 1 Hersteller). Nur in Italien, der Tschechischen Republik und in Schweden kam es zu einer Zunahme der Anzahl von Herstellern (jeweils plus 1). Der größte Wegfall von Herstellern ist in Deutschland zu verzeichnen (minus 11, auf nur noch 60 Hersteller in 2019). In Österreich fielen drei Hersteller weg.

Tabelle A1 - 15: Anzahl Hersteller aus den einzelnen Herkunftsländern in 2019. Bezug: alle Anlagen, Zuordnung nach Firmensitz

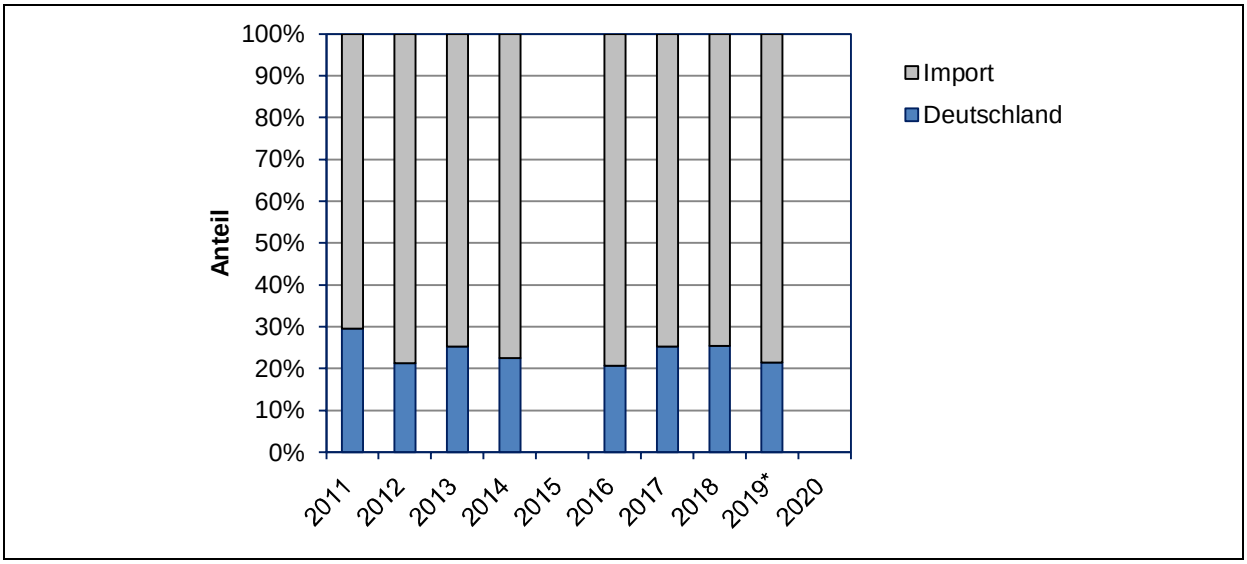
Land	Anzahl
Deutschland	60
Österreich	24
Italien	25
Polen	11
Tschechische Republik	7
Dänemark	5
Schweden	3
Slowakei	1
Bosnien-Herzegowina	1
Finnland	1
Türkei	1
Frankreich	1
Schweiz	1
Summe	141

Die oben vorgenommene Auflistung der Anzahl Hersteller in jedem Herkunftsland erlaubt aber noch keine Rückschlüsse auf den Marktanteil, den die Länder insgesamt beanspruchen. Ein solcher nach Ursprungsländern differenzierter Marktanteil erfordert es, dass jeder einzelne Förderfall dem Herkunftsland des Herstellers zugeordnet und länderweise aufaddiert wird. Eine solche Darstellung zeigt Abbildung A1 - 9. Demnach stammt nach wie vor die Mehrzahl aller geförderten Anlagen von österreichischen

Herstellern. Zwischen 2013 und 2019 lag deren Anteil relativ konstant bei ca. 62 bis 65 % (Ausnahme: 2018: 60,8 %); er verharrt auch in 2019 bei 62,4 % (übergreifend über alle Baugruppen). Der inländische Marktanteil hatte sich 2017 und 2018 noch stabilisiert bei ca. 25,4 %, fiel aber in 2019 auf 21,4 % zurück (Abbildung A1 - 8). Allerdings schlägt der eigentliche Kesselkauf inzwischen nur noch mit weniger als der Hälfte der gesamten Investitionen zu Buche (vgl. Darstellungen in Abschnitt 5.1).

Neben Österreich und Deutschland werden lediglich von Herstellern aus der Tschechischen Republik mit ca. 7 % und aus Italien mit ca. 5 % noch nennenswerte Marktanteile erreicht. Diese Anteile resultieren im Falle Tschechiens aus den hohen Verkaufszahlen von Scheitholzkesseln (hier: ca. 10,2 % Anteil), während der Anteil Italiens auf den höheren Marktanteilen bei den Pelletöfen mit Wassertasche beruht (hier ca. 53,9 % Anteil). Bei Hackgutkesseln erreicht der österreichische Marktanteil inzwischen einen Spitzenwert von 87 %, gegenüber 2018 ist das ein Anstieg um 17 Prozentpunkte. Möglicherweise ist dieser Anstieg aber auch verzerrt, weil in 2019 erstmals die Hersteller von Kesseln mit Innovationförderung nicht mit-erfasst worden waren. Das gilt auch für die übrigen Kesselbauarten. Bei den Scheitholzkesseln konnte sich der Rückgang in der Nachfrage nach Geräten inländischer Hersteller, der bis 2014 kontinuierlich auf zuletzt nur noch 10 % abgesackt war, inzwischen wieder erholen; er liegt jetzt wieder bei ca. 26,9 % (Vorjahr 25,2 %).

Im Bereich der Hackschnitzel-Kombikessel liegen nur 16 auswertbare Fälle vor. Hier lag der Marktanteil der österreichischen Hersteller mit 87,5 % auf dem gleichen Niveau wie die reinen Hackschnitzelkessel, während alle übrigen Anlagen deutscher Herkunft waren (12,5 %). In Abbildung A1 - 9 sind diese Daten nicht dargestellt.



Anmerkung: Angaben vor 2016 basieren auf einer 350-Anlagen-Stichprobe (2015: keine Stichprobenauswertung). Datenbasis 2016 bis 2018: 23.479 / 24.229 / 17.537 Anlagen. *In 2019: Nur Anlagen ohne Innovationsförderung

Abbildung A1 - 8: Verlauf der Importanteile der geförderten Anlagen von 2012 bis 2019, nach Firmensitz der Hersteller

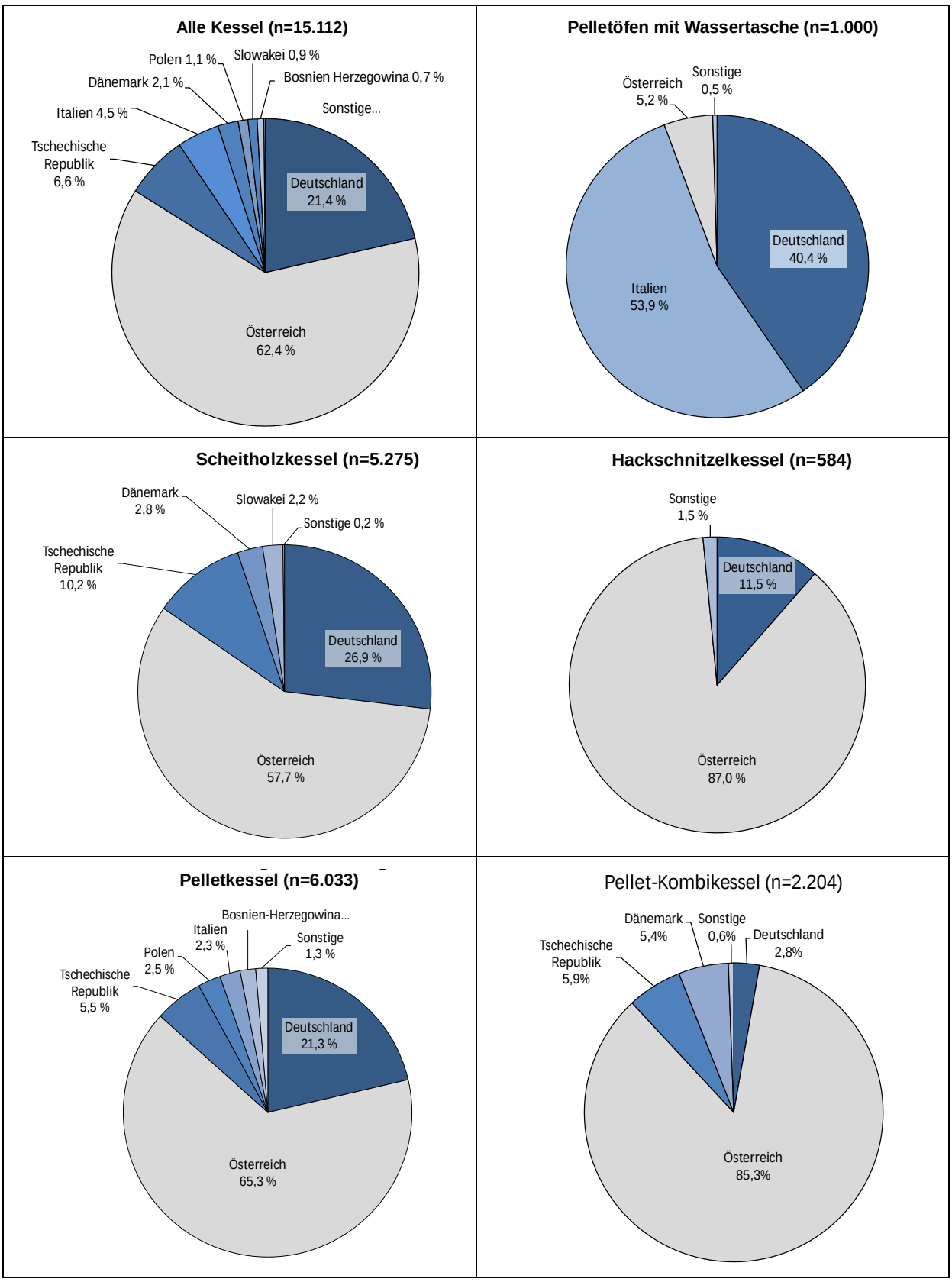


Abbildung A1 - 9: Marktanteile nach Herkunftsländern (Firmensitz) in 2019. n = Anzahl auswertbare Daten je Anlagenbauform (Auswertung nach Firmensitz der Hersteller). Nicht dargestellt: Hackschnitzel-Kombikessel (nur 16 Fälle)

3.2.2 Verteilung nach Herstellern und Marktanteilen

Alle Anlagen

Die Auswertung nach den Herstellern der geförderten Biomasseheizungen zeigt Abbildung A1 - 10. Bei den Pelletkesseln ergeben sich einige Änderungen, wobei die Herstellerangaben in 2019 lediglich für Anlagen ohne Innovationsförderung erfasst konnten. Hier kann der Hersteller ETA seine führende Position gegenüber 2018 ausbauen, die er auch bereits von 2014 bis 2016 sowie in 2018 innehatte. Nachfolgender Platz 2 ist weiterhin Fa. Fröling. Mit dem Ergebnis der Auswertung für 2019 hat sich aber die Rangfolge der weiteren Plätze geändert. Fa. Hargassner rückt nun auf den 3. Rang vor und verdrängt Ökofen auf Rang 5. Eine eindeutige Marktdominanz ist aber für keinen der Hersteller erkennbar, denn gleich sieben Pelletkessel-Hersteller teilen sich die vorderen Ränge mit 5 bis 20 % Marktanteil. Schon in 2013 waren es in etwa die gleichen Hersteller.

Bei den Scheitholzkesseln ist die Marktführerschaft eindeutig, hier konnte die österreichische Firma Fröling ihren Anteil seit 2018 knapp behaupten (minus 3 %-Punkte gegen 2018) und liegt in 2019 bei 23 % (Abbildung A1 - 10). Bei den drei übrigen Plätzen 2 bis 4 gibt es keine Veränderung in der Reihenfolge. Auch die Veränderungen der Anteile bewegen sich maximal im Bereich von nur 1 %-Punkt.

Auch bei den Hackschnitzelkesseln legen die Auswertungen den Schluss nahe, dass die Marktführerschaft ebenfalls gewechselt haben könnte, der österreichische Hersteller Hargassner verdrängt demnach den bisherigen Marktführer ETA deutlich, der in dieser Darstellung nun sogar auf Rang 5 zurückfällt. Wie erwähnt war die Herstellerangabe in 2019 lediglich zu den Anlagen ohne Innovationsförderung erfasst worden, so dass die dargestellten Veränderungen verzerrt sein dürften. Es ist daher die Frage zu stellen, ob eine derartige sprunghafte Veränderung (von 14 % auf 44 %) realistisch sein kann. Marktveränderungen in einer solchen Größenordnung sind angesichts der in vorangegangenen Jahren beobachteten Trägheit bei der Hersteller-Rangfolge anzuzweifeln. Bei den Hackschnitzelfeuerungen ist anzumerken, dass nur eine Anzahl von 584 auswertbaren Datensätzen (von insgesamt 2.069 Anlagen) vorliegt (d. h. nur zu 28 % der Fälle). Die lückenhaften Datensätze überwiegen somit deutlich (vgl. Tabelle A1 - 14). Das führt insbesondere bei den Hackschnitzelkesseln, die ja ohnehin wesentlich häufiger als die übrigen Anlagenbauarten mit einem entsprechenden Staubabscheider ausgestattet sind (vgl. Kapitel 2.6.1) zu Verzerrungen, die sich auf die Förderanteile solcher Hersteller besonders stark auswirken, die in ihrer Produktpalette konsequenter als andere auf die Integration einer Brennwert- oder Staubabscheider-Funktion setzen.

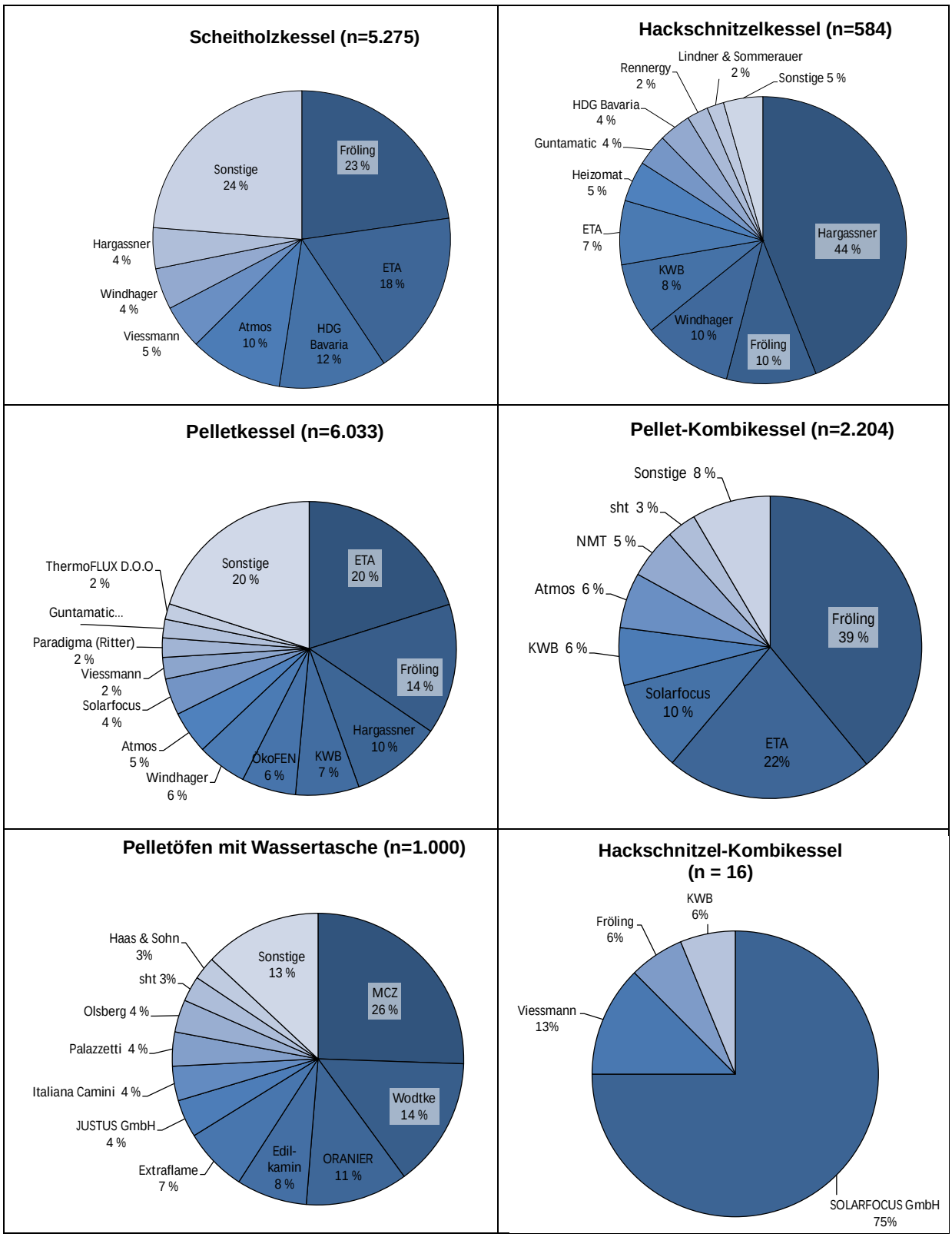


Abbildung A1 - 10: Marktanteile nach Herstellern in 2019, ohne Anlagen mit Innovationsförderung (bei Förderfällen mit Innovation wurden die Kesselhersteller nicht erfasst). n = Anzahl ausgewertete Datensätze je Anlagenbauform

In dem noch relativ jungen, aber wachstumsstarken Segment der Pellets-Kombikessel gibt es eine breite Palette von insgesamt 20 Herstellern (minus 5 Hersteller gegenüber 2018), die MAP-geförderte Anlagen

fertigen. Eindeutiger Marktführer ist weiterhin und unverändert die Fa. Fröling mit 39 % Anteil im MAP. Auf den übrigen Rängen ergaben sich keine Veränderungen in der Reihung, und auch bei den Anteilen waren die Veränderungen nicht größer als 3 Prozentpunkte.

Ein deutlich kleineres Segment stellen die Hackschnitzel-Kombinationskessel dar (insgesamt 16 Förderfälle). Hier dominiert der österreichische Hersteller Solarfocus mit 75 % Förderanteil. Drei weitere Hersteller kommen vor: Viessmann, Fröling und KWB.

Erkenntnisse über Kapazitätsauslastung bei der Fertigung sind nicht verfügbar. Die Absatzzahlen lassen aber vermuten, dass weiterhin noch beträchtliche Kapazitätsreserven vorliegen. Die Brunner GmbH, ein Hersteller von Einzelraumfeuerungen, hat ihr Angebot um Zentralheizungskessel erweitert, wodurch das Anbieterspektrum deutscher Kesselhersteller nun seit wenigen Jahren erweitert ist und damit weitere Fertigungskapazität aufgebaut wurde.

Mit den Auswertungen für die Förderjahre 2016 und 2017 erfolgt die herstellerbezogene Auswertung inzwischen auf Basis aller geförderten Anlagen und nicht mehr anhand der 350-Anlagen-Stichprobe. Gegenüber den früheren Auswertungen war somit eine relativ große aber inzwischen wieder sinkende Gesamtzahl von insgesamt 141 Herstellern "zu Tage" getreten (vgl. Tabelle A1 - 15), wobei nun auch viele bisher in Deutschland noch unbekannte Firmennamen aufgelistet sind, die bei den kleineren Stichprobenauswertungen früherer Jahre im Verborgenen geblieben waren. Allerdings ist anzumerken, dass die Hersteller- und Typenangaben in den erfassten Datensätzen im Vergleich zu 2018 nun relativ lückenhaft vorliegen. Kleinere Hersteller sind dadurch möglicherweise gar nicht aufgelistet, so dass die prozentuale Darstellung der Herstelleranteile an den Förderfälle fehlerbehaftet sein könnte. Insbesondere bei den Hackschnitzelanlagen ist eine solche Fehleinschätzung wahrscheinlich (siehe Ausführungen oben).

Allerdings kann festgehalten werden, dass - wie schon in den Jahren vor 2016 und 2017 festgestellt wurde – im Markt ein ausreichender Wettbewerb durch ein breites Spektrum von Anbietern und Produkten gegeben ist. Abgesehen von den derzeit noch nicht validierten Zahlen bei den Hackschnitzelkesseln sind die Marktanteile der stärksten Anbieter relativ gleichmäßig verteilt. Angesichts der technologischen Herausforderungen (z. B. Feinstaub- und NO_x-Debatte), der sich die Holzheizungsbranche in aktuell schwierigem wirtschaftlichem Umfeld derzeit stellen muss, ließe sich auch eine stärkere Bündelung von Fertigungs- und Entwicklungskapazitäten rechtfertigen, ohne dass das Funktionieren des Wettbewerbs gefährdet wäre.

Innovationsförderung für Brennwertfeuerungen

Anders als in 2018 wurden Herstellerangaben zu den Innovationsfällen in 2019 vom BAFA nicht erfasst. Daher wird hier versucht, eine entsprechende Auswertung aus den Fällen der 344-Anlagen-Stichprobe abzuleiten. Die Auswertung zu den Brennwertfeuerungen zeigt Abbildung A1 - 11 (links). Aus der sehr kleinen Stichprobe ergibt sich, dass die beiden Marktführer, die Hersteller Fröling und Ökofen, bei den Brennwertfeuerungen nun etwa gleichauf liegen. Die Reihung der drei bedeutendsten Hersteller in diesem Segment entspricht den Daten für 2018, jedoch war die Markführerschaft von Ökofen zuvor eindeutiger. Dieser Hersteller gilt als Pionier der Pellet-Brennwertkesseltechnik, der noch in 2017 einen 54 %-igen Marktanteil besaß. Danach drängten weitere Anbieter auf den Markt, neben den genannten Firmen wurden Holz-Zentralheizungen in 2019 auch von den Herstellern Paradigma, Herz, Windhager, Hargassner, KWB, Rennergy, ETA, SHT, Guntamatic, Heizomat und Biotech mit Brennwertfunktionen

ausgestattet. Bei einigen dieser Hersteller könnte es sich aber auch um individuelle Kombinationen mit nachrüstbaren Kondensationsbauteilen handeln.

Innovationsförderung für Staubabscheider-Anlagen

Anders als bei der Brennwerttechnik ist der Hersteller des Staubabscheider-Bauteils nicht immer auch der Kesselhersteller. Um auch hier den Hersteller dieses Bauteils zu identifizieren, sollen die Heizungsbauer-rechnungen aus der Stichprobe ausgewertet werden, denn in den BAFA-Datensätzen werden hierzu keine Angaben erfasst. Als Datenquelle dient die repräsentativ gezogene 344-Anlagenstichprobe.

Diese Auswertungen zu den Feuerungen mit Abscheidern bzw. nachrüstbaren Abscheiderbauteilen zeigt Abbildung A1 - 11 (rechts). Unter den 65 Innovationsfällen waren 33,8 % dem Bauteilhersteller Kutzner und Weber zuzuordnen, zusammen mit dem Oekotube-Inside Abscheider von Oekosolve machten die nachrüstbaren Sekundärbauteile somit mehr als die Hälfte der Innovationsförderfälle in dieser Kategorie aus (52,3 %)

Bei den übrigen Herstellern werden mutmaßlich Abscheider eingesetzt, die vollständig bereits werksseitig in den Kessel integriert sind und auch nur in dieser Form ausgeliefert werden (Abbildung A1 - 11, rechts). Unter diesen Bauarten dominieren die Hersteller ETA und Fröling.

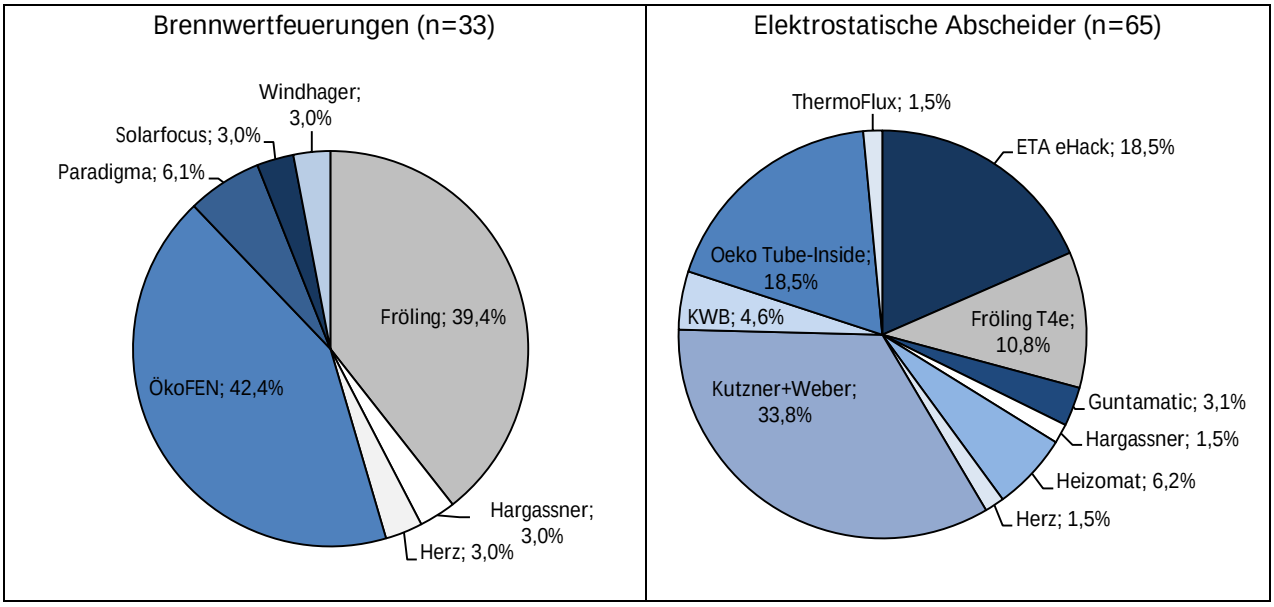


Abbildung A1 - 11: Marktanteile der Hersteller von innovativen Geräten gemäß MAP-Anforderungen in 2019, Auswertungen der 344-Anlagenstichprobe. n = Anzahl der jeweils ausgewertete Datensätze

3.3 Vertriebswege und Absatzschwerpunkte

Hinsichtlich der Vertriebswege ist für die letzten Jahre ebenfalls keine Veränderung bekannt geworden. Es handelt sich hierbei vorwiegend um den Absatzpfad Hersteller-Großhandel-Heizungsbauer oder den verkürzten Absatzpfad vom Hersteller direkt an den Heizungsbauer. Bei den Absatzschwerpunkten ist ein klares Übergewicht der Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg erkennbar (vgl. hierzu Tabelle A1 - 7).

3.4 Wechselwirklungen mit anderen Förderprogrammen

Über mögliche Wechselwirkungen mit anderen Förderinstrumenten im Bereich der kleinen Biomassefeuerungen liegen keine konkreten, auswertbaren Daten oder Statistiken vor, so dass nachfolgend lediglich eine allgemeine fachliche Einschätzung erfolgen kann.

Förderprogramme, die auf einen verbesserten Gebäude-Dämmstandard abzielen (z. B. CO_2-Gebäudesanierungsprogramm), verändern die Rahmenbedingungen für Biomasseheizungen. Das erfolgt dahingehend, dass der Wärmeleistungsbedarf des Gebäudes sich verringert und damit nun eine insgesamt kleinere Anlagenleistung benötigt wird. Für Biomasseheizungen – und insbesondere für Holzhackschnitzelanlagen – bedeutet dies konkret, dass nun weniger von dem zumeist kostengünstigen Holzbrennstoff benötigt wird, so dass sich der Wirtschaftlichkeitsvorteil vermindert, weil die jährliche Einsparung bei den Brennstoffausgaben sinkt. In der Folge könnten Förderprogramme, die auf einen höheren Gebäude-Dämmstandard abzielen, bewirken, dass bei einem ebenfalls notwenigen Kesseltausch nun bevorzugt ein anderes Nicht-Biomasse-Heizsystem zum Zuge kommen (z.B. Pellet- statt Hackschnitzelkessel).

Im Rahmen eines Förderprogramms zur Gebäudesanierung, in dem auch der Einbau von Flächenheizungen unterstützt wird, würden die innovativen Brennwertfeuerungen zusätzliche spezifische Vorteile aufweisen, da sich nun deren Potenzial für weitere Effizienzgewinne leichter realisieren lässt. Auch die Gruppe der Pelletöfen mit Wassertaschen könnte durch den insgesamt geringeren Gebäudewärmebedarf tendenziell interessanter werden, insbesondere wenn warmes Brauchwasser auf anderem Weg bereitgestellt wird (z. B. solarthermisch). Allerdings müsste es sich dann um Feuerungen handeln, welche die Emissionsgrenzwerte auch in der Praxis einhalten können. Das wäre erforderlich, weil ihre Wärme definitionsgemäß nun nicht mehr überwiegend an den Aufstellraum abgeben würde und somit eine Überwachungspflicht einsetzt, d. h. sie werden vom Schornsteinfeger regelmäßig emissionstechnisch überprüft.

Die Gebäudesanierung stellt aber auch einen generellen Anreiz für den Heizungstausch dar, da nach der Gebäudesanierung die bestehende Heizung meist deutlich überdimensioniert ist, wodurch beim Weiterbetrieb der alten Heizung häufiger ein ungünstiger und ineffizienter Teillastbetrieb in Kauf genommen werden muss. Der dadurch eintretende Wirkungsgradnachteil kann einen Teil der durch die Gebäudesanierung erhofften Brennstoffeinsparungen wieder kompensieren und den Druck in Richtung Kesseltausch erhöhen.

4 Technologischer Standard und Innovation

Die heutigen Kleinfeuerungen haben eine hohe technologische Reife und eine zuverlässige Betriebsweise erreicht. Das zeigt sich an den aufwändigen Verbrennungsluftregelungen und den gemessenen Wirkungsgraden, die am Prüfstand durchweg über 90 % liegen. Hierbei ist ein signifikanter Beitrag des MAP unbestreitbar, das zeigt schon allein die über die Jahre festgestellte Steigerungsrate bei den geförderten Innovationstatbeständen (vgl. Kapitel 2.6.).

Auch beim Niveau des Schadstoffausstoßes sind positive langjährige Trends zu vermelden. Aussagen, inwieweit sich diese im Labor beobachteten Trends auch auf die Praxis übertragen lassen, sind jedoch derzeit nicht ohne weiteres möglich, denn aussagefähige Normprüfmethoden für die Bewertung der Alltagstauglichkeit von Biomasse-Zentralheizungsanlagen fehlen weiterhin. Allerdings bestehen hierzu bereits interessante methodische Ansätze (vgl. z.B. Schwarz und Carlon 2017), die derzeit zu neuen Produktzertifikaten weiterentwickelt werden und in der Folge möglicherweise auch zu Normenanpassungen führen könnten. Eine wesentliche Herausforderung für die Zukunft sollte somit darin bestehen, diesen geforderten Alltagstauglichkeitsnachweis gegenüber dem Endkunden in Messungen zu erbringen und auch Aussagen über den erwarteten Nutzungsgrad anstelle des unter Idealbedingungen möglichen Wirkungsgrades bei Nennwärmeleistung zu ermöglichen. Dadurch wird eine differenziertere Anlagenbewertung und Kennzeichnung ermöglicht. Außerdem könnte auch dem zunehmend geäußerten Vorwurf entgegengetreten werden, dass Typenprüfungsergebnisse und Praxismessungen häufig noch weit auseinanderklaffen (Hartmann 2017).

In der jüngsten Vergangenheit sind die technischen Neuerungen der Vergangenheit in immer größerer Breite anzutreffen. Sie betreffen zum Beispiel die effizientere Entaschung und die Vermeidung von Schlackeanhaftungen (d. h. höhere Betriebssicherheit) oder auch die Erhöhung des Betriebskomforts (z. B. größere Bedienungsfreundlichkeit von Regelungen, automatische Zündung bei Scheitholzkesseln, Fernüberwachung und Fernsteuerung von Heizkesseln, etc.). Weitere Vereinfachungen durch werksseitig vollständige Kesselintegration mit kompakter Vorverrohrung aller benötigten Systemkomponenten ("Heizzentrale") bewähren sich zunehmend, zielen sie doch darauf ab, den Aufwand für den Heizungsbauer zu vermindern und Einbaufehler (z.B. bei der Verrohrung und bei der Pufferspeicher-integration) zu verhindern. Hierbei handelt es sich – wie bei vielen zu beobachtenden Innovationen – um Verbesserungen, die den Aufwand des an der Errichtung und der Wartung beteiligten Fachpersonals senken soll und somit auf Wettbewerbsvorteile bzw. eine höhere Kundenzufriedenheit abzielt. Echte auf eine verbesserte Energieausnutzung oder auf erhöhte Luftreinhaltung abzielenden funktionale Verbesserungen, wie z. B. die Brennwerttechnologie oder die Staubabscheidetechnologie sind dagegen selten, zumal deren in der Praxis realisierbare Effekte kaum sicher quantifizierbar sind.

Eine markterweiternde und -verbreiternde Innovationen ist das seit 2015 ausgereifte Angebot integrierter Kombigeräte, d. h. automatisch beschickte Feuerungen zumeist für Pellets, selten auch für Holzhack-schnitzel. Diese Systeme erlauben dem Nutzer auch eine Handbeschickung mit Holzscheiten. Weil diese Innovation zumindest bei Pellets nun ebenfalls von vielen Herstellern angeboten wird, werden diese Kessel nun seit 2015 separat in der MAP-Auswertung betrachtet (vgl. Kapitel 2).

Neuerungen und Angebotsveränderungen, die sich ausdrücklich der MAP-Förderung zuschreiben lassen, sind klar erkennbar. Beim Vertrieb von innovativen Geräten mit Abgaskondensation wird zumeist auf die hierfür bestehende Innovationsförderung über das MAP hingewiesen. Der zahlenmäßige Zuwachs der

Förderfälle in diesem Anlagensegment (vgl. Tabelle A1 - 9) wurde auch begleitet durch eine breite Zunahme der anbietenden Hersteller. In den beiden zurückliegenden Jahren erfolgte beispielsweise die Markteinführung weiterer Brennwert-Feuerungen durch namhafte Kesselhersteller wie Herz, Windhager, Hargassner, KWB, Solarfocus und Brunner. In allen Fällen handelt es sich um kesselintegrierte Brennwertfunktionen. Diese integrierten Lösungen stehen mittlerweile für alle drei Brennstoffsortimente, d. h. Pellets, Scheitholz und Hackschnitzel, zur Verfügung. Das bedeutet, dass der Innovationsimpuls von den Pelletheizungen nun auch in andere Segmente der Biomasseheizungen abstrahlt. Seit 2018 wird erstmals sogar ein Pellet-Scheitholz-Kombikessel mit Brennwertnutzung angeboten (Fa. Fröling).

Generell ist aber festzustellen, dass bei kleinen Holzfeuerungen die Auslegung der zusätzlichen Brennwert-Wärmetauscher nicht auf die Erreichung des maximalen Zusatz-Wärmeertrages oder maximalen Wirkungsgrades ausgerichtet ist, sondern primär auf die Erfüllung der Förderwürdigkeit abzielt. Eine Steigerung der Abgaskondensationswirkung und damit auch des Wirkungsgrades erscheint technisch möglich, und es wäre wünschenswert, hierzu entsprechende Mindeststandards bei der Förderung festzulegen.

Auch für die sekundären Staubminderungsmaßnahmen (Staubabscheider) sind positive Wirkungen des MAP zu berichten, denn deren Anzahl stieg in 2019 weitaus stärker als die Gesamtanzahl der Förderfälle (vgl. Kapitel 2.6.1). Bei Beibehaltung der Innovationsspezifischen Förderung sind hier für die kommenden Jahre weitere Steigerungen zu erwarten. Damit trägt das MAP zweifellos dazu bei, dass eine ausreichende Anzahl von Anbietern in dieser Technologie, bei der es sich derzeit fast ausschließlich um elektrostatische Abscheider handelt, eine wirtschaftliche Perspektive für die Pflege einer immer breiteren Produktpalette erhält.

Allerdings kann auch ohne einen sekundären oder integrierten Staubabscheider eine nahe Null liegende Staubemission mit Holzbrennstoffen erreicht werden. Das zeigt die im Bereich der primären Verbrennungstechnik liegende Technologieentwicklung, die in 2017 in den Markt eingeführt wurde. Hierbei wird durch eine konsequente Vorvergasung des Brennstoffs mit anschließender Nutzung des gebildeten Brenngases in einem integrierten Gasbrenner eine so deutliche Minderung beim Staubausstoß erreicht, dass dadurch die Partikelkonzentration in die Nähe der Nachweisgrenze absinkt (z. B. System "PuroWin" von Windhager). Das heißt, dass die Staubemissionen dann in der Nähe von nur noch 1 mg/Nm³ liegen (Obernberger 2016). Günstigere Staubemissionswerte lassen sich mit elektrostatischen Abscheidern nach dem heutigen Stand der Technik auch nicht erzielen. Für diese innovative Verbrennungstechnologie gab es aber in 2019 keine speziellen Förderanreize im MAP, wie sie beispielsweise aber für spezielle Staubabscheider bestehen.

Weitergehende Entwicklungsarbeiten zielen inzwischen darauf ab, diese überlegene Low-Particle-Emission-Technology zukünftig auch für die Anwendung auf Nicht-Holzbrennstoffe zu ertüchtigen (EU-Projekt "FlexiFuel-CHX"). Das würde vollkommen neue Chancen zur Verwertung bislang kaum energetisch eingesetzter Reststoffe wie Stroh oder Landschaftspflegeheu eröffnen (Halmgutbrennstoffe), oder auch einen problemlosen Einsatz von Kurzumtriebsplantagenholz (d. h. schnellwachsende Pappeln oder Weiden, sog. "KUP") ermöglichen. Derartige KUP-Brennstoffe werden gern zur Eigenversorgung in der Landwirtschaft angebaut, haben sich aber in Kleinanlagen bislang überwiegend als problematisch erwiesen (Kuptz et al., 2018).

Hinsichtlich der Emissionsanforderungen im MAP kann generell davon ausgegangen werden, dass das Förderprogramm durch kurzfristig neu definierte oder leicht angepasste Anforderungen kaum direkte Innovationen ausgelöst hat (z. B. durch die neuen Emissionsanforderungen für automatisch beschickte Kessel ab 2014: CO von 250 auf 200 mg/Nm³, Staub von 50 auf 20 mg/Nm³). Das liegt daran, dass sich solche nur moderat veränderten Anforderungswerte meist durch nochmalige Messaufträge bei den Prüfinstituten einhalten und nachweisen lassen. Allerdings kann dieses Vorgehen, d. h. das stufenweise Verschärfen der Emissionsanforderungen, indirekt die Akzeptanz von Holzfeuerungen und damit am Ende auch die Betreiber-Zufriedenheit verbessern. Mit der Definition einer neuen (zusätzlichen) Förderklasse von "ultra-staubsicheren" Feuerungen, deren Staubausstoß in der Nähe der Nachweisgrenze liegt, könnte das MAP jedoch zukünftig solche Technologiesprünge auslösen, sofern auch bei der Festlegung solcher speziellen Anforderungen auf einen anspruchsvollen praxisnahen Ablauf der Nachweisprüfung Wert gelegt wird.

Der in den vergangenen Jahren oft vermeldete Trend zu einer verringerten Anlagenleistung infolge verbesserter Dämmstandards der Gebäude ist zumindest bei den MAP-geförderten Biomasseanlagen auch in 2019 nicht erkennbar (Abbildung A1 - 12). Das liegt vermutlich daran, dass es sich hier überwiegend um Anlagen in Bestandsgebäuden handelt, bei denen der Dämmstandard im Zuge des Austauschs einer Heizungsanlage nicht wesentlich verbessert wird. Die mittlere Anlagenleistung der geförderten Anlagen liegt derzeit bei Scheitholzkesseln fast unverändert bei 28 kW, bei Hackschnitzelkesseln bei 50 kW und bei Pelletkesseln bei 21 kW. Hierzu ist anzumerken, dass diese Mittelwerte-Reihe seit 2016 erstmalig auf der nahezu vollständigen Datengrundlage aller geförderten Anlagen basiert (d. h. in 2016 ohne und ab 2017 mit Innovationsförderung). Obgleich damit die Datengrundlage nun wesentlich breiter ist, zeigen sich nur marginale Unterschiede zu früheren Auswertungen (vgl. z. B. Bericht für 2014). Somit darf davon ausgegangen werden, dass die damals verwendete Anlagenstichprobe gut gewählt worden war.

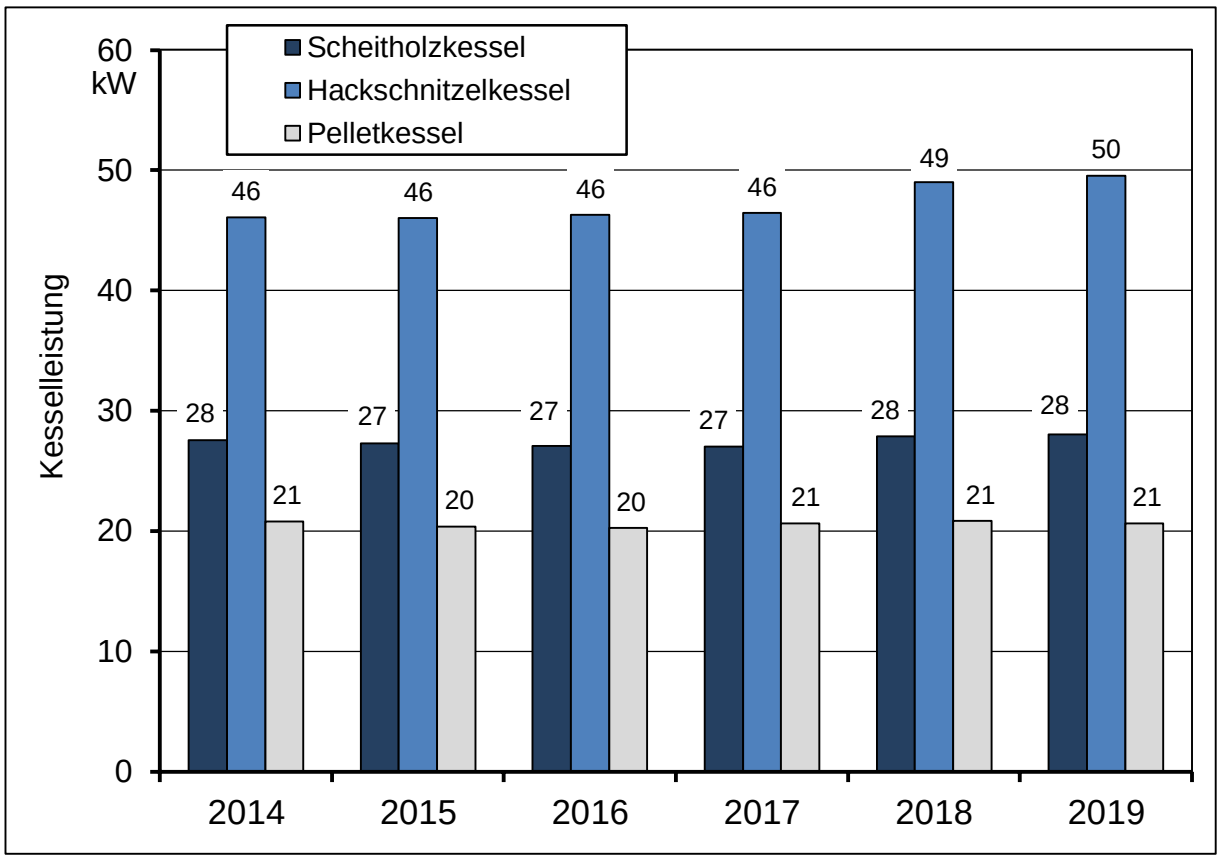


Abbildung A1 - 12: Entwicklung der durchschnittlichen Anlagenleistung der MAP-geförderten kleinen Biomasseheizungen von 2013 bis 2019

5 Anlagenwirtschaftlichkeit

Die nachfolgenden Auswertungen zu den Anlagenkosten basieren auf der Auswertung der Anlagenstichprobe. Diese Stichprobe enthält reale Heizungsbauerrechnungen, die dem TFZ für das Basisjahr 2019 als repräsentativ gezogene Originaldokumentation zur Auswertung zur Verfügung gestellt worden war. Indem aus der Gesamtzahl von 21.365 Anlagen jede 61-ste Anlage in die Auswertung aufgenommen wurde, kam eine 1,6 %-ige Stichprobe bestehend aus insgesamt 344 verwertbaren Datensätzen zustande.

5.1 Investitionskosten und deren Entwicklung

Bei den gesamten Anschaffungskosten für die jeweilige Heizungsanlage zeigt sich mit zunehmender Anlagenleistung der übliche Trend zu sinkenden spezifischen Anschaffungskosten (Abbildung A1 - 13) bezogen auf das Kilowatt Nennwärmeleistung (NWL). Wegen der großen Preisunterschiede ist allerdings das Bestimmtheitsmaß für die Regressionsfunktion meist sehr niedrig. Dennoch bilden die aus der Auswertung der o. g. Stichprobe ermittelten Investitionskosten die Basis für die Berechnung der Wärmegestehungskosten.

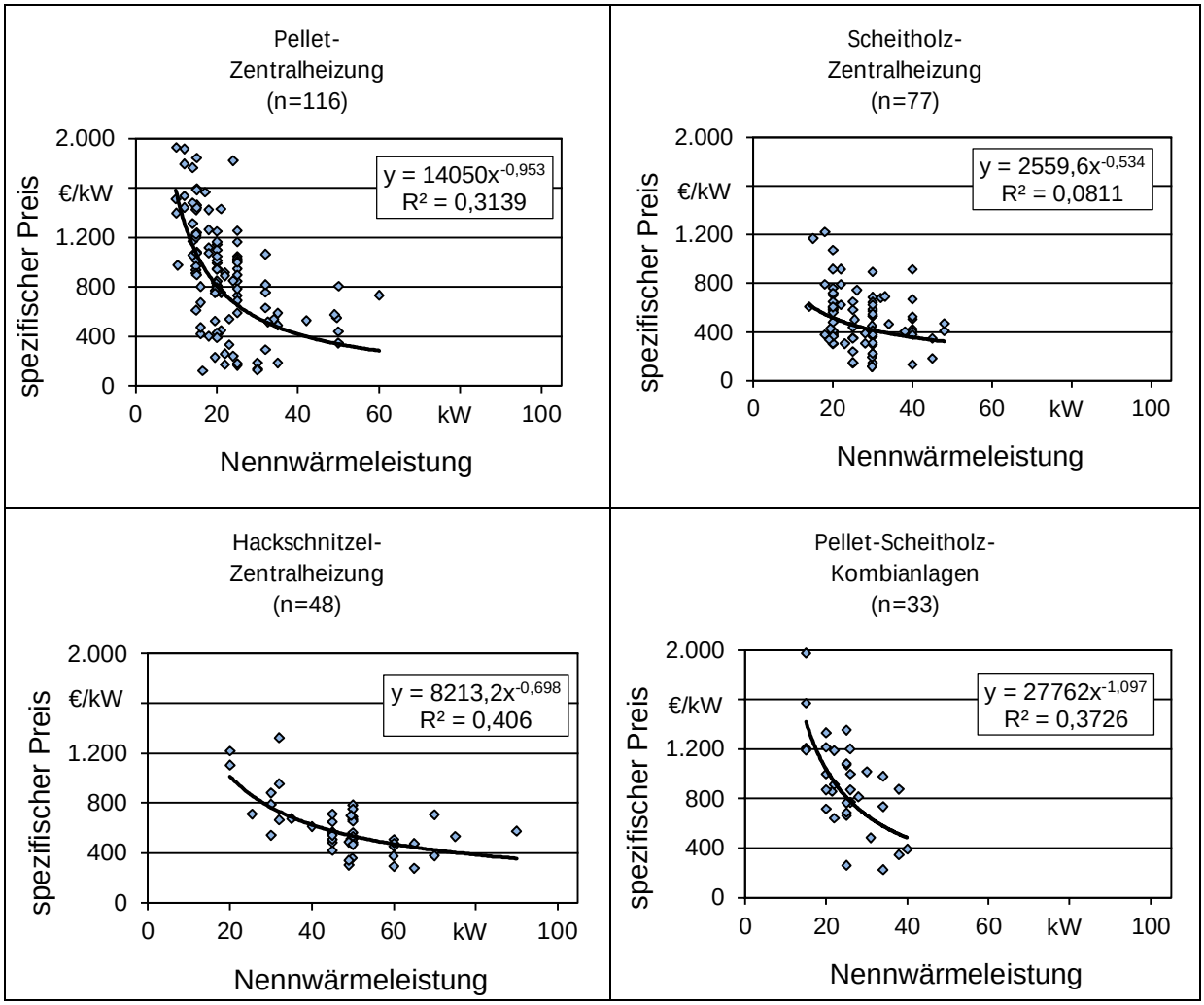


Abbildung A1 - 13: Spezifische Anschaffungskosten für die gesamte Heizungsanlage (inkl. Regelung, Peripherie, Montage, ggf. Raumaustrag und ggf. Pufferspeicher, ohne MwSt.). n = Größe der auswertbaren Stichprobe von insgesamt 344 Anlagen

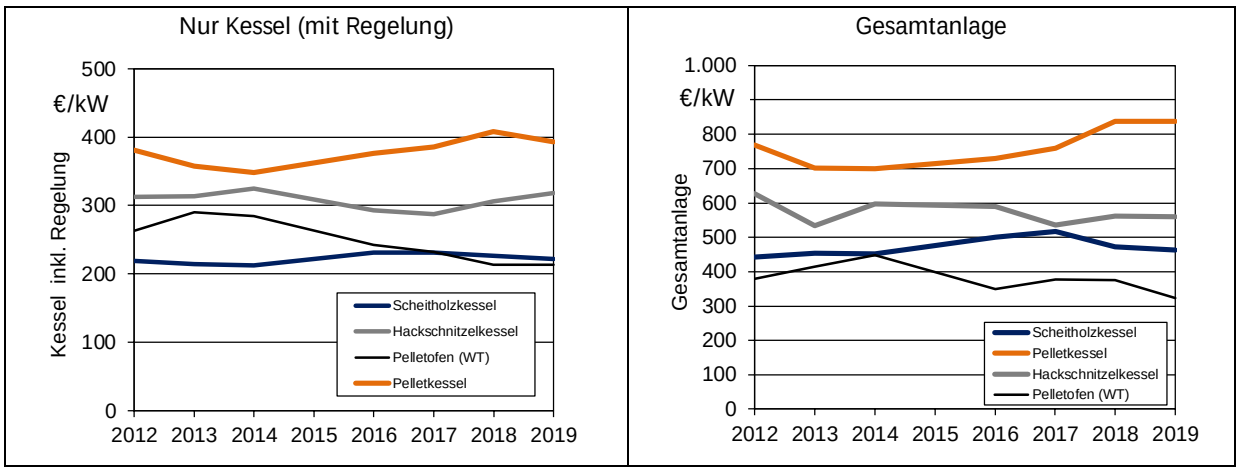
Auf Basis der Kostenfunktionen in Abbildung A1 - 13 lassen sich die folgenden Investitionskosten für eine Beispiel-Gesamtanlage mit einer Nennwärmeleistung von 21 kW errechnen:

	Netto	Brutto inkl. 19 % MwSt.
Pelletheizung:	16.211 €	19.292 €
Scheitholzheizung:	10.576 €	12.596 €
Pellets-Scheitholz-Kombiheizung:	20.663 €	24.589 €
Hackschnitzelheizung:	20.598 €	24.511 €

Diese Fallbeispielberechnungen zeigen, dass die bei einer Pellet-Kombianlage entstehenden Mehrkosten für das Scheitholzmodul nun nicht mehr – wie noch in 2017 – in voller Höhe durch die zusätzliche Förderung von 2.000 € ausgeglichen werden. Durch den eingetretenen Kostenanstieg bei den Kombianlagen, der für den Beispielfall von 21 kW gegenüber 2018 etwa 6 % und gegenüber 2017 sogar 31 % beträgt, ist die ehemals sehr hohe Attraktivität der Förderung stark gesunken. Offenbar haben die Hersteller mit der Einführung dieser Anlagenbauart ein verbreitetes Kundenbedürfnis angesprochen, so dass sich entsprechende Preissteigerungen durchsetzen ließen. Zweifellos war für den Marktstart aber auch die Zusatzförderung über das MAP sehr hilfreich, weil dadurch dieses Anlagensegment im Markt speziell hervorgehoben und beworben werden konnte.

Die Entwicklung der Investitionskosten über den Zeitraum von 2012 bis 2019 wurde errechnet, indem der durchschnittliche Netto-Anschaffungswert aller Anlagen der Stichprobe mit der durchschnittlichen Nennwärmeleistung des Kessels zu einem spezifischen Anschaffungswert für das jeweilige Jahr verrechnet wurde. Das Ergebnis zeigt Abbildung A1 - 14. Daraus lässt sich – abgesehen von den oben genannten Pellet-Kombikesseln – insgesamt ein relativ hohes Maß an Preisstabilität erkennen. Seit 2012 war bei den Pelletkesseln zunächst ein leichter Trend zu sinkenden spezifischen Anlagenpreisen zu beobachten, der sich erst nach 2014 wieder umkehrte. Zuletzt sanken die Preise aber wieder (nur Kesselkosten, siehe Bild links), oder sie waren bei den Gesamtanlagenkosten zumindest gleichbleibend (siehe Bild rechts). Auch bei den Scheitholzkesseln zeigt sich in den letzten beiden betrachteten Jahren ein leicht sinkender Trend. Das Gleiche gilt für die Pelletöfen mit Wassertasche, die sich insbesondere hinsichtlich der Anschaffungskosten (d. h. ohne Montage) bereits seit 2013 deutlich verbilligt haben. Es ist aber nicht davon auszugehen, dass die Bundesförderung sich kostensenkend ausgewirkt hat, vielmehr dürfte sich der bei den Öfen ohne Wassertasche stattfindende Preiskampf auch auf die wassergeführten Öfen ausgewirkt haben, denn im Segment ohne Wassertasche sind aktuell bereits Anlagen zu Preisen von unter 1.000 € verfügbar.

Bei den Hackschnitzelkesseln ist kein klares Bild erkennbar. Hier sind die Zahlen wegen des geringeren Stichprobenumfangs nur wenig belastbar, es könnten Zufallseffekte eingetreten sein. Eine direkte Wirkung der Bundesförderung ist kaum zu vermuten. Pellet-Kombianlagen werden erst seit 2015 erfasst und daher hier nicht dargestellt.



Anmerkung: Für 2015 erfolgte keine Auswertung.

Abbildung A1 - 14: Entwicklung der spezifischen Gesamtkosten (netto) von Biomasse-Kleinanlagen 2012 bis 2018. WT = Wassertasche

Generell gilt, dass bei Biomassefeuerungen mittelfristig kaum mit Kostensenkungen durch noch größere Fertigungskapazitäten zu rechnen ist, da es sich hierbei um bereits jahrzehntelang etablierte Produkte mit gleichbleibend hohem Materialaufwand handelt, ähnlich wie bei Öl- und Gaskesseln. Außerdem werden Produktivitätsfortschritte in der Produktion durch höhere sicherheitstechnische und umweltbezogene Anforderungen (z. B. Emissionsbegrenzungen, Prüfzeichen) aufgezehrt.

Bei Betrachtung der einzelnen Kostenanteile an der Gesamtinvestition zeigt sich auch bei den Auswertungen für 2019, dass der eigentliche Kesselkauf in der Regel mit weniger als der Hälfte der gesamten Investitionen zu Buche schlägt (vgl. Abbildung A1 - 15). Das liegt an den zusätzlich erforderlichen Komponenten. Beispielsweise sind bei Pellet- und bei Hackschnitzelanlagen im Anschaffungswert teilweise noch Komponenten des Raumaustrags bzw. in manchen Fällen auch der gesamte Raumaustrag mit enthalten. Hinzu kommt die Montage, die mit durchschnittlich 10 bis 18 % der Gesamtkosten zu Buche schlägt. Dieser Anteil war in den letzten Jahren erkennbar gestiegen, was auf den derzeit hohen Auslastungsgrad der Installateure hindeutet. Bei Scheitholzkesseln verursacht der Pufferspeicher wegen der größeren Volumina mit durchschnittlich 12 % einen deutlich größeren Kostenanteil als bei automatisch beschickten Feuerungen (6 bis 9 % Kostenanteil). Der Anteil der Peripheriekosten ist bei den Pelletkesseln in den letzten Jahren gestiegen, er war jedoch in 2019 gleichbleibend, nur bei den Scheitholzkesseln ist er in 2019 noch einmal leicht angestiegen (+2 %-Punkte). Als Grund für den dennoch im mehrjährigen Vergleich insgesamt eingetretenen Kostenanstieg bei der Peripherie kann die Tatsache angeführt werden, dass inzwischen vermehrt Staubabscheider eingesetzt werden, die in dieser Kategorie zu Buche schlagen.

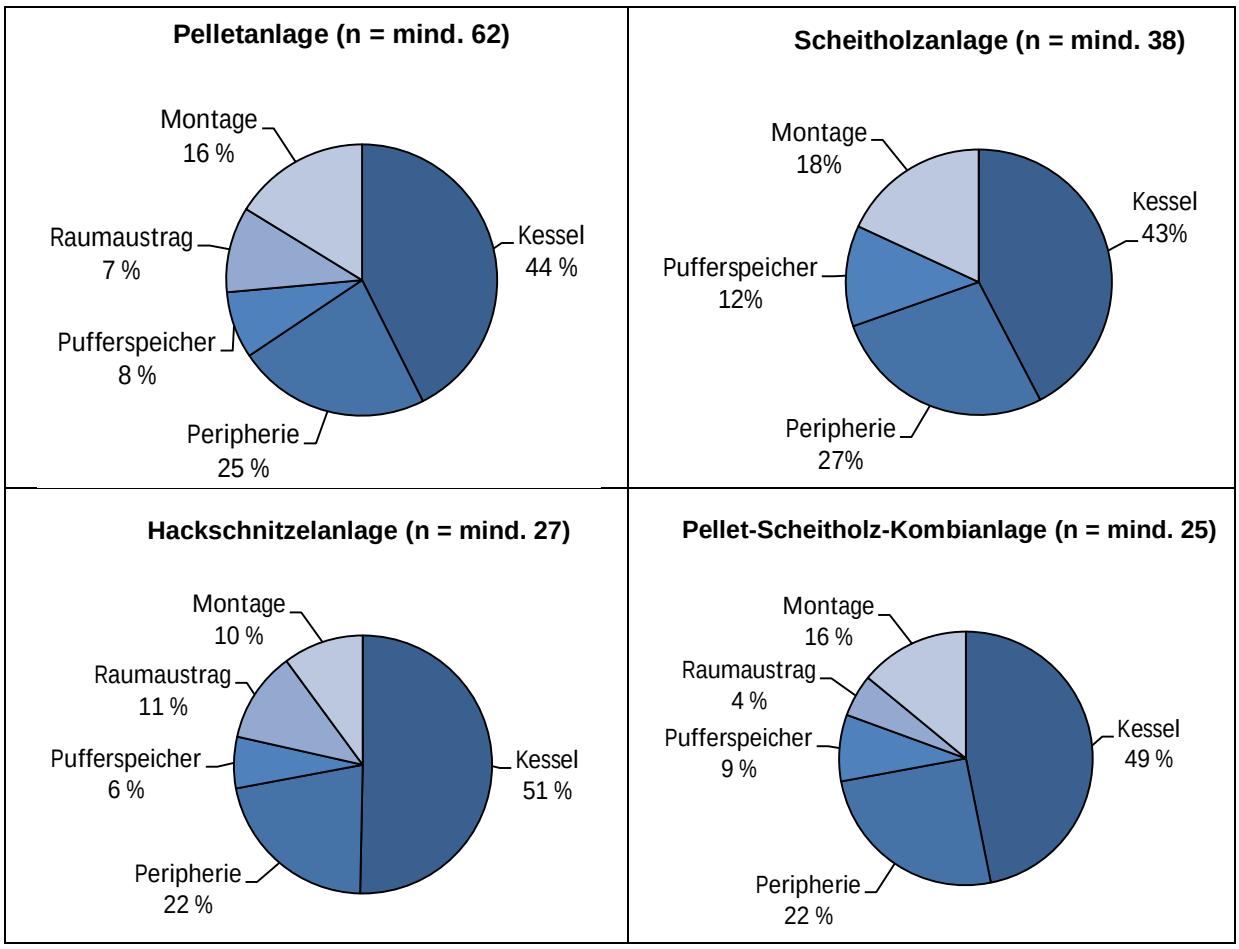


Abbildung A1 - 15: Zusammensetzung der Gesamtinvestitionskosten. n = Größe der auswertbaren Stichprobe (Jahr 2019)

Innovationsförderung

Die hier dargestellten Kosten der Innovationsfälle gehen auf die am TFZ ausgewertete 344-Anlagenstichprobe zurück. Darin fanden sich insgesamt 98 Fälle mit Innovationsförderung, das entspricht 28,3 % der Gesamtstichprobe, wobei in zwei Fällen beide Innovationstatbestände auftraten. In 33,7 % der Innovationsfälle aus der Stichprobe handelte es sich um Brennwertfeuerungen, in den übrigen 66,3 % wurden elektrostatische Abscheider gefördert. Abgaswäsche und filternde Abscheider kamen nicht vor.

Aus den Auswertungen lässt sich auch auf die zusätzlichen Anschaffungskosten für einen elektrostatischen Abscheider schließen. Hierzu wurde ein mittlerer Wert von durchschnittlich 1.677 € (ohne MwSt.) je Förderfall ermittelt (nach zuvor 1.548 € in 2018 und 1.400 € in 2017). Bezogen auf die Kesselleistung errechnet sich hieraus für den spezifischen Anschaffungspreis ein mittlerer Netto-Investitionswert von 68 €/kW (+10 €/kW gegenüber 2018).

Die aus Betreibersicht noch zusätzlich anfallenden Mehrkosten für den Einbau sind darin noch nicht enthalten, das gilt auch für den Betrieb, die Wartung und die Reparaturen, die in einer Wirtschaftlichkeitsberechnung ebenfalls noch zu berücksichtigen wären.

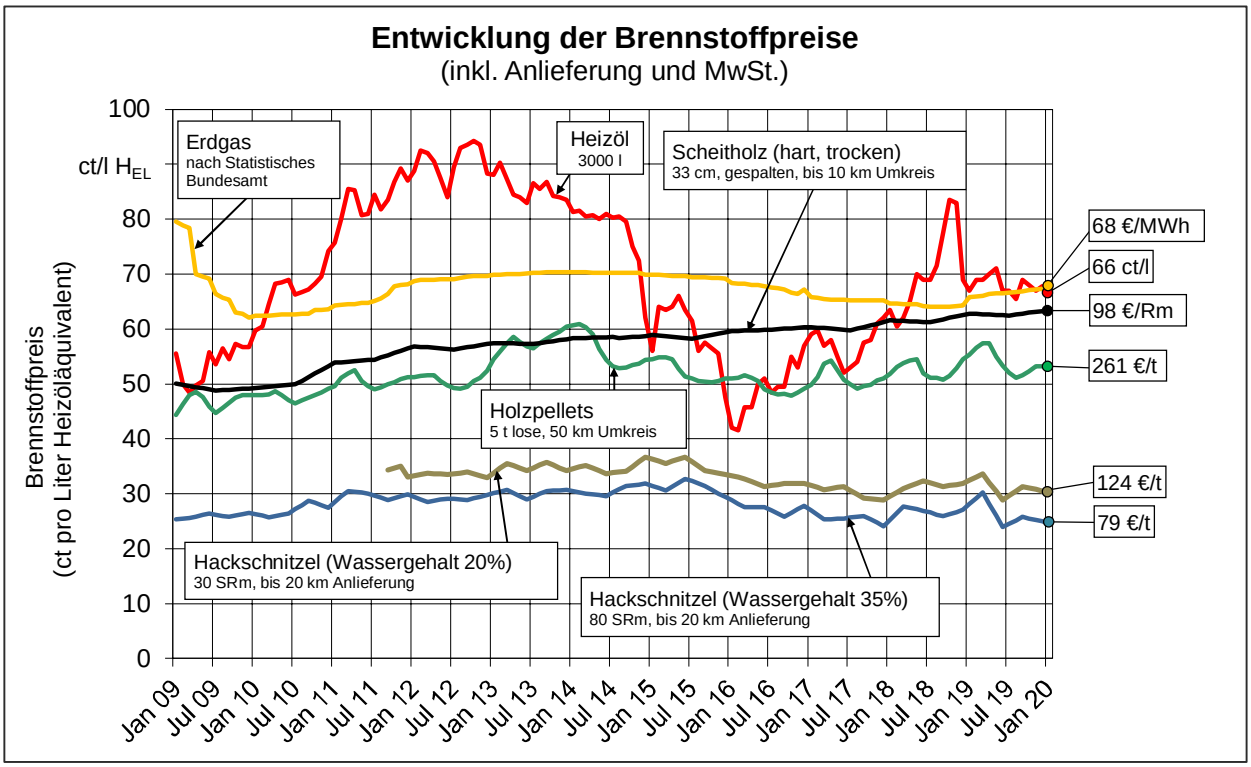
Zur Innovation durch Einbau einer integrierten Brennwertfeuerung lassen sich aus den Stichproben-Auswertungen nur wenig belastbare Zahlen zu den Investitionsmehrkosten herauslesen, weil der Mehrpreis gegenüber dem Basismodell meist nicht aus den Rechnungen herauslesbar ist. Lediglich in 6 Fällen des Herstellers Fröling wurde der Mehrpreis für das nachgerüstete Kondensationsmodul extra

ausgewiesen. Aus diesen Angaben errechnet sich ein spezifischer zusätzlicher Anschaffungspreis (ohne MwSt.) für die Brennwertfunktion in Höhe von 118 €/kW (in 2018: 95 €/kW) und eine durchschnittliche Mehrinvestition von 2.670 € (netto).

5.2 Brennstoffpreise

Im Vergleich zu Heizöl (extra leicht, H_{EL}) hat sich der Preisvorteil für die Biomassebrennstoffe in 2019 uneinheitlich entwickelt. Bei Scheitholzbrennstoffen kam es zuletzt zu anziehenden Preisen, während bei Holzhackschnitzeln in 2019 leicht sinkende Preise beobachtet wurden. Kaum geändert zeigen sich dagegen die Pelletpreise. Die spezifischen Energieträgerpreise der Biomasse sind weiterhin überwiegend vorteilhaft, d. h. leichtes Heizöl ist in 2019 etwa 2,5-mal teurer, bezogen auf den gleichen Energieinhalt von feuchten Holzhackschnitzeln. Dagegen haben sich die Energieträgerpreise von Scheitholz und Heizöl stark angenähert; in 2016 bis 2017 hatte sogar überwiegend ein Preisnachteil für Scheitholz gegenüber Heizöl bestanden (Abbildung A1 - 16).

Holzpelletpreise sind auf Sicht mehrerer Jahre kaum verändert, sie zeigen sich relativ unbeeindruckt von den zwischenzeitlichen Preisausschlägen auf dem Heizölmarkt (z. B. zwischen Juli 2017 und Juli 2018). Preisdämpfend wirken sich der sinkende Erdgaspreis und der klimabedingt geringere Verbrauch in Deutschland in den vergangenen 3 Jahren aus, insbesondere auch weil der hierzulande verwendete Pelletbrennstoff nahezu vollständig aus heimischer Produktion stammt, die durch die schleppende Nachfrage zu entsprechenden Preiszugeständnissen gezwungen ist. Gegenüber Erdgas bestand in 2019 für alle Biomasse-Brennstoffe außer Scheitholz ein mehr oder weniger großer energiegehaltsspezifischer Preisvorteil.



Daten-Quellen: C.A.R.M.E.N. e.V. (für Hackschnitzel und Pellets), TECSON-Digital (für Heizöl), Statistisches Bundesamt (für Erdgas) sowie eigene Erhebungen am TFZ (für Scheitholz)

Abbildung A1 - 16: Entwicklung der Brennstoffpreise für Endverbraucher in den vergangenen 11 Jahren, inkl. Anlieferung und der jeweiligen MwSt.

5.3 Wärmegestehungskosten

Zum Vergleich der Holzentralheizungsanlagen mit einem fossilen Referenzsystem (hier: Erdgas-Brennwertkessel) eignen sich die spezifischen Wärmegestehungskosten. Sie bezeichnen die Kosten für die Bereitstellung einer Kilowattstunde Wärme. Hierfür wurde für die kleinen Biomasseanlagen ein Anlagenbeispiel mit einem Wärmeleistungsbedarf von 21 kW gewählt.

Abbildung A1 - 17 zeigt, dass diese Wärmegestehungskosten in 2019 (inkl. MwSt.) für die Referenzfälle von Pellet- und Scheitholzkesseln fast übereinstimmend bei 15,2 bzw. 14,8 ct/kWh liegen. Lediglich mit Hackschnitzeln sind günstigere Wärmegestehungskosten von 12 ct/kWh möglich. Der Förderanteil in 2019 kann diese Gestehungskosten aus Sicht des Betreibers nur um 0,8 ct/kWh (beim Pellet- und Hackgutkessel) bzw. um 0,5 ct/kWh (beim Scheitholzkessel) senken. Gegenüber einer Wärmebereitstellung mit einem vergleichbaren Erdgaskessel betragen die spezifischen Mehrkosten somit zwischen 0,8 ct/kWh (Hackschnitzelkessel) und 4,0 ct/kWh (Pelletkessel). Die Förderung senkt diesen Abstand um die vorgenannten Beträge (Abbildung A1 - 17).

Im Fall einer 21-kW-Hackgut-Heizung wären damit die Mehrkosten nach dieser Berechnung vollständig durch die Förderung kompensiert. Diese positive Wettbewerbssituation ist auch auf einen Preisrückgang bei den Hackschnitzelpreisen zurückzuführen (vgl. Preise für Holzhackschnitzel mit 35 % Wassergehalt in Abbildung A1 - 16).

Die Veränderungen zum Vorjahr sind gering. Im Vergleich zu 2018 kommt es bei Pelletanlagen zu einem leichten Anstieg der Wärmegestehungskosten (+0,2 ct/kWh), bei Hackgut- und Scheitholzanlagen dagegen zu einer Senkung (-0,7 bzw. -0,4 ct/kWh), während die Referenzkosten für die Wärmegestehungskosten in Erdgaskesseln kaum verändert sind (+0,1 ct/kWh).

Mit den Wirtschaftlichkeitsberechnungen für das Jahr 2017 und davor können diese Ergebnisse nicht verglichen werden, weil seit 2018 ein Referenzanwendungsfall für ein Einfamilienhaus mit hohem Energiebedarf dargestellt wird (21 kW). Dieser Anwendungsfall bildet den typischen Einsatzbereich für Biomassekessel realitätsnäher ab als der zuvor betrachtete Versorgungsfall mit nur 11 kW Nennwärmeleistung, bei dem eine Wärmeerzeugung mit Hackschnitzelkesseln leistungsbedingt nicht vorkommt.

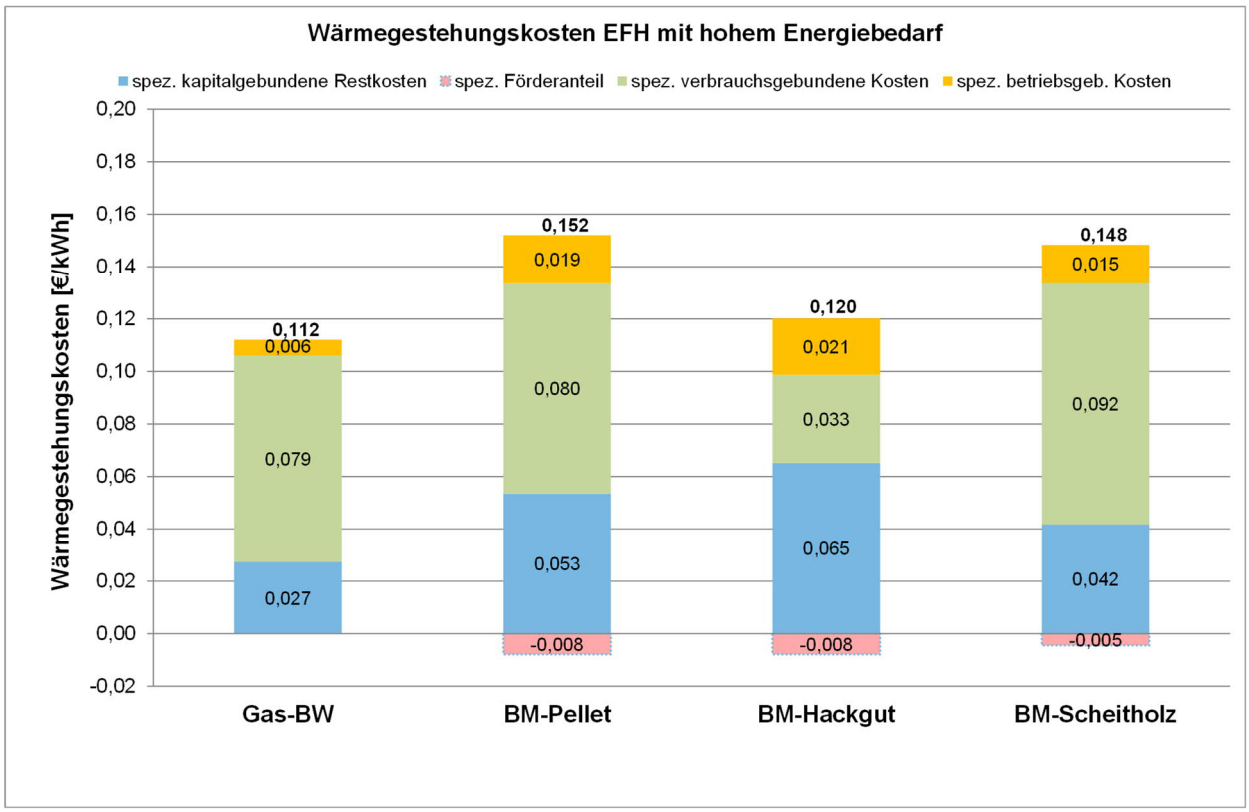


Abbildung A1 - 17: Wärmegestehungskosten mit kleinen Biomasse-Zentralheizungen im Vergleich zu Erdgaskesseln in einem Einfamilienhaus mit hohem Wärmebedarf in 2019 (Nennwärmeleistung von 21 kW)

Literatur

AGDW (2021): Homepage der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzerverbände. https://www.waldeigentuemer.de/themen/private-waldbesitzer/ Zugriff am 25. 3.2021

DEPV (2021): Deutscher Energieholz- und Pelletverband e.V.: Pelletmarkt in Deutschland zieht spürbar an. Download: https://www.depv.de/p/Pelletmarkt-in-Deutschland-zieht-spurbar-an-Hoher-Absatz-an-Feuerungen-und-erstmals-mehr-als-3-Mio-Tonnen-Produktion-jA6jkfSq8WrB4aVVmipgaj, Zugriff am 22.3.2021

DEPI 2021b: Datenübermittelung des Deutschen Pelletinstituts (DEPI), Berlin, 23. März 2021.

Schwarz, M; Carlon, E. (2017): Load cycle test for biomass boilers. In: Österreichischer Biomasse-Verband (ÖBV) (Hg.): 5. Mitteleuropäische Biomassekonferenz. Messe Congress Graz, 18.-20. Jänner. Graz: Österreichischer Biomasse-Verband (ÖBV), S. 1–16.

Hartmann, H. (2017): Diskrepanz zwischen Messergebnissen von Prüfständen und praxisnahen Messungen. In: Nelles, M.; Hartmann, H.; Lenz, V. (Hg.) (2017): Partikelabscheider in Biomassefeuerungen. Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ); Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ). 8. Abscheider-Fachgespräch. Straubing, 8. März. Leipzig: Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) (DBFZ Tagungsreader). Download: https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Schriftenreihen/Tagungsband/Abscheider_Fachgespraech_2017.pdf. Zugriff am 19.5.2017

Obernberger, I. (2016): Demonstration of a New Ultra-Low Emission Pellet and Wood Chip Small-Scale Boiler Technology. In: EU BC&E 2016. 24th European Biomass Conference. Amsterdam Exhibition and Convention Center, Amsterdam, Netherlands, June 6-9. Florence, Italy: ETA-Florence Renewable Energies, (Eds.), Florence, Italy.

Statista (2021): Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe und Bauernhöfe in Deutschland bis 2019. Download: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36094/umfrage/landwirtschaft---anzahl-der-betriebe-in-deutschland/#:~:text=Anzahl%20der%20landwirtschaftlichen%20Betriebe%20und%20Bauernh%C3%B6fe%20in%20Deutschland%20bis%202019&text=In%20der%20deutschen%20Landwirtschaft%20wurden%20im%20Jahr%202019%20rund%20266.600%20Betrieben%20gez%C3%A4hlt. Zugriff: 25.3.2021

BDH 2021: Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e.V. (BDH), zitiert bei: https://www.baulinks.de/webplugin/2021/0195.php4 Zugriff am 22.03.2021

Kuptz, D.; Dietz, E.; Schreiber, K.; Schön, C.; Mack, R.; Wiesbeck, M.; Blum, U.; Borchert, H.; Hartmann, H. (2018): Holzhackschnitzel aus dem Kurzumtrieb. Brennstoffqualität und Verbrennungsverhalten. Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ); Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Straubing, Berichte aus dem TFZ, 56, ISSN 1614-1008 (auch als Download: www.tfz.bayern.de).

FICHTNER

Appendix 2:

Fachgutachten zu den Fördersegmenten Große Biomasseanlagen, Wärmenetze und Wärmespeicher

Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2019 bis 2020

Hans-Friedrich Wülbeck
Fichtner GmbH & Co. KG
www.fichtner.de

ENGINEERING CONSULTING

1 Einführung

Bei der Förderung der energetischen Nutzung der Biomasse unterscheidet das Marktanreizprogramm (MAP) im Wesentlichen zwischen Anlagen unter und über 100 kW Nennwärmeleistung. Während kleine Anlagen über das BAFA mit Investitionskostenzuschüssen gefördert werden, werden für größere Anlagen über die KfW vergünstigte Darlehen und Tilgungskostenzuschüsse gewährt. Entsprechend werden diese beiden Bereiche getrennt evaluiert. In diesem Fachgutachten wird ausschließlich auf die Förderung von Anlagen mit mehr als 100 kW Nennwärmeleistung eingegangen.

2 Förderstatistik

Die Auswertungen basieren auf den folgenden Basisdaten:

- Statistik der KfW zu Förderanträgen, Antragszusagen, Wertstellung des Tilgungszuschusses, Inbetriebnahmezeitpunkt sowie weiteren bei der KfW erfassten Projektdaten.
- Auswertung der Anträge auf Tilgungszuschuss, in denen weitere detaillierte technische Angaben abgefragt werden. Die KfW hat Fichtner hierzu elektronische Kopien der Anträge derjenigen Anlagen zur Verfügung gestellt, deren Tilgungszuschuss im Jahr 2019 wertgestellt wurde.

Auf die Unterschiede der beiden Datenbestände und die sich daraus ergebende Methodik für die Auswertung wurde in Kapitel 2.3.2 des Hauptberichtes hingewiesen.

Für die Auswertung wird als Bezugsdatum das Datum der Wertstellung des Tilgungszuschusses berücksichtigt, da diese Information sowohl in der Datenbank der KfW, wie auch für die Anträge auf Tilgungskostenzuschuss eindeutig verfügbar ist. Die Wertstellung des Tilgungszuschusses erfolgt auf Antrag des Kreditnehmers nach der Inbetriebnahme der Anlage, häufig auch signifikant später als die Inbetriebnahme selbst.

Grundsätzlich sind beide Datenbestände unabhängig voneinander d.h. ein Eintrag in der KfW internen Datenbank ist nicht eineindeutig einem vorhandenen Antrag auf Tilgungskostenzuschuss zuzuordnen.

Im Zusammenhang mit den einzelnen Auswertungen wird jeweils auf die Datenbasis hingewiesen, da die Datenbestände im Hinblick auf die Anzahl der Kreditanträge und die geförderten Anlagen nicht konsistent sind. Dies ist sicherlich der großen Anzahl der zu bearbeitenden Anträge und den generellen Abläufen bei der KfW, die auf die Abwicklung der Geschäftsvorfälle ausgerichtet sind, geschuldet.

Die für die Evaluierung des Jahres 2019 zur Verfügung stehende Datenbasis unterscheidet sich hinsichtlich Struktur und Detaillierungsgrad der Daten nicht grundsätzlich von der in den vergangenen Jahren verwendeten Datenbasis.

Die folgenden Punkte weisen jedoch auf Veränderungen hin, deren Bedeutung in Zukunft zunimmt und die Qualität der Auswertung nicht verbessert.

Investitionssummen

In der Vergangenheit wurde je Kreditantrag in der Regel für jeden separaten Fördertatbestand eines einzelnen Investors eine separate Investitionssumme aufgeführt, sodass ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Fördertatbestand, Kreditsumme und Investitionssumme hergestellt werden konnte. Bei der Auswertung der Daten für das Jahr 2019 ist aufgefallen, dass teilweise auch bei mehreren Kreditanträgen eines Antragstellers immer die Gesamtsumme der Investitionen ausgewiesen wurde und nicht diejenige Summe, die dem einzelnen Kreditantrag zuzuordnen wäre. Wird nun die Summe der Gesamtinvestition über alle Fördertatbestände gebildet, werden einzelne Investitionssummen mehrfach gezählt. Es konnte keine Ursache für die neue Art der Handhabung festgestellt werden. Als Folge sind die für die einzelnen Technologien ausgewiesenen Investitionen nicht von gleicher Qualität wie in der Vergangenheit

Für die Evaluation 2019 wurden Mehrfacheinträge korrigiert und wird eine bereinigte Investitionssumme ausgewiesen. Es ist nicht auszuschließen, dass Mehrfacheinträge bereits in den Jahren vor 2019 Grundlage der Evaluation waren.

Technologien

In den Auswertungen des Jahres 2019 taucht zum ersten Mal eine neue Klassifizierung bei den Technologien auf. Diese Klassifizierung in der KfW-Datenbank ist jedoch nicht eineindeutig einem Fördertatbestand des MAP zuzuordnen.

Anlage zur Verfeuerung fester Biomasse

Unter dieser Klassifizierung werden Anlagen erfasst, die entweder eine Biomasseanlage zur Wärmeerzeugung oder eine Kombination aus Wärmeerzeugung aus Biomasse und einem Fernwärmenetz enthalten. Für diesen Fördertatbestand werden jedoch keinerlei technische Daten erfasst, sodass hier wesentliche Informationen für detaillierte Auswertungen fehlen. Nach Angaben der KfW ist dies auf eine Umstellung der Erfassung der Kreditanträge zurückzuführen, die jetzt über ein Internetportal durch die Korrespondenzbanken und nicht mehr bei der KfW erfolgt.

Für die Auswertung des Jahres 2019 ist dies weniger relevant, da nur für zwei Anlagen in dieser Kategorie ein Tilgungszuschuss verbucht wurde. Es handelt sich um zwei Kreditanträge mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von 206.641 €. Die Summe der Verwendungszweckteilbeträge beträgt 148.600 €, es wurde insgesamt ein Zuschuss in höhe von 37.356 € gewährt.

Bei den Einzelnachweisen ist eine Aufteilung auf die verwendeten Einzeltechnologien weiterhin möglich, da In den Formularen für Einzelnachweise des Tilgungszuschussantrages weiterhin eine Gliederung auf die Technologien gefordert wird.

Ergebnisse

In Abbildung A2 - 1 ist die Entwicklung bei der Wertstellung, d. h. die Verbuchung der Tilgungszuschüsse auf dem Kundenkonto, für die unterschiedlichen Anlagentypen Biomasse-Anlagen zur Wärmeerzeugung, KWK-Anlagen, Wärmespeicher und Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse wiedergegeben. Dieser Zeitraum liegt in der Regel im zeitlichen Zusammenhang mit der Inbetriebnahme der Anlage und ist als einziger Zeitpunkt für alle Kreditanträge verfügbar. Die Erfassung des Inbetriebnahmezeitpunktes ist unvollständig.

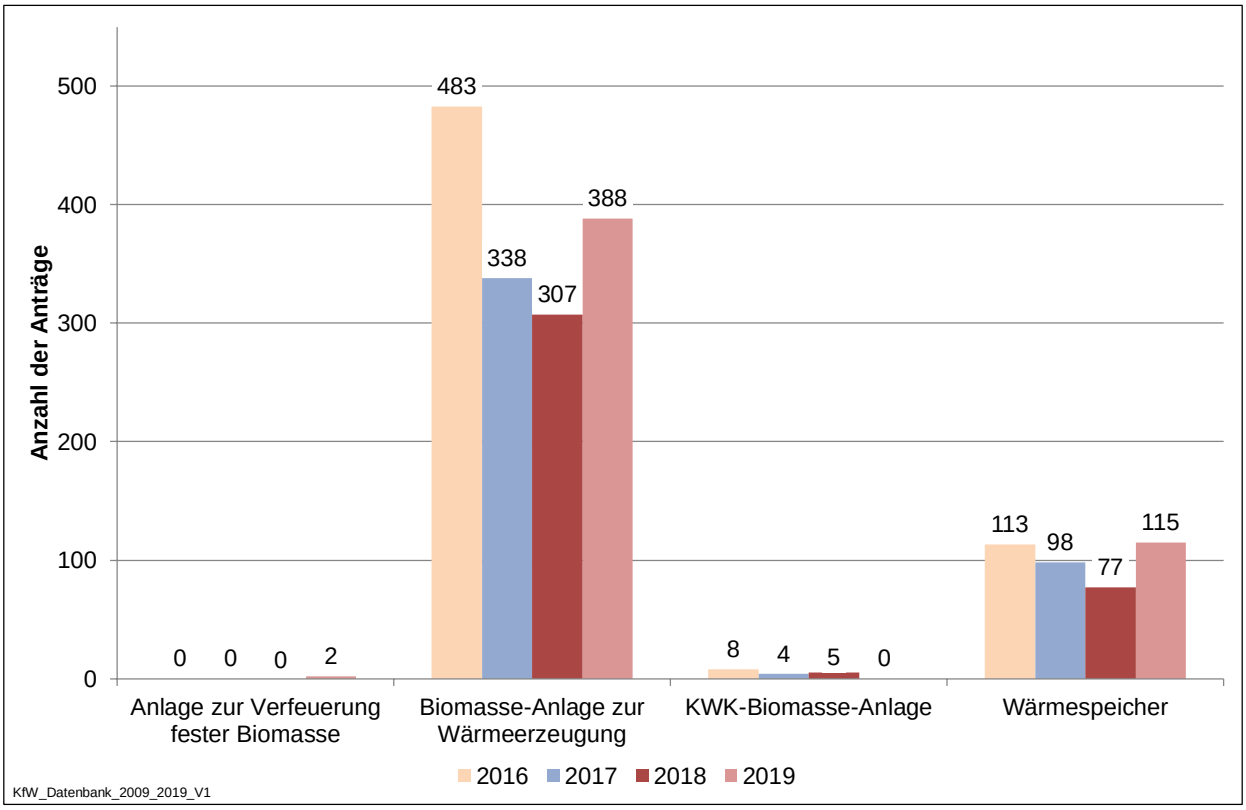


Abbildung A2 - 1: Anzahl Anträge ab dem Jahr 2016 (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

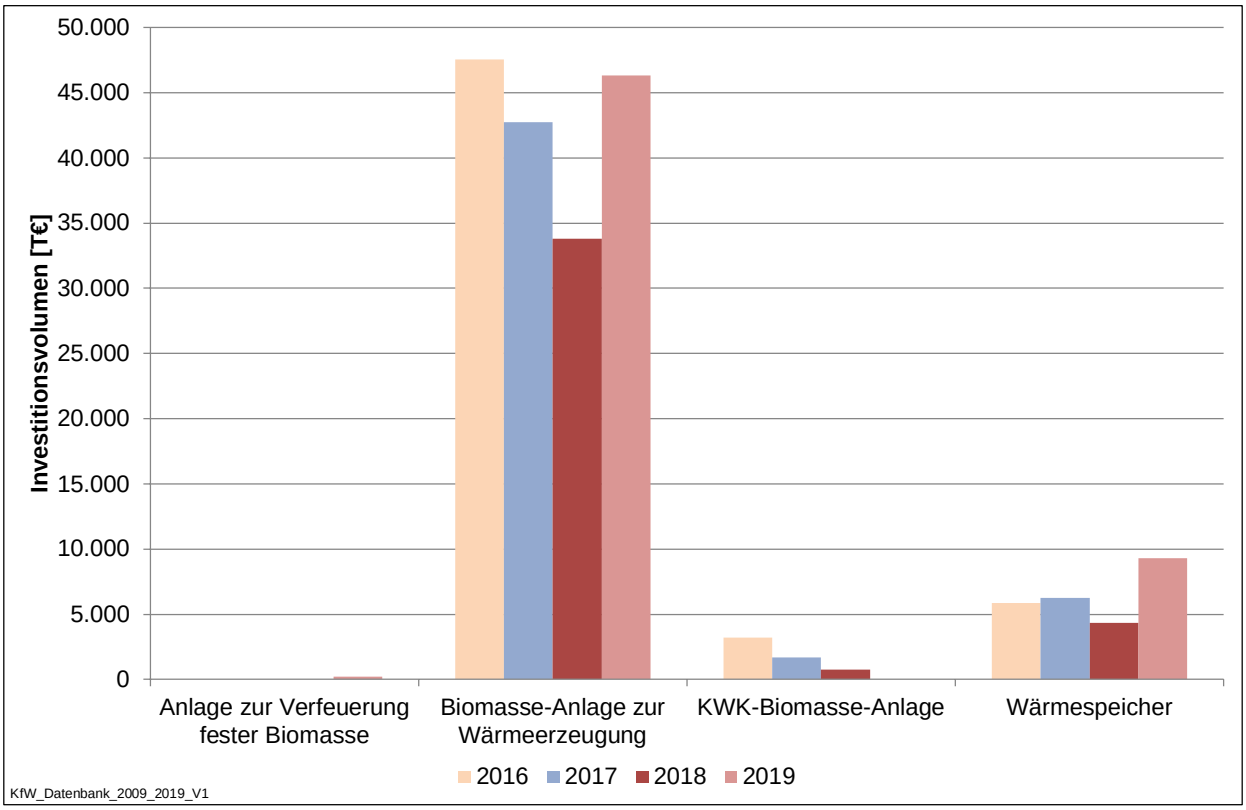


Abbildung A2 - 2: Entwicklung des Investitionsvolumens von eingereichten Anträgen ab dem Jahr 2016 (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

Im Jahr 2019 hat es bei der Anzahl der Anträge (Anlagenanzahl 364) gegenüber dem Vorjahr eine Zunahme im Bereich der Biomasse-Anlagen zur Wärmeerzeugung um ca. 26 % gegeben (Abbildung A2 - 1). Für die Wärmespeicher ist diese Tendenz ebenso gegeben; hier liegt die Zunahme bei ca. 49 %. Die Speicher werden in der Regel im Zusammenhang mit Biomasseanlagen, mit Biogas-BHKW-Anlagen und Wärmenetzen eingesetzt, so dass die Tendenz nachvollziehbar ist.

Die in Abbildung A2 - 2 wiedergegebene Entwicklung der Investitionsvolumina verläuft für die Biomasse-Anlagen zur Wärmeerzeugung aus Biomasse analog zur Entwicklung der Gesamtzahl der Anträge (+26%), die Gesamtinvestition steigt in einem vergleichbaren Maße (37%). Der Unterschied liegt in einem Bereich, wie er durch die Bandbreite der spezifischen Investitionen erklärt werden kann. Auch für die Wärmespeicher (+113%) ist wie zu erwarten, ein Anstieg der Investitionskosten zu verzeichnen.

Bei den Wärmenetzen (Abbildung A2 - 3) ist für das Jahr 2019 der höchste Anstieg der Antragszahlen im Vergleich zum Vorjahr seit 2016 zu verzeichnen. Nach dem starken Rückgang in den Jahren 2015 und 2016 scheint sich die Situation stabilisiert zu haben

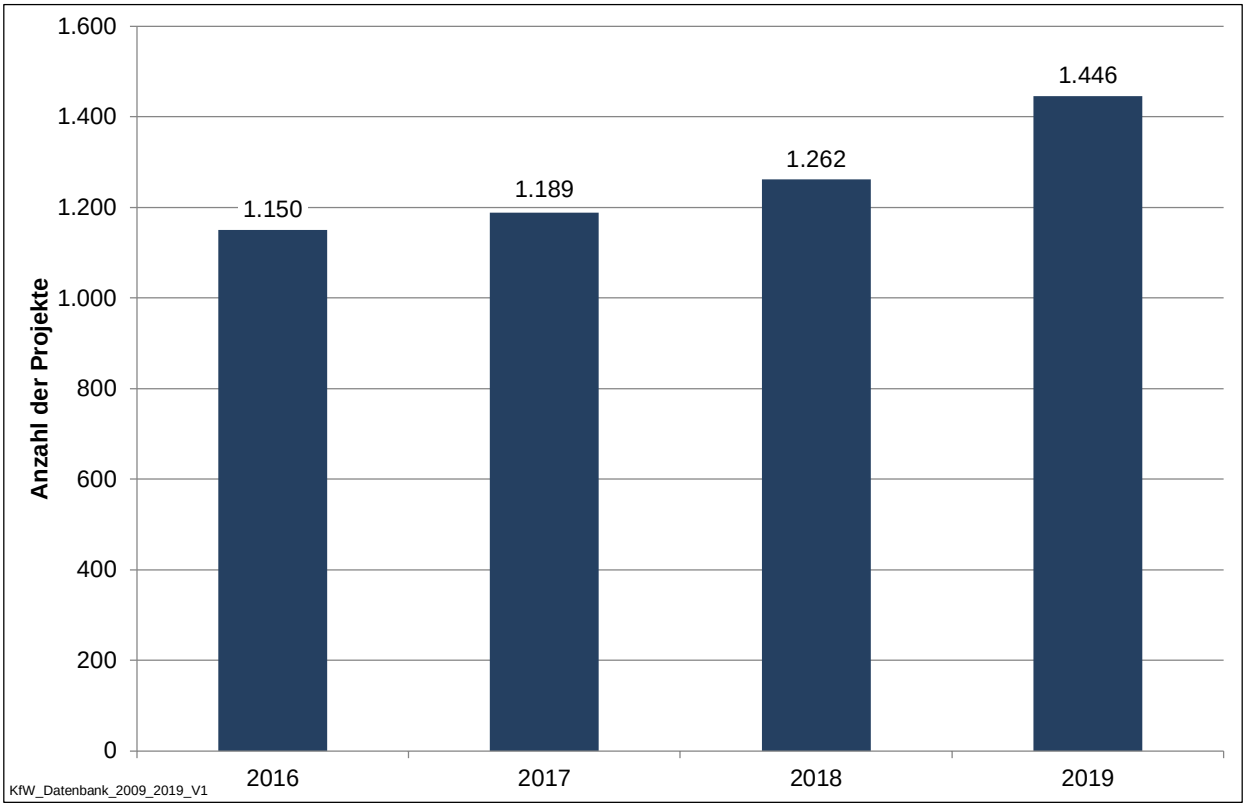


Abbildung A2 - 3: Entwicklung der Inbetriebnahmen von Wärmenetzen seit 2016 (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

Nachdem die Entwicklung des Investitionsvolumens (Abbildung A2 - 4) zwischen 2016 und 2018 rückläufig war, sinkt es im Förderjahr 2019 weiter (um rund 13 %). Die Werte sind aber aufgrund der oben beschriebenen Bereinigung um Mehrfachnennungen für 2019 nur sehr eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar.

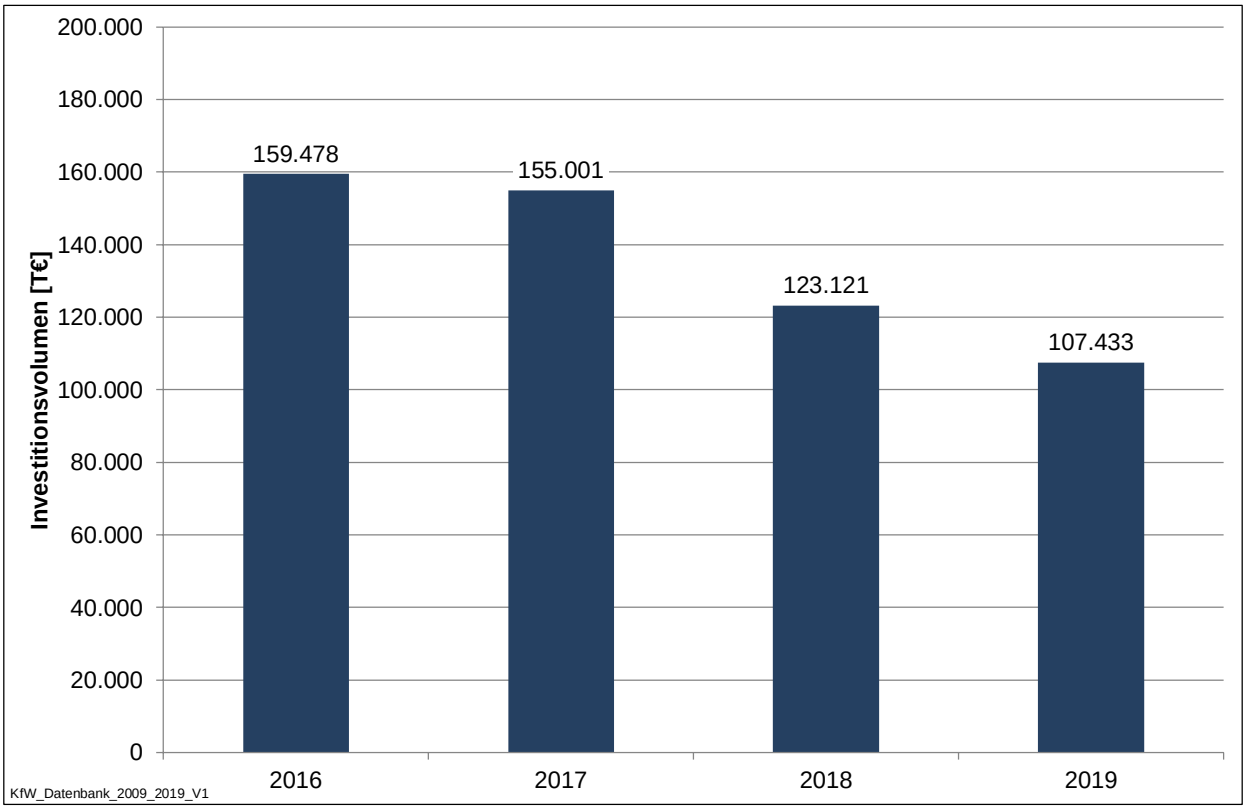


Abbildung A2 - 4: Entwicklung des Investitionsvolumens von in Betrieb genommenen Wärmenetzen seit 2016 (Basis Wertstellung des Tilgungszuschusses)

2.1 Große Biomasseanlagen

Die nachfolgenden Auswertungen beziehen sich auf die Installation von Biomasseanlagen mit einer Leistung von mehr als 100 kW, die als Einzelfeuerungsanlage oder in Kombination mit einem Wärmenetz errichtet wurden.

2.1.1 Regionale Verteilung

Bei der regionalen Verteilung der Anlagen (Abbildung A2 - 5) zeigt sich, dass der Schwerpunkt der Investitionstätigkeit bei großen Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung weiterhin in Bayern liegt, wobei der Abstand zu den nachfolgenden Bundesländern weiterhin sehr hoch und mit den Verhältnissen der vergangenen Jahre vergleichbar ist. Dies spiegelt die Bedeutung Bayerns als Bundesland mit der größten Waldfläche von insgesamt 2,6 Mio. ha wider. Hinzu kommt der sehr hohe Anteil an Privatwald. Der Privatwaldbesitz in Bayern entspricht mit 1,3 Mio. ha der gesamten Waldfläche in Baden-Württemberg. In Bayern existiert somit ein hohes Holzaufkommen und ein relativ direkter Zugriff auf diese Ressourcen. Hinzu kommt der Faktor als Flächenland mit einer Siedlungsstreuung, so dass Holz auch immer lokal ohne große Transportaufwendungen verfügbar ist.

In Bayern wurde über die Hälfte aller Anlagen (54,9 %) in Betrieb genommen, gefolgt von Nordrhein-Westfalen (14 %), Niedersachsen (10,8 %) und Baden-Württemberg (7,3 %). Zusammen wurden in diesen vier Bundesländern 87 % aller Anlagen installiert.

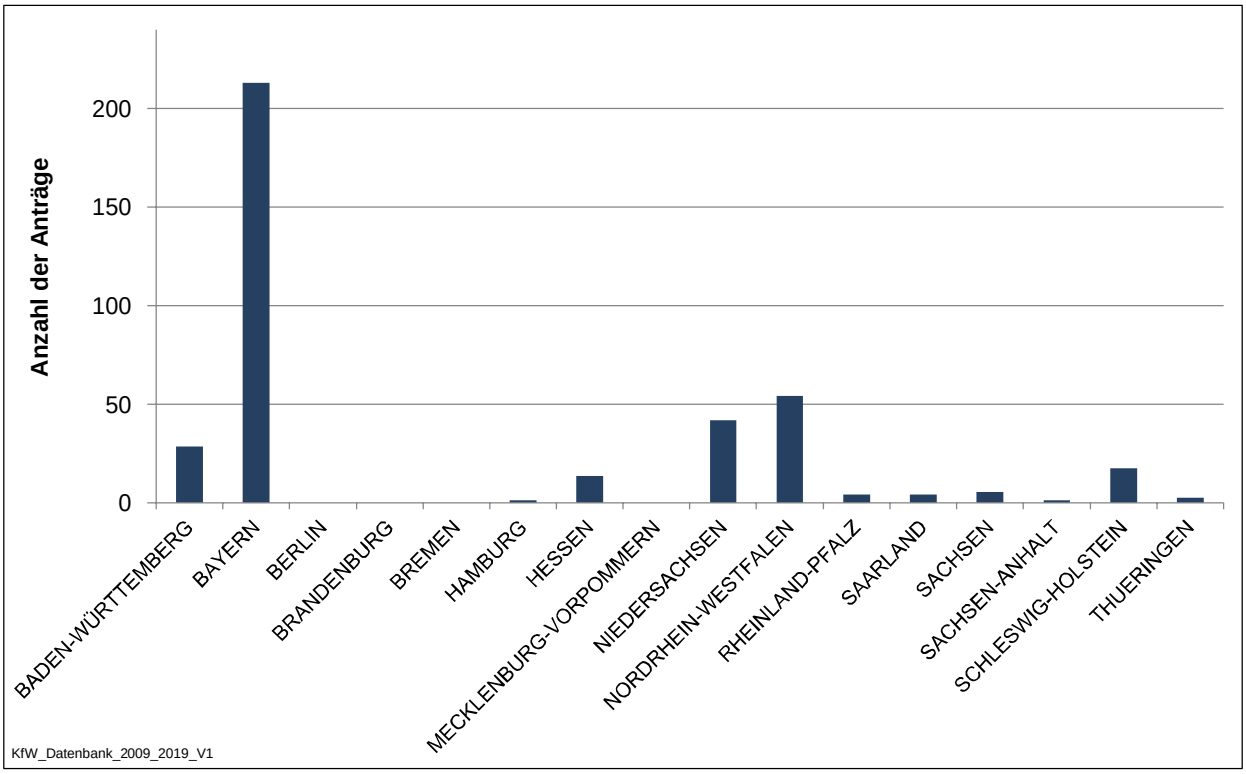


Abbildung A2 - 5: In Betrieb genommene Anlagen im Jahr 2019 > 100 kW nach Bundesländern (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

2.1.2 Gliederung nach Größenklassen

Die insgesamt installierte Leistung sowie das Investitionsvolumen verteilen sich erwartungsgemäß auf die unterschiedlichen Leistungsklassen, absteigend bei steigender Anlagenleistung. (Abbildung A2 - 6 und Abbildung A2 - 7). Die Verteilung der Anlagen auf die Leistungsklassen zeigt weiterhin einen deutlichen Schwerpunkt bei den kleineren Anlagen im Bereich zwischen 100 und 200 kW. In diesen Bereich sind ca. 63 % aller Anlagen einzuordnen, im Jahr 2019 sind 2 % der Anlage größer als 1000 kW zu berücksichtigen. Die Verteilung der installierten Leistung unterscheidet sich jedoch deutlich. Hier liegt der Schwerpunkt, wenn auch knapp bei den Anlagen im Bereich zwischen 200 und 500 kW.

In der Leistungsklasse zwischen 500 und 1000 kW beträgt das Gesamtinvestitionsvolumen 11,7 Mill. € (Abbildung A2 - 7). Dies sind 24,6 % des Investitionsvolumens bei einem zahlenmäßigen Anteil von 20,4 % an der installierten Leistung. Die Verteilung des Investitionsvolumens entspricht nahezu der Verteilung der installierten Leistung, was darauf hinweist, dass die spezifischen Investitionen für größere Anlagen höher sind.

Im Leistungsbereich der großen Biomasseanlagen mit mehr als 100 kW dominieren die Holzhackschnitzel als Brennstoff. Der Preis für Holzhackschnitzel liegt unter dem von Pellets, Holzhackschnitzel verursachen allerdings einen deutlich höheren Logistikaufwand, so dass der Preisvorteil erst bei größeren Anlagen zum Tragen kommt. Hinzu kommt, dass Anlagen mit mehr als 100 kW bevorzugt in Liegenschaften und größeren Gebäuden bzw. im Rahmen von Wärmenetzen eingesetzt werden, wo die Brennstofflogistik frühzeitig Eingang in die Planung findet bzw. auch nachgerüstet werden kann. Bei kleineren Gebäuden ist dies deutlich aufwendiger. Größere Einheiten verfügen des Weiteren auch über Personal (Hausmeister etc.), die die notwendigen Aufgaben der regelmäßigen Kontrolle der Anlagen übernehmen können.

Pellets werden in der Regel dort eingesetzt, wo ein möglichst wartungs- und beobachtungsarmer Betrieb angestrebt wird.

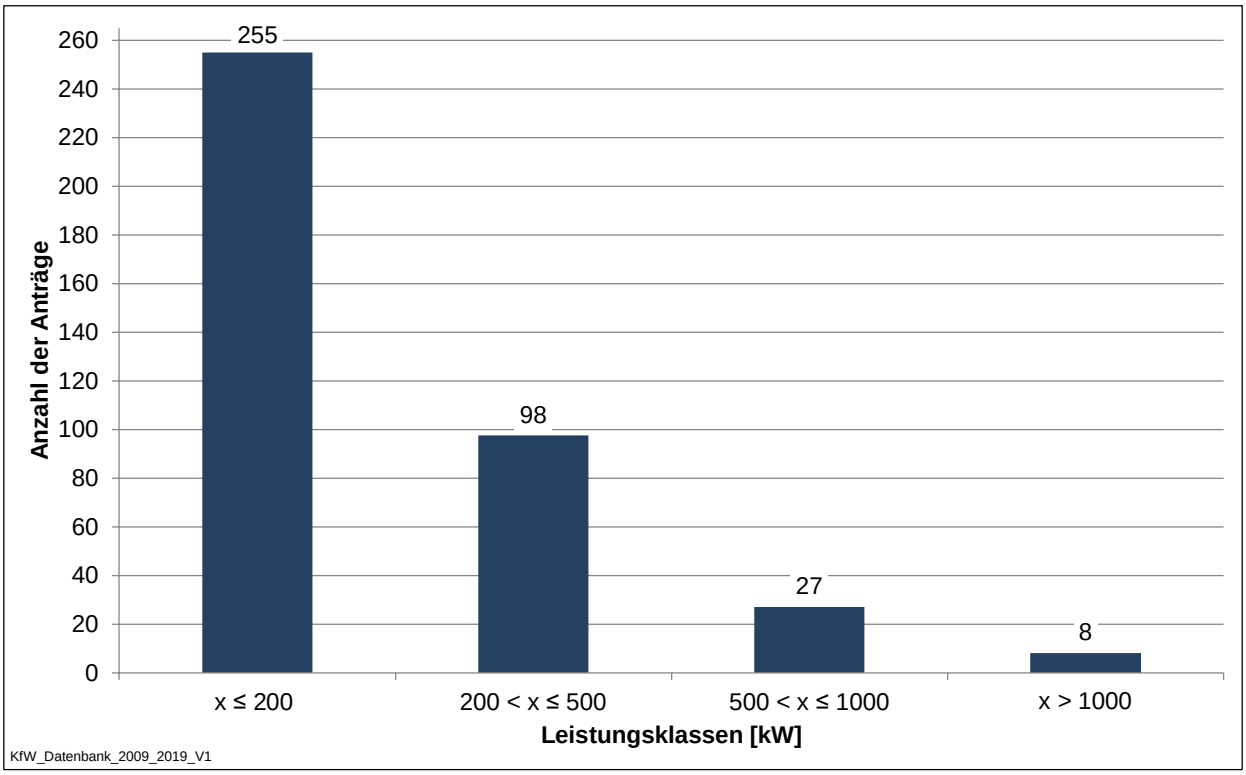


Abbildung A2 - 6: In Betrieb genommene Anlagen nach Leistungsklassen im Jahr 2019 (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

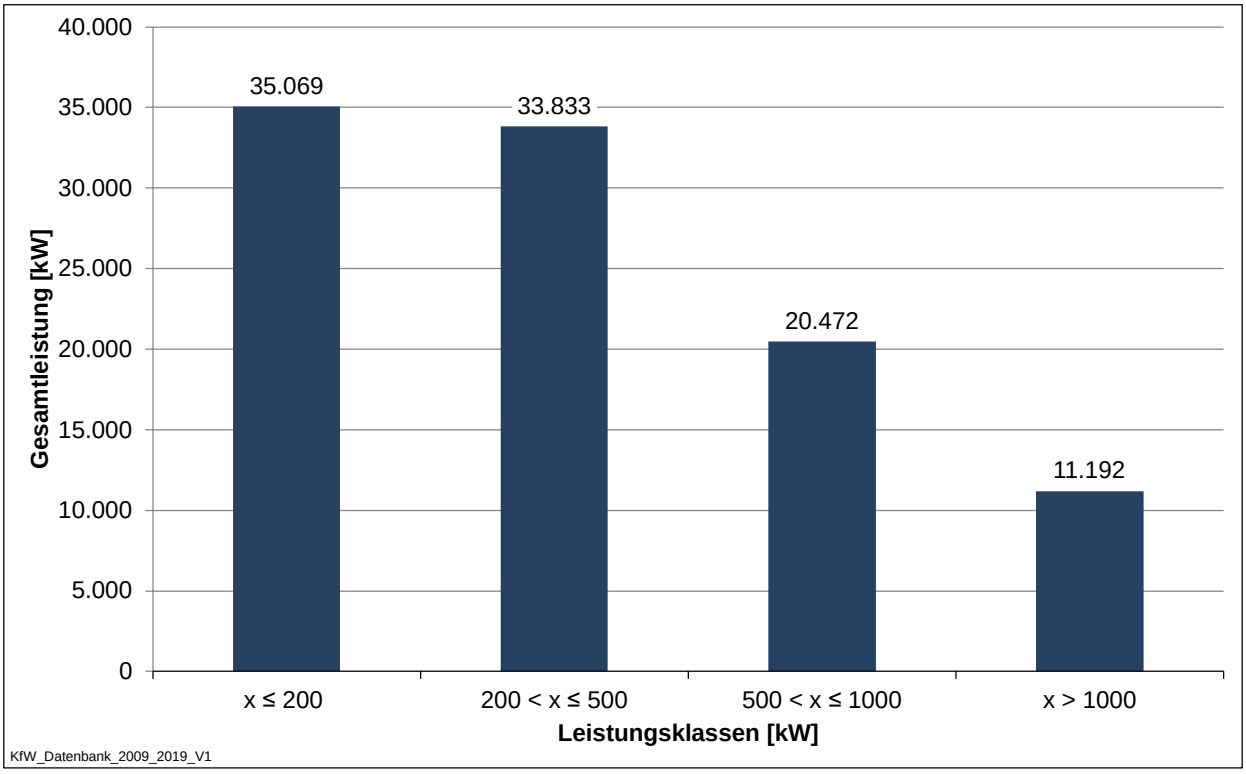


Abbildung A2 - 7: Installierte Leistung im Jahr 2019 nach Leistungsklassen (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

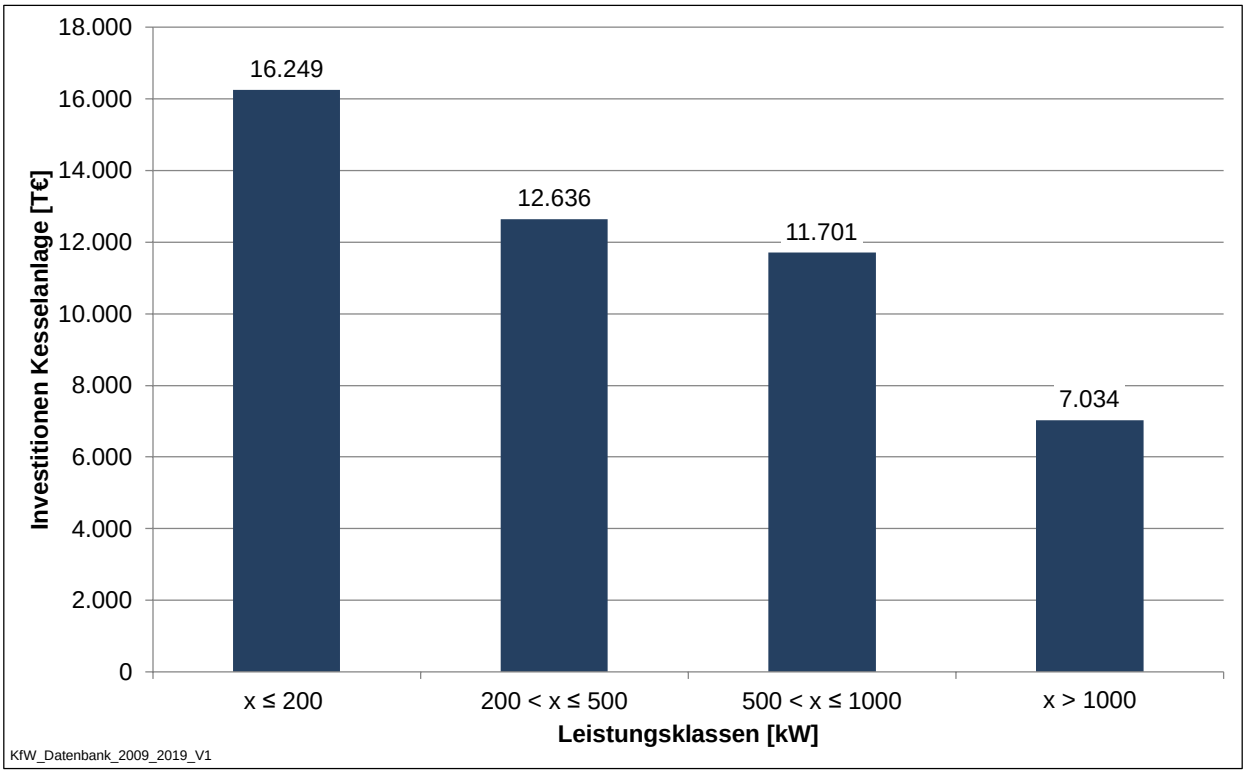


Abbildung A2 - 8: Investitionsvolumen im Jahr 2019 nach Leistungsklassen (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

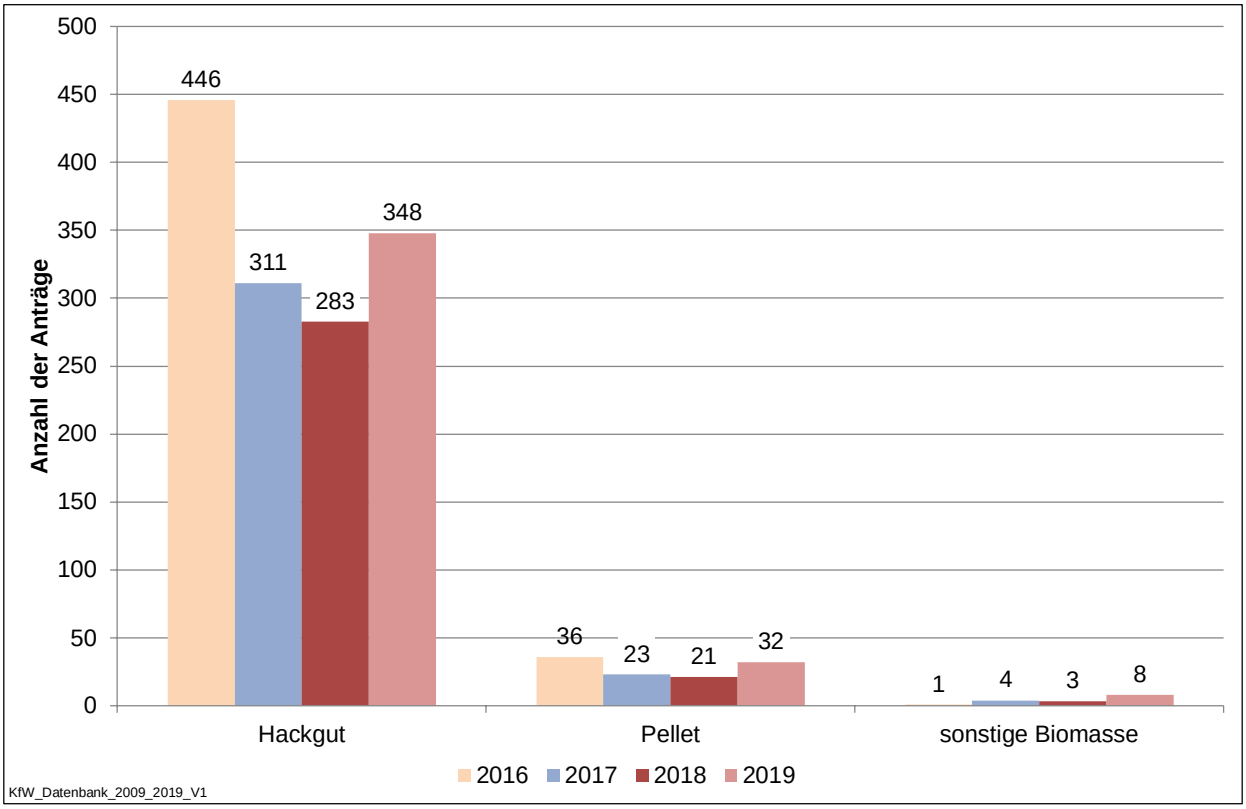


Abbildung A2 - 9: In Anlagen eingesetzte Brennstoffe, Entwicklung ab dem Jahr 2016 (Basis: Wertstellung des Tilgungszuschusses)

2.1.3 Innovationsboni

Gemäß MAP-Richtlinie können für große Biomasseanlagen die folgenden Innovationsboni beantragt werden:

- Installation eines Pufferspeichers mit mind. 30 l/kW
- Reduktion der Staubemissionen auf 15 mg/m³

Diese beiden Boni werden derzeit sehr unterschiedlich in Anspruch genommen.

Große Biomasseanlagen mit Pufferspeicher

Der überwiegende Anteil (92 %) der Anlagen wird in Verbindung mit einem Pufferspeicher gebaut. Die übrigen Anlagen werden in Verbindung mit einem großen Wärmespeicher errichtet, häufig auch in Kombination mit einem Wärmenetz. Da aus den Antragsunterlagen nicht hervorgeht, in welches Anlagensystem sie integriert werden, kann aus dem Fehlen des Pufferspeichers nicht grundsätzlich auf einen weniger effizienten Betrieb geschlossen werden.

Große Biomasseanlagen mit Staubminderungsmaßnahmen

Der Anteil der Anlagen mit zusätzlichen Staubminderungsmaßnahmen ist im Jahr 2019 gegenüber dem Jahr 2018 von 48,7 % auf 63,3 % gestiegen. Somit sind für das Jahr 2019 über die Hälfte der Anlagen mit einer zusätzlichen Rauchgasreinigung und einem Staubfilter ausgestattet.

Dies dürfte auf die Anforderungen der 1. BImSchV, die ab dem 01.01.2015 für alle hier relevanten Anlagen einen Staubemissionsgrenzwert von 20 mg/m³ vorschreibt, zurückzuführen sein, auf den sich auch die Anlagenlieferanten mittlerweile eingestellt haben. Die Auswertung der Anträge lässt den Schluss zu, dass die für die Einhaltung der derzeitigen Randbedingungen erforderlichen Filter auch den Wert von 15 mg/m³ erreichen, da für insgesamt 88,1 % der Anlagen der Innovationsbonus beantragt wurde. Entsprechend wird bei 37 % der Anlagen der niedrigere Staubgrenzwert ohne separate Einrichtungen erreicht. Nach einer Übergangsfrist kann voraussichtlich auf den Innovationsbonus verzichtet werden, da der Zugewinn an Staubreduktion als gering anzusehen ist. Weitere Reduzierungen sind mit einem erheblichen zusätzlichen Aufwand verbunden und erreichen das derzeit technisch Machbare.

2.1.4 Errichtung im Zusammenhang mit anderen Anlagen

Große Biomasseanlagen werden zu einem großen Teil, d.h. zu ca. 48 %, im Zusammenhang mit der Errichtung eines Wärmenetzes beantragt und gebaut. Dieser Anteil ist nahezu identisch zum Jahr 2018 wo der Anteil 46 % betrug. Dies gilt insbesondere, wenn man die Verteilung der Anlagenzahlen nach Leistungsklassen (vgl. Abbildung A2 - 6) berücksichtigt, wonach der überwiegende Teil der Anlagen (ca. 66%) eine Leistung von weniger als 200 kW aufweist. Es handelt sich somit um kleine Netze mit niedriger Anschlussleistung.

2.2 Wärmenetze

Die folgende Auswertung basiert ausschließlich auf Daten, die sich aus den Anträgen auf Tilgungszuschuss ergeben. Dem Grundsatz nach sollten sich im Jahr 2019 keine Unterschiede mehr zu den Daten der KfW ergeben; jedoch konnte keine vollständige Konsistenz bzgl. der Anzahl an Projekten und Anträgen hergestellt werden. Eine mögliche Ursache liegt in der Art der Bereitstellung der Daten in

Form von eingescannten Unterlagen. Unter Umständen werden nicht alle Unterlagen eingescannt oder es gibt andere Unterschiede in der Bearbeitung in den verschiedenen Prozessschritten. Diese Differenz besteht bereits seit mehreren Jahren und konnte leider nicht gelöst werden, eine Ursache kann auch in einer unterschiedlichen Handhabung der Daten liegen. In der KfW-Datenbank werden gegebenenfalls zwei Kreditanträge eines Antragstellers separat verwaltet, während jeweils nur ein gemeinsamer Antrag auf Tilgungszuschuss gestellt wird.

Die in der folgenden Tabelle A2 - 1 wiedergegebenen Daten zeigen sehr deutlich die heterogene Struktur der geförderten Wärmenetze im Hinblick auf ihre Größe. Hierzu wurden die Daten in Abhängigkeit von der Anzahl der Abnehmer in 5 Gruppen zusammengefasst. Der eindeutige Schwerpunkt liegt, wie auch schon in den vergangenen Jahren, bei kleinen bis sehr kleinen Netzen. Über 86,8 % der Netze haben weniger als fünf Abnehmer und versorgen somit nur das unmittelbare Umfeld des Anlagenstandortes. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass sich die Anzahl der Abnehmer auf die Anzahl der installierten Hausübergabestationen bezieht, die angeschlossen sind. Hier kann es sich somit auch um die Versorgung von mehreren Gebäuden des gleichen Eigentümers bzw. auf einem Betriebsgelände handeln. Des Weiteren können je Hausanschluss (HA) auch mehrere Abnehmer versorgt werden (Mehrfamilienhaus).

Tabelle A2 - 1: Strukturdaten der Wärmenetze insgesamt, sofern Angaben zu Abnehmern vorhanden

		Abnehmergruppen					
		x ≤ 5	5 < x < 10	10 ≤ x < 20	20 ≤ x < 50	x ≥ 50	Summe
Anzahl	[ ]	684	46	26	22	10	788
Netzlänge	[m]	108.857	23.245	25.545	42.250	54.057	253.954
Hausanschlüsse	[ ]	1.414	329	323	655	821	3.542
Gesamtinvestition	[T€]	22.771	4.993	6.532	13.094	24.255	71.645
Investition (Inv.). Netze	[T€]	16.701	3.783	5.127	10.972	20.833	57.416
für Hauptleitungen	[T€]	10.404	2.317	3.562	6.709	14.539	37.531
Inv. Heizzentr., Gebäude	[T€]	995	71	189	204	513	1.972
Inv. Übergabestationen	[T€]	5.075	1.139	1.216	1.918	2.909	12.257
							Mittelwert
mittlere Anzahl HA	[HA]	2,1	7,2	12,4	29,8	82,1	4,5
mittlere Netzlänge	[m/Netz]	159	505	982	1.920	5.406	322
Netzlänge je HA	[m/HA]	77	71	79	65	66	72
spez. Inv. Netz	[€/m]	153	163	201	260	385	226
spez. Inv. Hausanschlüsse	[€/-]	3589,1	3460,5	3764,5	2928,4	3543,4	3460,4
FICHT-#22852192-v4-							

Die Anzahl der Wärmenetze auf der Basis Biogas sank im Jahr 2019 auf 17,1 % (Tabelle A2 - 2) im Vergleich zum Vorjahr von 17,7%. Unter Berücksichtigung des theoretischen Potenzials aller Biogasanlagen in der Bundesrepublik (nach aktuellen Schätzungen ca. 8.000 - 10.000) beträgt der Anteil der Anlagen mit einer Ankopplung an ein Wärmenetz derzeit ca. 50 %. Hier besteht also noch ein theoretisches Potenzial für weitere Ankopplungen an Wärmenetze, auch wenn eine größere Anzahl der Anlagen bereits als KWK-Anlage ohne Wärmenetz arbeitet. Eine Abschätzung, wie hoch der Anteil der Biogasanlagen ist, die für eine Ankopplung an ein Wärmenetz noch infrage kommen, ist aufgrund der fehlenden detaillierten Standortinformationen nicht möglich. Viele Biogasanlagen befinden sich vorwiegend im Außenbereich der Siedlungen (Landwirtschaftliche Betriebe), so dass hier eher

kleinräumige Nutzungsmöglichkeiten im Vordergrund stehen. Für größere Biogasanlagen besteht zudem die Alternative der Biogasaufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz. Aufgrund der stagnierenden Anzahl der Inbetriebnahmen ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren mit einer Abnahme von neuen Netzen im Zusammenhang mit Biogasanlagen zu rechnen ist.

Tabelle A2 - 2: Brennstoffbasis bei der Versorgung der Wärmenetze 2016 - 2019 einschließlich Mehrfachnennungen

Wärmenetz (Brennstoff)					
Jahr	Gesamt	Holz	Biogas	Keine Angabe	Sonstige
2019	798	488	137	0	173
2018	937	510	166	0	261
2017	908	544	149	0	215
2016	1.149	716	182	0	251
FICHT-#22852192-v4-					
Sonstige: enthält auch Kombinationen mit fossilen Brennstoffen für den Spitzenlastbereich					

2.2.1 Wärmenetze mit Biogas als Brennstoff

In Tabelle A2 - 3 wird speziell die Struktur der Wärmenetze mit Biogasanlagen im Hinblick auf die Anzahl der Hausübergabestationen dargestellt. Die getrennte Betrachtung erfolgt, da es sich hier in vielen Fällen um die Nachrüstung von Biogas-BHKW-Anlagen handelt. Es gibt keine signifikanten strukturellen Unterschiede zwischen den mit Biogas versorgten Netzen und der Gesamtheit aller Netze.

Tabelle A2 - 3: Strukturdaten der Wärmenetze, die auf der Basis Biogas versorgt werden (2019)

Struktur [Abnehmer]	Anzahl der Wärmenetze	Anteile bezogen auf alle Netze [%]
alle Netze	137	17,2
$x < 5$	93	11,7
$5 \leq x < 10$	27	3,4
$10 \leq x < 20$	6	0,8
$20 \leq x < 50$	8	1,0
$x \geq 50$	3	0,4
FICHT-#22852192-v4-		

2.2.2 Netzverluste

Wie auch in den vergangenen Jahren zeigt sich, dass die Antragsteller in vielen Fällen keine, inkonsistente oder aus technischer Sicht fehlerhafte Angaben machen. Dies trifft insbesondere für die Angaben zu den Netzverlusten zu, wobei die Einhaltung von maximalen Netzverlusten keine Fördervoraussetzung darstellt.

Die Auswertung der Angaben zu den Netzverlusten (Tabelle A2 - 4) zeigt, dass hier nach wie vor Angaben gemacht werden, die aus Sicht der Gutachter nicht plausibel und deutlich zu niedrig sind. Dies gilt insbesondere, da es sich überwiegend um kleine Netze handelt, bei denen der Gleichzeitigkeitsfaktor eher hoch ist. Etwa 52 % der Antragsteller geben an, dass die Netzverluste unter zehn Prozent liegen. Wie bereits in den vergangenen Jahren aufgezeigt, ist hier von deutlich höheren Verlusten auszugehen. Werte unter 10 % werden in der Regel nur von sehr gut dimensionierten und entsprechend betriebenen Netzen

erreicht. Werte unter 5 % (21 % aller Angaben) können als unrealistisch angesehen werden, da sie auch unter optimalen Randbedingungen technisch nicht realisierbar sind.

Tabelle A2 - 4: Angaben zu den Netzverlusten durch die Antragsteller (2019)

	Netzverluste [%]					
Wärmenetze		x < 5	5 ≤ x < 10	10 ≤ x < 15	x ≥ 15	Summe
Anzahl	[ ]	167	248	197	182	794
Anteil	[%]	21,03	31,23	24,81	22,92	100
FICHT-#22852192-v4-						

Die eingeführte Checkliste, über die die Antragsteller auf wesentliche Aspekte hingewiesen werden, hat bisher ihre Wirkung noch nicht entfaltet oder findet keine ausreichende Berücksichtigung, da es sich hierbei nicht um eine Förderrandbedingung, sondern eine Empfehlung handelt, die somit auch nicht überprüft wird.

Die Netzverluste haben in den unterschiedlichen Anlagenkonstellationen eine unterschiedliche Qualität. Bei einer Nachrüstung von bestehenden Biogas-BHKW-Anlagen mit einem Wärmenetz wird in jedem Fall ein höherer Energienutzungsgrad der Gesamtanlage erreicht. Die Netzverluste können daher im Vergleich zum vorhergehenden Zustand akzeptiert werden. Der Anteil dieser Netze hat jedoch im Vergleich zu den Vorjahren deutlich abgenommen, ohne dass dies eine Veränderung bei den Angaben zu den Netzverlusten in der Gesamtschau bewirkt hat.

Bei neuen Biogas-BHKW-Anlagen, die im Rahmen des EEG als KWK-Anlagen betrieben werden, ist der Nachweis der hohen Effizienz bis zum Einspeisepunkt gewährleistet. Die Netzverluste wirken sich aber in jedem Fall auf den Energienutzungsgrad des Gesamtsystems aus und können auch die langfristige Wirtschaftlichkeit der Anlage beeinflussen.

Bei allen mit Biomasse betriebenen Wärmenetzen wirken sich zu hohe Netzverluste in zweierlei Hinsicht negativ aus. Die Netzverluste reduzieren den Energienutzungsgrad des Gesamtsystems und haben somit unmittelbar einen Einfluss auf die Kostenstruktur und bewirken insgesamt einen ineffizienten Umgang mit der Ressource Biomasse.

Mögliche Ursachen für die aus technischer Sicht unrealistischen Angaben sind:

- Bei kleinen Netzen mit weniger als 5 Abnehmern handelt es sich häufig um mehrere Gebäude einer Hofstatt bzw. eines einzelnen Eigentümers. In diesem Fall wird den Verlusten keine Bedeutung zugemessen, da es sich um eigene Ressourcen handelt, die anders bewertet werden als zu beschaffende Ressourcen.
- Bei den größeren Netzen lassen die technisch unrealistischen Angaben zu den Netzverlusten den Schluss zu, dass hier eine weniger sorgfältige Planung erfolgt ist. Dies ist auch das Ergebnis eines Workshops im Rahmen des MAP, der im Jahr 2012 unter Beteiligung von Rohrleitungslieferanten, die Produkte für den Bereich der Nahwärmeversorgung liefern, stattgefunden hat.

Diese Erkenntnisse haben auch dazu geführt, dass entsprechende Hinweise zur notwendigen Planung in den Antrag auf Tilgungskostenzuschuss aufgenommen wurden. Die Entwicklung zeigt jedoch, dass sich keine Veränderung bei den Angaben eingestellt hat. Um die Qualität der Angaben zu verbessern, wird ein

rechnerischer Nachweis der Verluste auf der Basis der eingesetzten Rohrmaterialien und Netzlängen empfohlen.

Als Alternative für einen Einzelnachweis ist auch der Gesamtnachweis einer professionellen Planung der Erzeugungsanlage und des Wärmenetzes möglich. Eine derartige Planung sollte eigentlich standardmäßig verfügbar sein, sofern mehr als die selbst genutzten Gebäude einer Liegenschaft versorgt werden.

Rechtsform der Netzbetreiber

Im Hinblick insbesondere auf den langfristigen Betrieb der Wärmenetze und der sicheren Versorgung der Abnehmer ist die derzeitige Unternehmensstruktur bei den Wärmenetzbetreibern ebenfalls von Bedeutung.

Tabelle A2 - 5 gibt einen Überblick über die Rechtsform der Wärmenetzbetreiber, deren Netze 2019 in Betrieb gegangen sind. 80,1 % der Netze konzentrieren sich auf die folgenden Rechtsformen:

- Private Haushalte
- Einzelfirmen
- Gesellschaften bürgerlichen Rechts

Hierbei ist zu beachten, dass bei diesen Rechtsformen der Betreiber sowohl mit seinem Firmenvermögen als auch mit seinem Privatvermögen haftet.

Es besteht gegebenenfalls ein erhebliches Risiko zum einen für den Betreiber, da er mit seinem Privatvermögen haftet und zum anderen für den langfristigen, nachhaltigen Betrieb der Netze und die Versorgung der Abnehmer, sofern es sich nicht um eigene Gebäude handelt.

Tabelle A2 - 6 gibt Auskunft über die Größe von Wärmenetzen von Unternehmen, bei denen der oder die Gesellschafter mit ihrem Privatvermögen haften. Von insgesamt 632 Unternehmen betreiben 558 Netze mit weniger als 5 Abnehmern. Dies entspricht rund 88 %. Bei diesen Netzen kann davon ausgegangen werden, dass überwiegend eigene Liegenschaften und evtl. angrenzende Gebäude versorgt werden. Das wirtschaftliche Risiko für den Betreiber und die Abnehmer ist als relativ gering einzuschätzen.

Bei den übrigen 74 Unternehmen stellt sich die Situation anders dar. Bei Netzen mit mehr als 5 Abnehmern ist davon auszugehen, dass überwiegend fremde Gebäude versorgt werden. Hier ist von einem Lieferanten und Abnehmer Verhältnis auszugehen, das mit entsprechenden wirtschaftlichen Risiken verbunden ist.

Aus Sicht des Gutachters besteht gerade bei diesen kleinen Netzen, die durch private Initiative errichtet wurden, ein erhöhtes Risiko, dass sie nicht über die gesamte technische Lebensdauer durch den ursprünglichen Investor betrieben werden. Kleine Netze mit bis zu zehn Abnehmern sind auch erheblich höheren Risiken im Fall von Reparaturen ausgesetzt, da hohe Reparaturkosten schnell die Wirtschaftlichkeit der Anlage gefährden können. Vergleichbare Beispiele sind derzeit insbesondere aus dem Bereich von Biomasseheizkraftwerken bekannt, bei denen mehrere Reparaturen aufgrund einer fehlenden Kapitalausstattung der Unternehmen zu Insolvenzen geführt haben.

Tabelle A2 - 5: Rechtsform der Antragsteller für Investitionen in Wärmenetze, bei denen in 2019 der Tilgungszuschuss für den Kredit wertgestellt wurde

Rechtsform	Anzahl	Anteil
	[]	[%]
GmbH, gGmbH, Verw. GmbH	56	7,0
GmbH & Co. KG, Co. OHG, Co. Gbr	64	8,0
Genossenschaft alle Formen	12	1,5
Private Haushalte Inland	521	65,3
Kommanditgesellschaft (KG)	2	0,3
Gesellschaft bürgerlichen Rechts, Partnergesellschaft	87	10,9
Kommune (Stadt, Gemeinde, Verw. Einheit, Zweckverb., Eigenbetr.)	10	1,3
Aktiengesellschaft (AG)	0	0,0
eingetragener Kaufmann (e.K.)	1	0,1
Eingetragener Verein	4	0,5
Einzelfirma Inland	31	3,9
Anstalt, Körperschaft, Jur. Pers. öffentlichen Rechts einschl. Kirchen	0	0,0
Offene Handelsgesellschaft (OHG)	4	0,5
Unternehmergesellschaft alle Formen	6	0,8
Stiftung	0	0,0
Summe	798	100

FICHT-#22852192-v4-

Tabelle A2 - 6: Größe der Wärmenetze bei persönlich haftenden Unternehmern, bei denen in 2019 der Tilgungszuschuss für den Kredit wertgestellt wurde

	x < 5	5 ≤ x < 10	10 ≤ x < 20	20 ≤ x < 50	x ≥ 50
Private Haushalte Inland Gesellschaft bürgerlichen Rechts, Partnergesellschaft Einzelfirma Inland	558	54	11	7	2

FICHT-#22852192-v4-

2.3 Wärmespeicher

In 2019 wurden 97 Wärmespeicher mit einem durchschnittlichen Speichervolumen von 106 m³ und einer mittleren Investition in Höhe von 658,7 €/m³ gefördert. Dieser Wert ist auch durch einzelne Werte sehr großer Wärmespeicher mit mehr als 100 m³ beeinflusst, bei denen die spezifischen Investitionen bei ca. 594 €/m³ liegen. Bei Speichervolumen unter 50 m³ liegen die spezifischen Investitionen bei ca. 1.041 €/m³.

Die Anzahl an Wärmespeichern ist im Vergleich zum Vorjahr, wie auch die Zahl der Erzeugungsanlagen gestiegen. Der Großteil der Speicher (66 %) liegt im Bereich bis zu 50 m³.

Die folgende Tabelle A2 - 7 gibt einen Überblick über die Anzahl der Speicher, die mittleren Volumina und die mittleren Investitionen in Abhängigkeit von den Größenklassen wieder. Die Verteilung der Speicher ist vergleichbar mit der Verteilung der Wärmenetze nach Abnehmerzahlen, so dass angenommen werden kann, dass große Speicher in allen Netzgrößen eingesetzt werden.

Tabelle A2 - 7: Strukturdaten der Wärmespeicher

Wärmespeicher						
Anzahl	Größe	Investitionen	Speichervolumen	mittl. Speicher-volumen	spez. Inv.	Anteil
[ ]	[m³]	[T€]	[m³]	[m³]	[€/m³]	[%]
97	alle	6.768	10.275	106	658,7	
37	0 < x < 20	491	443	12	1108,8	38,1
27	20 ≤ x < 50	828	795	29	1041,1	27,8
9	50 ≤ x < 100	414	564	63	734,6	9,3
24	x ≥ 100	5.035	8.473	353	594,2	24,7
FICHT-#22852192-v4-						

Die in Tabelle A2 - 8 wiedergegebene Entwicklung der Anzahl von Wärmespeichern, in Kombination mit anderen Technologien, zeigt die gleichen steigenden Tendenzen auf, wie die Entwicklung der Speicher im Allgemeinen.

Die Verteilung auf die unterschiedlichen Anlagenkombinationen zeigt keine eindeutigen Tendenze in Bezug auf präferierte Kombinationen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass aus den Antragskonstellationen nur begrenzt auf die tatsächliche Anlagenstruktur geschlossen werden kann. Auffällig ist die große Anzahl von Speichern in Kombination mit einer Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung, sowie die Anzahl der Wärmespeicher, für die ein Antrag auf eine Förderung, ohne gleichzeitigen Antrag für eine weitere Investition, gestellt wurde. Aus den vorliegenden Unterlagen zum Antrag auf Tilgungszuschuss geht nicht hervor, in welchem Zusammenhang die separaten 46 Speicher installiert wurden, für die ein eigenständiger Antrag auf Tilgungszuschuss gestellt wurde. Dies kann sowohl in Zusammenhang mit einem Biogas BHKW als auch in Zusammenhang mit einer Anlage zu Verfeuerung fester Biomasse erfolgt sein.

Tabelle A2 - 8: Entwicklung der in Betrieb genommenen Speicher nach Anlagenkombination

Große Wärmespeicher	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Mit Wärmenetz	72	53	29	25	19	16
Mit Biomasse-Anlage zur Wärmeerzeugung	77	75	63	32	32	30
Mit Solaranlage	3	10	5	5	5	8
Mit Biomasse-KWK	11	21	5	1	1	0
Nur Wärmespeicher	65	41	35	34	27	46
Mit Biogasleitung (unaufbereitetes Biogas)	0	0	0	0	1	0
Mit Aufbereitung von Biogas - Biogasleitung	2	2	0	0	0	0
Summe[1]	230	202	137	97	85	100
[1] Doppelzählungen aufgrund Mehrfachkombinationen möglich, die hier nicht alle separat aufgelistet wurden						
FICHT-#22852192-v4-						

2.4 KWK-Anlagen

Im Jahr 2019 wurden keine Biomasse-KWK Anlagen in Betrieb genommen. Die Ursachen hierfür können sehr vielfältig sein. Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass biomassebasierte KWK-Anlage sehr hohe Investitionen erfordern, die nur von wenigen Investoren aufgebracht werden. Darüber hinaus sind KWK-Anlagen mit ihrer größeren Leistung, sofern sie nicht Biogas basiert sind eher für größere Wärmenetze geeignet.

3 Marktentwicklung

Im Folgenden wird die Entwicklung der Märkte für die im Rahmen dieses Gutachtens relevanten Technologien, soweit dies auf der Basis der verfügbaren Daten möglich ist, betrachtet. Der Markt der Anlagen im Bereich größer als 100 kW ist insgesamt sehr heterogen und auch hinsichtlich der Gesamtzahl der Anlagen begrenzt, so dass hier keine Statistiken verfügbar sind und auf Experteneinschätzungen zurückgegriffen wird.

3.1 Wachstum der Märkte

3.1.1 Große Biomasseanlagen

Die aktuelle Entwicklung im MAP weist nach einigen Jahren des Rückganges wieder leicht ansteigende Zahlen auf. Die Ursachen hierfür lassen sich nicht eindeutig identifizieren; jedoch kommen hier verschiedene Aspekte zum Tragen, da die Anwendungsgebiete sehr breit gefächert sind.

Insgesamt zeigt die Entwicklung deutlich, dass die Förderung eine nachhaltige Marktentwicklung angestoßen hat und sich hier ein eigenständiger Markt etabliert hat, der eine gewisse Konstanz hat. Da es sich bei den betrachteten Anlagen, insbesondere bei den größeren Anlagen, um signifikante Investitionen handelt, bei denen auch die Wirtschaftlichkeit eine wesentliche Rolle spielt, ist diese Entwicklung besonders positiv zu bewerten. Die weiterhin hohen Zahlen zeigen auch, wie wichtig konstante Förderrahmenbedingungen sind.

Über die aktuell wie auch über die in der Vergangenheit geförderten Biomasseanlagen, die in Kombination mit einem Wärmenetz errichtet bzw. betrieben werden, liegen keine Informationen über die Nachhaltigkeit und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes vor. An dieser Stelle ist es weiterhin wünschenswert, Informationen über die Motivation für die Investition, den längerfristigen Betrieb und dessen Nachhaltigkeit zu sammeln. Dies gilt insbesondere auch unter Berücksichtigung anderer Anforderungen, z. B. des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG) und des Gesetzes zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (EWärmeG) in Baden-Württemberg, mit ihren Anreizwirkungen. Hier ist abzuwägen, ob diese Anforderungen in vergleichbarem Ausmaß wie das MAP den Ausbau fördern. Einen weiteren Einfluss wird in Zukunft die Entwicklung im Rahmen Wärmenetz 4.0 mit einer Schwerpunktförderung von erneuerbaren Energien im Fernwärmebereich haben.

In den nächsten Jahren werden sich die Anforderungen der 1. BImSchV im Hinblick auf die zulässigen Emissionen an Staub auf den Markt der großen Biomasseanlagen auswirken. Derzeit werden 49 % der Anlagen mit zusätzlichen Entstaubungseinrichtungen ausgerüstet, während für weitere 39 % der Anlagen der Innovationsbonus beantragt wird, ohne dass nach Angaben der Antragsteller zusätzliche Einrichtungen erforderlich wären. Die Anforderungen der 1. BImSchV liegen seit dem 1.1.2015 mit 20 mg/m³ sehr nahe an den Anforderungen für den Innovationsbonus (15 mg/m³), so dass es plausibel ist, dass die Entstaubungseinrichtung zur Standardausstattung gehört und auch der Wert von 15 mg/m³ erreicht wird.

Es bleibt abzuwarten, wie sich die neuen Anforderungen auf die Inanspruchnahme des Innovationsbonus auswirken und ob die Anbieter weiterhin Anlagen anbieten, die den Anforderungen des

Innovationsbonus entsprechen. Der Abstand zwischen den Anforderungen der 1.BImSchV und den Anforderungen des Innovationsbonus ist sehr klein geworden, so dass sich der zusätzliche technische Aufwand für die geringe Differenz nicht mehr lohnt. Sollten die Anlagen schon in der Standardkonfiguration den niedrigeren Grenzwert einhalten, würde es sich nicht mehr um eine Innovation handeln.

3.1.2 Wärmenetze

Die Anzahl der realisierten Netze ist im Jahr 2019 im Vergleich zum Vorjahr nahezu konstant geblieben. Ein geringerer Anteil dieser Netze (ca. 18 %) wurde in Verbindung mit BHKWs und dem Einsatz von Biogas realisiert. Auch für diese Netze liegen keine Informationen über die Effizienz im Betrieb vor. Es muss hier unterschieden werden, zwischen den mit einer Wärmenutzung und einem Wärmenetz nachgerüsteten Biogas BHKWs und den in Kombination mit einer Biomasseanlage zur Wärmeerzeugung errichteten Wärmenetzen.

Bei den nachgerüsteten biogasbetriebenen BHKW-Anlagen findet auch bei ungünstig ausgelegten und eventuell mit hohen Verlusten betriebenen Wärmenetzen eine Verbesserung des Energienutzungsgrades statt, da die Anlagen die Wärme in der Vergangenheit direkt an die Umgebung abgegeben haben. Bei neu gebauten und mit einer Wärmenutzung ausgestatteten Biogasanlagen ist die Effizienz der Gesamtanlage auf der Basis der Anforderungen des EEG und der erforderliche Nachweis im Grundsatz gegeben.

Für die Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung in Kombination mit Wärmenetzen ist die Situation komplexer. Hier steht die Gesamteffizienz des Systems einschließlich der Netzverluste in Konkurrenz zu Einzelanlagen, gegebenenfalls auch auf der Basis von Biomasse. Hier wäre es wünschenswert zu prüfen, ob die begrenzte Ressource Holz im Wärmemarkt mit der größtmöglichen Effizienz zum Einsatz kommt.

3.1.3 Wärmespeicher

Bei den großen Wärmespeichern ist die Anzahl der Installationen gestiegen (von 83 auf 97 realisierte Anlagen). Die Entwicklung hier folgt den Anlagen zur Wärmeerzeugung aus Biomasse, der ebenfalls einen Anstieg verzeichnet. Das insgesamt hohe Niveau zeigt, dass in diesen Bereichen ein deutliches Interesse besteht und der Fördermechanismus weiterhin seine Wirkung entfaltet.

3.2 Marktstruktur

3.2.1 Große Biomasseanlagen

Die Marktstruktur hat sich in den vergangenen Jahren nicht wesentlich verändert. Die überwiegende Anzahl der geförderten Anlagen wird von auf diesen Markt spezialisierten Unternehmen geliefert.

Nur zu einem geringen Anteil handelt es sich um etablierte Unternehmen aus dem Bereich der konventionellen Heizkessel. Signifikant bleibt weiterhin die starke Präsenz von Unternehmen aus Österreich, die aus einem starken heimischen Markt kommen. Die aktuellen Zahlen zeigen, dass sich der Markt stabilisiert hat, wobei dies sicherlich auch auf die konstanten Förderbedingungen zurückzuführen ist.

Der Markt dürfte auch weiterhin stark von der Förderung abhängig sein. Wesentlich für die weitere Marktausbildung wird daher auch in den nächsten Jahren die Konstanz der Förderung wie auch der

Einfluss des EEWärmeG sein. Hier ergeben sich Chancen auch im Aufbau von Nahwärmenetzen, insbesondere in Neubaugebieten. Entscheidend wird jedoch sein, wie konkurrenzfähig diese Lösungen im Vergleich zu den Alternativen des EEWärmeG sein werden. Als direkte Konkurrenz sind die Wärmepumpe, die Nutzung der Solarthermie und der verstärkte Wärmeschutz anzusehen.

Es bleibt jedoch auch festzuhalten, dass die Bereitschaft, in entsprechende Anlagen zu investieren, weiterhin lokale Schwerpunkte wie beispielsweise Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen aufweist, obwohl auch in anderen Bundesländern gute Voraussetzungen bestehen. Eine mögliche Ursache mag in der räumlichen Affinität der Lieferanten zu den potenziellen Kunden liegen. Aus Sicht des Gutachters sollten aber auch in den anderen Bundesländern noch signifikante Potenziale erschließbar sein.

3.2.2 Wärmenetze

Bei den Lieferanten für Rohrleitungen handelt es sich um einige überwiegend überregional agierende Unternehmen, die nicht speziell auf den Markt der Erneuerbaren Energien ausgerichtet sind, sondern in allen Bereichen der Nahwärmeversorgung tätig sind. Hier liegt auch keine Dominanz von Unternehmen aus anderen Ländern vor. Es bleibt festzuhalten, dass diese Unternehmen zumindest im europäischen Raum international tätig sind. Über die Bedeutung des Marktes, der das MAP betrifft, liegen für die einzelnen Unternehmen keine Informationen vor.

3.2.3 Wärmespeicher

Auf der Basis der in den Unterlagen verfügbaren Daten sind keine Aussagen im Hinblick auf diesen Markt möglich. Aufgrund der Anzahl der Anlagen und der Tatsache, dass es sich üblicherweise um Behälter handelt, wie sie auch für andere Zwecke gefertigt und die als Speicher eingesetzt werden, ist davon auszugehen, dass sich hier kein spezieller auf die Anforderungen des MAP orientierter Markt entwickelt hat oder entwickeln wird. Hieraus ergibt sich insgesamt, dass es bei der MAP-Förderung, wie auch bei der Förderung im KWKG, um die Reduktion der Investitionskosten geht. Es ist hier nicht zu erwarten, dass das MAP spezielle Anreize bei der Entwicklung von Wärmespeichersystemen entfaltet.

Da die Nutzung von Wärmespeichern in der Regel die Effizienz des Betriebes von mit Biomasse gefeuerten Anlagen erhöht, wird empfohlen die Förderung analog zu den Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung beizubehalten.

4 Technologischer Standard und Innovation

Im Bereich großer Biomasseanlagen hat sich im Jahr 2019 der Trend aus dem Jahr 2018 mit einem weiteren Rückgang der Anlagenzahlen nicht fortgesetzt. Im Bereich der Anlagen oberhalb von 100 kW konzentrieren sich die Entwicklungen weiterhin auf die Einhaltung der neuen Anforderungen der 1. BImSchV, wobei den Staubemissionen die größte Bedeutung zukommt. Dies gilt in gleicher Weise auch für die Möglichkeiten zur Nachrüstung bestehender Anlagen. Es wird ein Übergang zu einer stärker automatisierten Fertigung mit einhergehenden Kostensenkungen erwartet. Diese Effekte ergeben sich auch aus der Marktkonsolidierung unter den Herstellern, da bisher selbst Lieferanten mit großem Marktanteil nur eine vergleichsweise geringe Anzahl von Anlagen fertigen.

Im Bereich der Wärmenetze handelt es sich um standardisierte Produkte hinsichtlich der verwendeten Komponenten. Diese finden sich auch in anderen Bereichen der Wärmeverteilung, unabhängig von der Nutzung Erneuerbarer Energien. Entwicklungen in diesen Bereichen, z. B. verbesserte Verbindungstechnologien und einfachere Handhabung der Materialien, lassen sich nicht auf Einflüsse des MAP zurückführen.

Im Bereich der behälterbasierten Wärmespeicher handelt es sich um standardisierte Produkte hinsichtlich der verwendeten Komponenten. Hier liegen keine Entwicklungen vor, die auf das MAP zurückzuführen sind.

5 Anlagenwirtschaftlichkeit

Im Folgenden werden die für die Anlagenwirtschaftlichkeit relevanten Daten zur Entwicklung der Investitionskosten der einzelnen Technologie betrachtet.

5.1 Investitionskostenentwicklung

5.1.1 Große Biomasseanlagen

Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (ohne Wärmenetz)

Ausdrückliches Ziel des MAP ist die Senkung der Investitionskosten durch Förderung und Stabilisierung der Absatzzahlen. Für die Ermittlung der spezifischen Investitionskosten wurden die detaillierten Angaben der Verwendungsnachweise ausgewertet. In
Tabelle A2 - 9 sind die Kosten für die Kesselanlage im Vergleich der Jahre 2018 und 2019 wiedergegeben. In Tabelle A2 - 10 sind ab dem Jahr 2018 zusätzlich zu den Kosten für die Kesselanlagen auch die Gesamtkosten einschließlich der Baukosten wiedergegeben.

Tabelle A2 - 9: Spezifische Investitionen für Kesselanlagen auf der Basis der ausgewerteten KfW-Verwendungsnachweise

spez. Inv. Kessel	2018	2019	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
x ≤ 200 kW	456	468	2,30
200 < x ≤ 500 kW	579	379	-34,54
500 < x ≤ 1000 kW	329	572	73,58
1000 kW < x	0	628	n/a
FICHT-#22852192-v4-			

Tabelle A2 - 10: Spezifische Investitionen für Biomasseanlagen einschl. Baukosten auf der Basis der ausgewerteten KfW-Verwendungsnachweise

spez. Inv. Kessel + Bau	2018	2019	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
x ≤ 200 kW	465	476	2,27
200 < x ≤ 500 kW	590	384	-34,94
500 < x ≤ 1000 kW	332	573	72,84
1000 kW < x	0	630	n/a
FICHT-#22852192-v4-			

Es zeigt sich keine eindeutige Tendenz über alle Leistungsklassen.

Für den Anlagenbereich bis 500 kW sind die Kosten zum Teil signifikant gesunken, wie auch für die Kosten für Anlagen einschließlich Baukosten. Hier wirkt sich sicherlich der unterschiedliche Umfang einzelner Maßnahmen aus. Eine Bewertung ist aufgrund fehlender Detailinformationen nicht möglich.

Im Leistungsbereich über 500 kW verläuft die Entwicklung in die andere Richtung mit zum Teil starken Steigerungen. Hier ist auffällig, dass Investitionen für Anlagen mit und ohne Gebäude nahezu gleich sind. Hier ist davon auszugehen, dass die Anlagen im Zusammenhang mit bestehenden Anlagen und somit bei

teilweise vorhandener Infrastruktur errichtet wurden, sodass hierdurch die Investitionen deutlich niedriger ausfallen.

Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (mit Wärmenetz)

Für diese Anlagen ergibt sich die Verteilung der spezifischen Investitionskosten wie in Tabelle A2 - 11 zusammengefasst. Der Verlauf hinsichtlich der Kosten ist in der längerfristigen Betrachtung einheitlicher als es sich aus dem Jahresvergleich ergibt. Bei den Kosten im Anlagenbereich von 500 - 1000 kW entsprechen die Kosten eher dem langjährigen Mittel als der Wert aus dem Jahr 2018.

Tabelle A2 - 11: Spezifische Investitionen für die Gesamtanlage einschl. Wärmenetz

spez. Inv. Netz inkl. Netz [Euro/kW]	2018	2019	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
x ≤ 200 kW	921	749	-18,85
200 < x ≤ 500 kW	1514	885	-41,53
500 < x ≤ 1000 kW	1449	1458	0,65
1000 kW < x	0	1706	n/a
FICHT-#22852192-v4-			

5.1.2 Wärmenetze

Die Vorgehensweise für die Ermittlung der spezifischen Investitionen für den Bereich der Wärmenetze ist mit der beschriebenen Vorgehensweise für die Biomasseanlagen identisch. Es wurden die verfügbaren Angaben zu den Wärmenetzen für alle Projekte und Kombinationen ausgewertet. In Tabelle A2 - 12 sind die spezifischen Investitionen im Bereich der Wärmenetze zusammengefasst. Die Kosten für die Wärmenetze umfassen alle Kosten einschließlich der Verlegung und der Wiederherstellung der Oberfläche. Die Auswertung erfolgte getrennt für unterschiedliche Gesamtleistungen, für die das Netz ausgelegt wurde.

Tabelle A2 - 12: Spezifische Investitionen für Wärmenetze incl. Hausanschlüsse und Übergabestationen

spez. Inv. Netz inkl. HA. [Euro/kW]	2018	2019	Veränderung
	[€/kW]	[€/kW]	[%]
x ≤ 200 kW	392	267	-31,67
200 < x ≤ 500 kW	558	426	-23,58
500 < x ≤ 1000 kW	1041	794	-23,71
1000 kW < x	0	597	n/a
FICHT-#22852192-v4-			

Für die Kostenentwicklung ergeben sich die gleichen Tendenzen wie sie schon oben genannt wurden. Für den Leistungsbereich 500 - 1.000 kW werden die Werte durch ein einzelnes Projekt, bei dem es um einen signifikanten Aus- oder Aufbau eines Fernwärmenetzes geht beeinflusst. Die Zahlen sind für diesen Bereich nicht repräsentativ.

5.1.3 Wärmespeicher

Die Kostenauswertung für die Wärmespeicher erfolgte analog zu der oben beschriebenen Methodik. Auf dieser Basis ergeben sich mittlere spezifische Investitionskosten von 594 - 1.109 €/m³ in Abhängigkeit vom Speichervolumen. Die Details sind in der nachfolgenden Tabelle A2 - 13 zusammengefasst. Die

Bandbreite der spezifischen Investitionen hat gegenüber den vergangenen Jahren deutlich abgenommen, so dass davon auszugehen ist, dass sich hier eine gewisse Konsolidierung im Markt eingestellt hat.

Die deutlich niedrigeren Investitionen bei Speichern größer als 100 m³ sind auf unterschiedliche Materialien zurückzuführen. Hier ist zu vermuten, dass im Vergleich zu den kleineren Speichern statt Stahlbehältern Betonkonstruktionen verwendet werden, die kostengünstiger zu errichten sind.

Tabelle A2 - 13: Spezifische Investitionen der Wärmespeicher

Wärmespeicher						
Anzahl	Größe	Investitionen	Speicher-volumen	mittl. Speicher-volumen	spez. Inv.	Anteil
[ ]	[m³]	[T€]	[m³]	[m³]	[€/m³]	[%]
97	alle	6.768	10.275	106	658,7	
37	0 < x < 20	491	443	12	1108,8	38,1
27	20 ≤ x < 50	828	795	29	1041,1	27,8
9	50 ≤ x < 100	414	564	63	734,6	9,3
24	x ≥ 100	5.035	8.473	353	594,2	24,7
FICHT-#22852192-v4-						

FICHTNER

Appendix 3

Fachgutachten zum Fördersegment Solarthermie

Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2019 bis 2020

Florian Werner, Dr. Janybek Orozaliev, Prof. Klaus Vajen
Qoncept Energy GmbH, Kassel
www.qoncept-energy.de

ENGINEERING CONSULTING

1 Einführung

Im Marktanreizprogramm (MAP) können solarthermische Anlagen entweder über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert werden. Während das BAFA ausschließlich Investitionszuschüsse vergibt, gewährt die KfW zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen. Im Folgenden wird das MAP für das Fördersegment Solarthermie hinsichtlich Förderstatistik, Marktentwicklung, technologischer Standards und Innovationen sowie Anlagenwirtschaftlichkeit analysiert. Als grundlegende Datenbasis werden die Förderstatistiken des BAFA und der KfW verwendet.

Die im folgenden Abschnitt dargestellten Ergebnisse bieten einen ausführlichen Einblick in die Detailarbeit der Evaluation im Technologiesegment Solarthermie. Der Evaluation eines Förderjahrs werden diejenigen Förderfälle zugrunde gelegt, die in diesem Förderjahr gefördert werden. Ausschlaggebend ist für die Zuschussförderung vom BAFA damit, ob im jeweiligen Jahr Fördermittel für die einzelne Anlage ausgezahlt wurden. Für die Darlehensförderung (KfW-Teil) wird auf die Errichtung der Anlagen abgestellt (Wertstellungsdatum des Tilgungszuschusses).

2 Förderstatistik

Auffällig in der Evaluation des Förderjahrs 2019 ist der Anstieg der Förderfälle in der BAFA-Basisförderung, d.h. bei kleinen solarthermischen Anlagen bis 40 m² Kollektorfläche zur Warmwasserbereitung sowie zur kombinierten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung. Entgegen dem deutschen Markt, auf dem die Anzahl der neu installierten Anlagen um 10 % zurückgegangen ist, (BSW, 2020), ist die Anzahl der über die BAFA-Basisförderung geförderten Anlagen um 18 % angestiegen. Bis 2018 war die Anzahl der Förderfälle ähnlich wie der Gesamtmarkt für Solarthermie rückläufig.

In der KfW Förderung (ab 100 m²) hat sich der Trend hin zu großen Anlagen, insbesondere zur Einspeisung in Wärmenetze, fortgesetzt. Die durchschnittliche Größe der Anlagen bzw. die installierte Leistung in der KfW Förderung ist gestiegen. Das ist insbesondere auf die Solaranlagen zur Einspeisung in Wärmenetze zurückzuführen.

Für 2019 wurde ein deutlicher Kostenanstieg bei Solaranlagen mit Flachkollektoren festgestellt: um 16% bei Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung und um 28% für Anlagen zur Warmwasserbereitung. Die Kosten für Solaranlagen mit Röhrenkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung sind dagegen um 2% gesunken. Solarthermische Anlagen können in Deutschland aus wirtschaftlicher Perspektive oftmals noch nicht mit fossilen Energieträgern konkurrieren. Die Ursache für die Kostensteigerung kann im Rahmen dieser Evaluation nicht ermittelt werden. Vermutlich tragen hierzu aber steigende Rohstoffpreise, Auslastung der Installationsbetriebe (Stichwort „Bauboom“) und der rückläufige Markt (Anteil von Fixkosten steigt) bei.

2.1 BAFA-Teil

Die Förderung der BAFA ist in zwei unterschiedliche Fördersegmente, die Basis- und die Innovationsförderung, unterteilt. In der Basisförderung werden Solaranlagen mit einer Größe bis 40 m² gefördert, in der Innovationsförderung Anlagen mit einer Größe von 20 bis 100 m².

Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme werden ab 01.01.2019 auf Bundesebene, unabhängig von der Größe, nur noch über das „Modul 2: Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien“ im Förderprogramm „Energieeffizienz in der Wirtschaft“ gefördert (Solarthermie-Jahrbuch, 2020; BAFA, 2021). Die Anlagen werden in diesem Programm, nach Wahl über Investitions- oder Tilgungszuschuss gefördert. Der Investitionskostenzuschuss beträgt allgemein 45 % der förderfähigen Investitionsmehrkosten für große und 55% für kleine und mittlere Unternehmen . Der Förderbetrag ist auf 10 Mio.€ gedeckelt. Die alternative Förderung durch zinsgünstige Kredite mit Tilgungszuschüssen erfolgt über die KfW (KfW, 2021). Hier kann ein Kreditbetrag von bis zu 25 Mio.€ mit einem Tilgungszuschuss von bis zu 55 % (allgemein 45 %, KMU 55 %) beantragt werden. Seit dem Stichtag kann keine BAFA-Innovationsförderung für Prozesswärmeanlagen mehr beantragt werden. In dieser Evaluation enthaltene Analgen zur Prozesswärmebereitstellung betreffen Vorgänge bei denen die BAFA-Innovationsförderung vor diesem Stichtag beantragt wurde und der Zahlungslauf in das Jahr 2019 fiel.

2.1.1 Basisförderung

Innerhalb der BAFA- Basisförderung sind Trinkwarmwasseranlagen mit Bruttokollektorflächen zwischen 3 und 40 m² sowie Kombianlagen, Anlagen zur solaren Kälteerzeugung und Anlagen zur Wärmenetzzuführung mit Bruttokollektorflächen zwischen 7 m² (Vakuumröhrenkollektoren) bzw. 9 m²

(Flachkollektoren) und 40 m² förderberechtigt. Im Jahr 2019 wurde die Förderung für 12.923 solarthermische Anlagen ausgezahlt, welche im Rahmen des MAP vom BAFA eine Basisförderung erhalten haben.

Tabelle A3 - 1: Anzahl der Anlagen in der BAFA-Basisförderung nach Anwendung und Kollektortechnologie

Anzahl				
	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	18.750	12.792	8.436	9.946
Flachkollektor	13.140	8.760	5.610	6.334
Röhrenkollektor	5.342	3.842	2.694	3.450
Luftkollektor	268	190	132	162
Warmwasserbereitung	6.411	4.074	2.537	2.977
Flachkollektor	5.650	3.517	2.163	2.453
Röhrenkollektor	759	555	373	524
Speicherkollektor	2	2	1	0
Flachkollektor, gesamt	18.790	12.277	7.773	8.787
Röhrenkollektor, gesamt	6.101	4.397	3.067	3.974
Luftkollektor, gesamt	268	190	132	162
Speicherkollektor, gesamt	2	2	1	0
Solarthermie, gesamt	25.161	16.866	10.973	12.923

Von den evaluierten Anlagen dienen 9.946 zur kombinierten Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (Kombianlagen), 2.977 Anlagen dienen ausschließlich der solaren Trinkwarmwasserbereitung. Anlagen mit Flachkollektoren sind bei Anlagen zur kombinierten Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung und auch bei Anlagen zur ausschließlichen Trinkwarmwasserbereitung mit etwa 64 % bzw. 82 % Anteil dominierend, gefolgt von Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren mit 35 % bzw. 18 % (Tabelle A3 - 1). Anlagen mit Luftkollektoren belaufen sich auf ca. 1 % der 2019 innerhalb der BAFA-Basisförderung geförderten Anlagen, solche mit Speicherkollektoren kamen 2019 in keinem Fall mehr zum Einsatz.

Im Vergleich zum Jahr 2018 wurden 2019 ca. ein Sechstel mehr Solaranlagen gefördert, während der deutsche Solarthermiemarkt im gleichen Zeitraum um ca. 10 % zurückging (BSW, 2020). Somit ist der Anteil der geförderten Anlagen am Markt gestiegen.

Die durchschnittliche Fläche[1] aller solarthermischen Anlagen der BAFA-Basisförderung 2019 liegt bei 10,2 m². Aufgeschlüsselt ergibt sich für Raumheizungsunterstützung und Warmwasserbereitstellung eine durchschnittliche Fläche von 11,5 m² und für Trinkwarmwasser 6,0 m². Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitstellung mit Flachkollektoren haben eine durchschnittliche Größe von 11,9 m² und solche mit Vakuumröhrenkollektoren von 11,2 m². Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung mit Flachkollektoren haben eine durchschnittliche Größe von 6,1 m² und solche mit Vakuumröhrenkollektoren von 5,4 m². Abbildung A3 - 1 veranschaulicht die Verteilung der solarthermischen Anlagen der BAFA-Basisförderung 2019 über die Anlagengröße. Bei kleinen Anlagen ist eine Spitze in der Größenklasse 5 bis 6 m² zu erkennen. Hier handelt es sich um Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung. Die Spitze in der

[1] Flächenangaben in diesem Bericht beziehen sich auf die Bruttokollektorfläche, als Durchschnittswert wurde arithmetisches Mittel verwendet

Größenklasse 10 bis 11 m² ist durch solarthermische Anlagen für Raumheizung und Warmwasser begründet.

In Abbildung A3 - 2 ist die Größenverteilung der solarthermischen Anlagen mit Flachkollektoren und in Abbildung A3 - 3 jene mit Vakuumröhrenkollektoren aufgetragen. Bei den Flachkollektor-Anlagen ist der Anteil der kleinen Anlagen mit einer Fläche kleiner als 7 m² mit 19 % deutlich größer als bei Anlagen mit Vakuumröhrenkollektoren, wo 13 % der Anlagen kleiner als 7 m² sind. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass in Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung hauptsächlich Flachkollektoren eingesetzt werden.

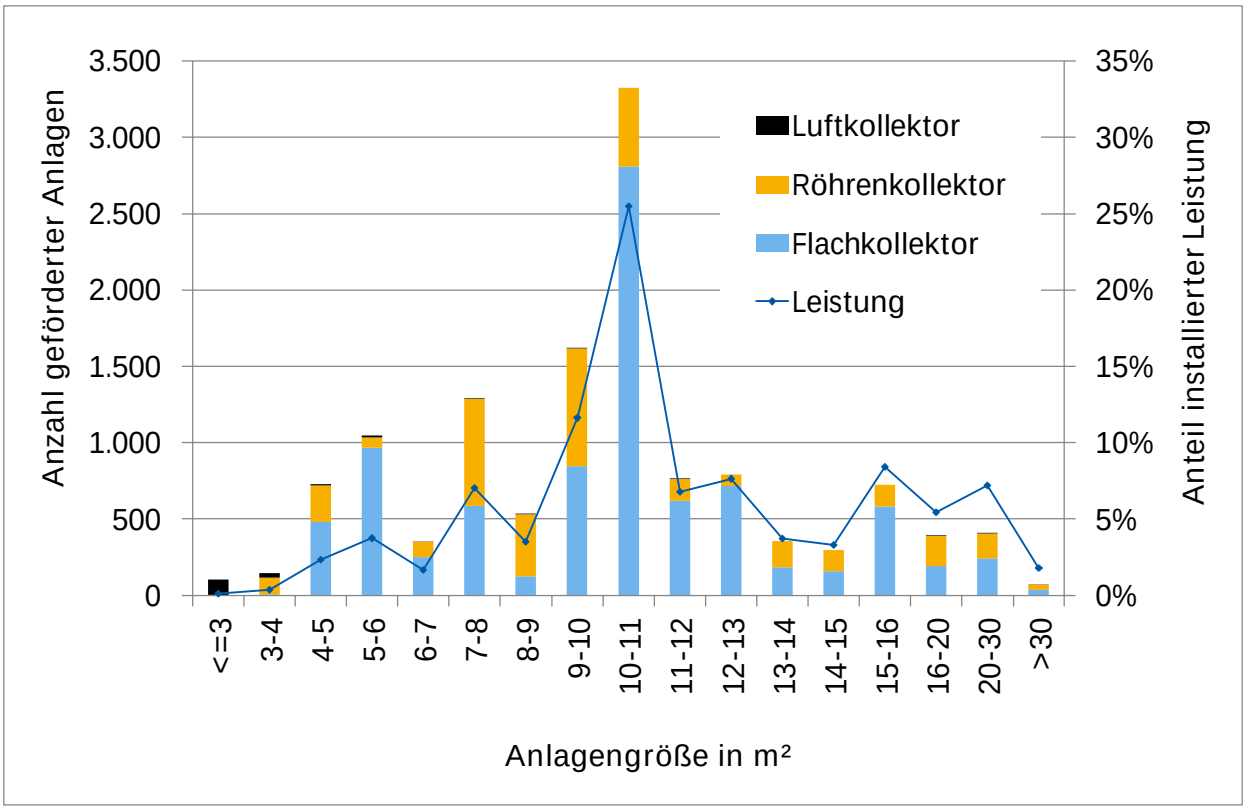


Abbildung A3 - 1: Verteilung der solarthermischen Anlagen, für die 2019 die BAFA-Basisförderung ausgezahlt wurde, aufgetragen nach Anlagengröße (n=12.923)

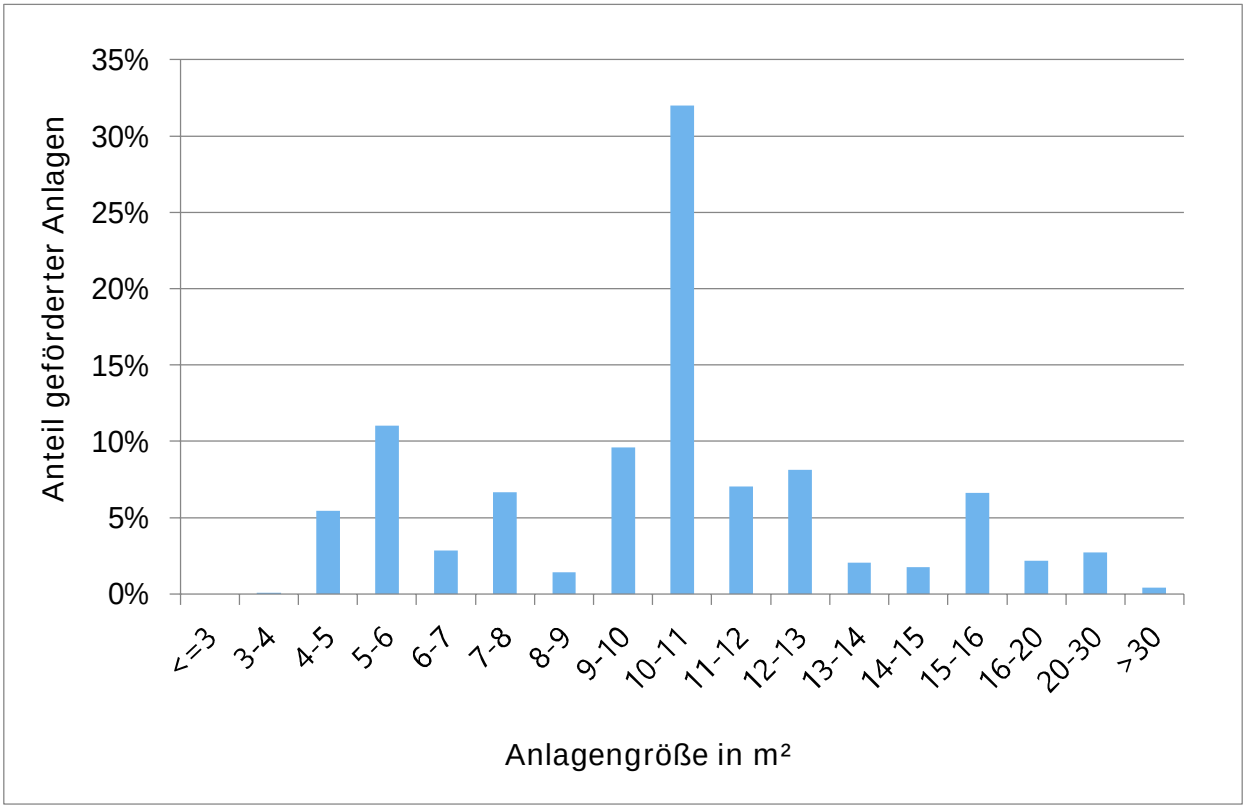


Abbildung A3 - 2: Verteilung der solarthermischen Flachkollektor-Anlagen, für die 2019 die BAFA-Basisförderung ausgezahlt wurde, aufgetragen nach Anlagengröße (n=8.787)

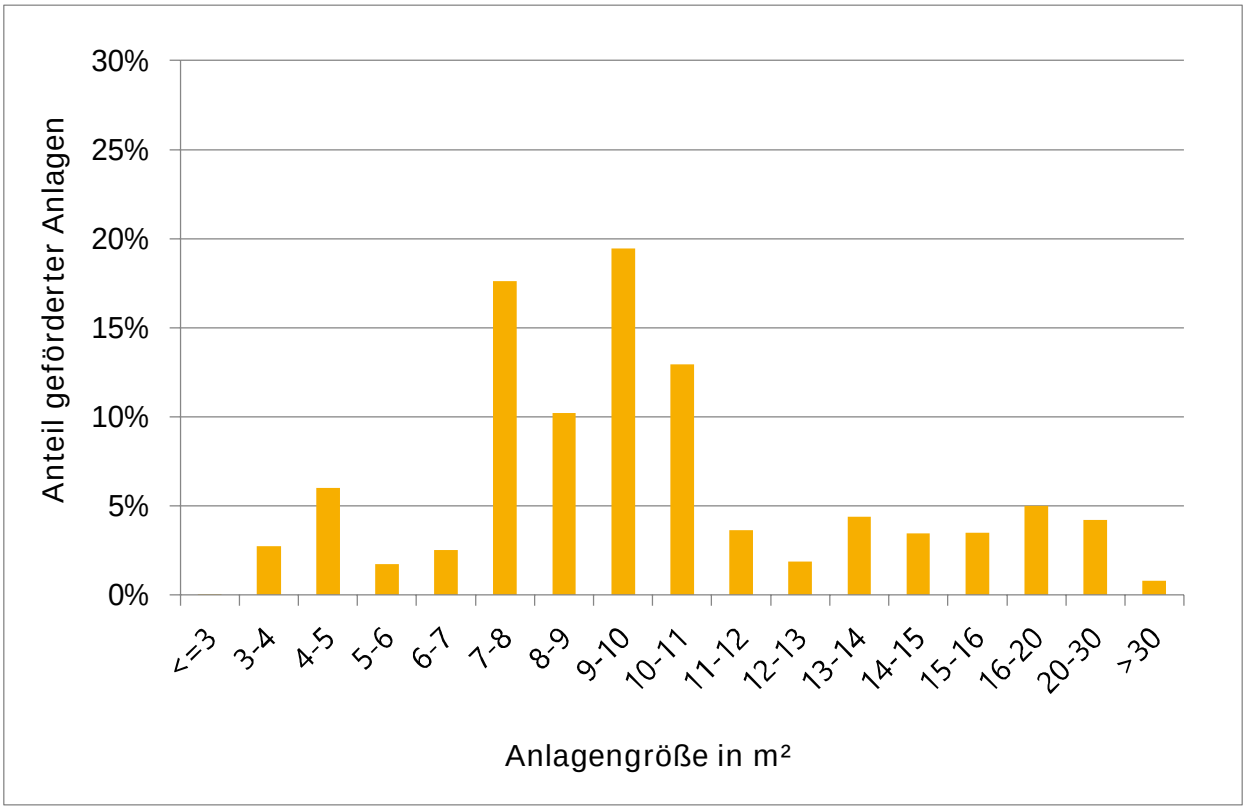


Abbildung A3 - 3: Verteilung der solarthermischen Anlagen mit Röhrenkollektoren, für die 2019 die BAFA-Basisförderung ausgezahlt wurde, aufgetragen nach Anlagengröße (n=3.974)

Die Mindestförderung für kombinierte Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung beträgt 2.000 €. Die Spitzen (Flachkollektor 10 bis 11 m² und Vakuumröhrenkollektor zwischen 7 m² und 11 m²) der Anlagengrößen liegen am unteren Ende des Bereichs für die Mindestförderung (Flachkollektor zwischen 9 m² und 14 m² und Vakuumröhrenkollektor zwischen 7 m² und 14 m²). Für Trinkwarmwasseranlagen gilt eine Mindestförderung von 500 €. Auch hier ist zu beobachten, dass die Spitzen der Anlagengröße in den Größenklassen 4-5 m² und 5-6 m², am unteren Ende des Bereichs für die Mindestförderung (3 m² bis 10 m²) liegen.

In der Datenbasis des Förderjahrs 2019 wurden solarthermische Anlagen mit einer Gesamtleistung von 92,6 MW_{th} (Tabelle A3 - 2 & Abbildung A3 - 4) gefördert, davon 80,2 MW_{th} zur kombinierten Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung und 12,4 MW_{th} zur alleinigen Trinkwarmwasserbereitung.

Tabelle A3 - 2: Installierte thermische Leistung der solarthermischen Anlagen innerhalb der BAFA-Basisförderung 2019

Leistung in kW_{th}				
	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	152.184	104.610	68.885	80.162
Flachkollektor	110.601	74.396	47.307	52.759
Röhrenkollektor	40.961	29.814	21.272	27.044
Luftkollektor	622	400	306	359
Warmwasserbereitung	27.123	16.966	10.520	12.456
Flachkollektor	24.344	14.944	9.201	10.493
Röhrenkollektor	2.773	2.017	1.316	1.963
Speicherkollektor	6	5	3	0
Flachkollektor, gesamt	134.945	89.340	56.508	63.252
Röhrenkollektor, gesamt	43.734	31.831	22.588	29.007
Luftkollektor, gesamt	622	400	306	359
Speicherkollektor, gesamt	6	5	3	0
Solarthermie, gesamt	179.307	121.576	79.405	92.618

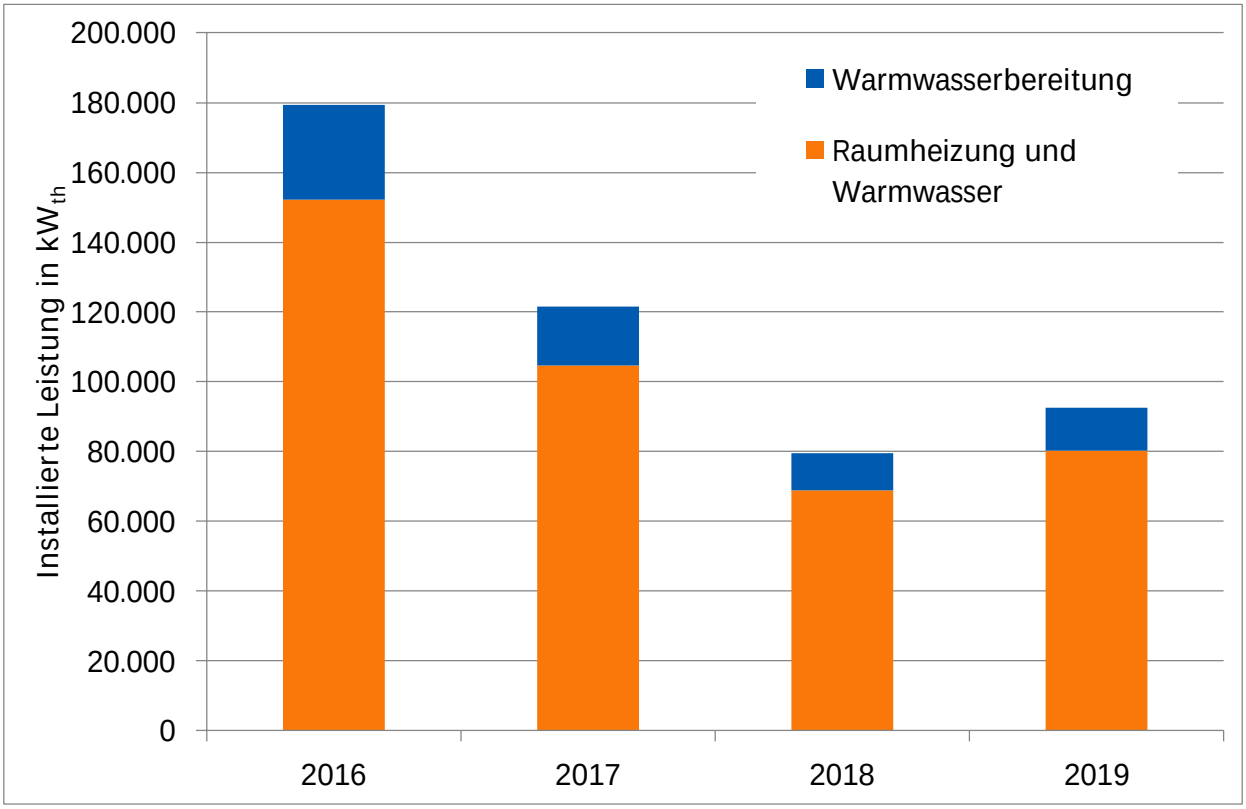


Abbildung A3 - 4: Installierte thermische Leistung der solarthermischen Anlagen innerhalb der BAFA-Basisförderung

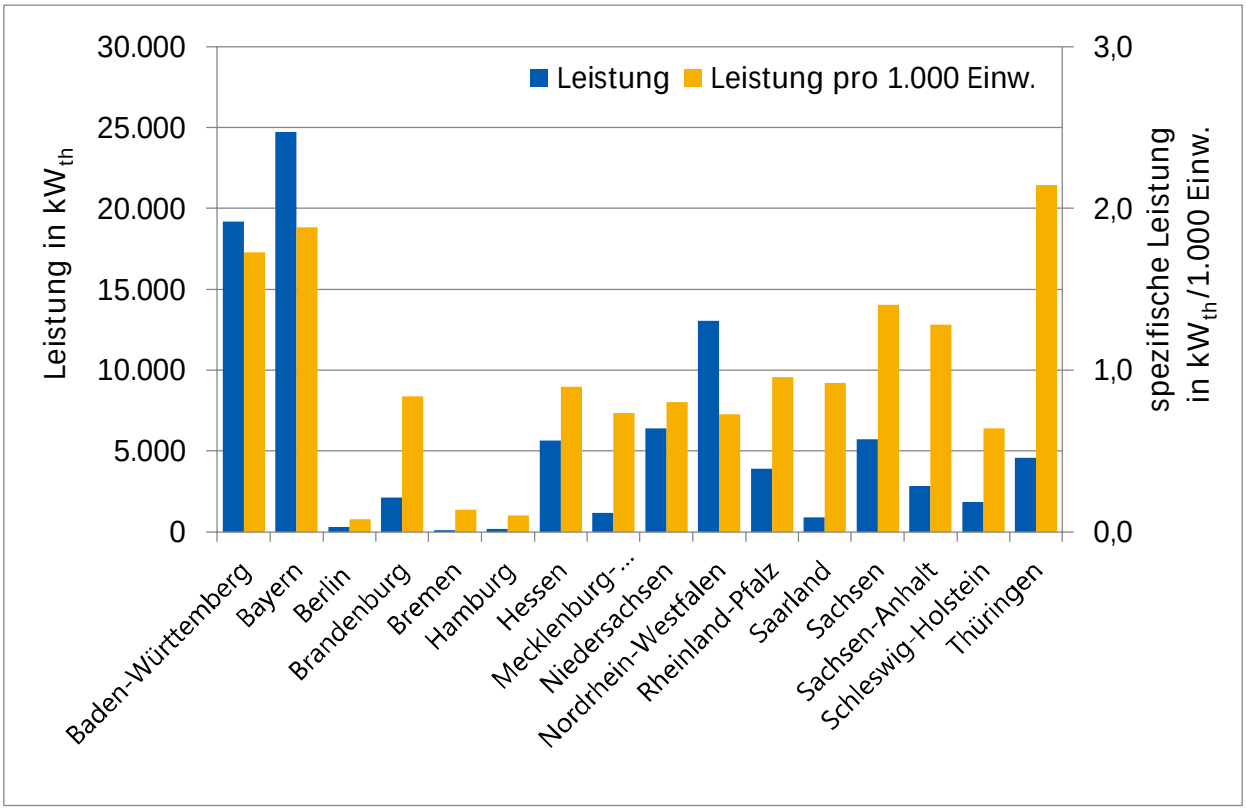


Abbildung A3 - 5: Verteilung solarthermischer Anlagen in der BAFA-Basisförderung 2019 nach Bundesländern

In Abbildung A3 - 5 ist die regionale Verteilung der im Förderjahr 2019 geförderten und somit neu installierten thermischen Leistung auf die einzelnen Bundesländer dargestellt. Fast die Hälfte der

installierten Leistung wurde in Bayern (27 %) und Baden-Württemberg (21 %) errichtet, gefolgt von Nordrhein-Westfalen (14 %), Niedersachsen (7 %), Sachsen (6 %), Hessen (6 %) und Thüringen (5 %). In den restlichen Bundesländern wurden jeweils weniger als 5 % der geförderten thermischen Leistung installiert. Betrachtet man die installierte Leistung pro 1.000 Einwohner ergibt sich ein etwas homogeneres Bild. Im Bundesdurchschnitt wurden 1,11 kW_{th} pro 1.000 Einwohner im Jahr 2019 gefördert, wobei auch hier die Stadtstaaten deutlich unterrepräsentiert sind. Thüringen, Bayern und Baden-Württemberg weisen mit jeweils zwischen 1,7 bis 2,1 kW_{th} pro 1.000 Einwohner die höchsten spezifischen installierten Leistungen auf. Die grundsätzliche Verteilung zwischen den Bundesländern ist ähnlich wie in den Vorjahren.

Zur Untersuchung der zeitlichen Entwicklung der regionalen Verteilung wurde in Abbildung A3 - 6 der prozentuale Anteil der jährlich neu installierten Leistung nach den einzelnen Bundesländern aufgetragen. Insgesamt sind die Anteile der Bundesländer in den Jahren 2016 bis 2019 ähnlich. Ein leichter Aufwärtstrend ist in Sachsen und Hessen zu sehen, während die prozentualen Anteile solarthermischer Anlagen in Baden-Württemberg leicht zurückgegangen sind.

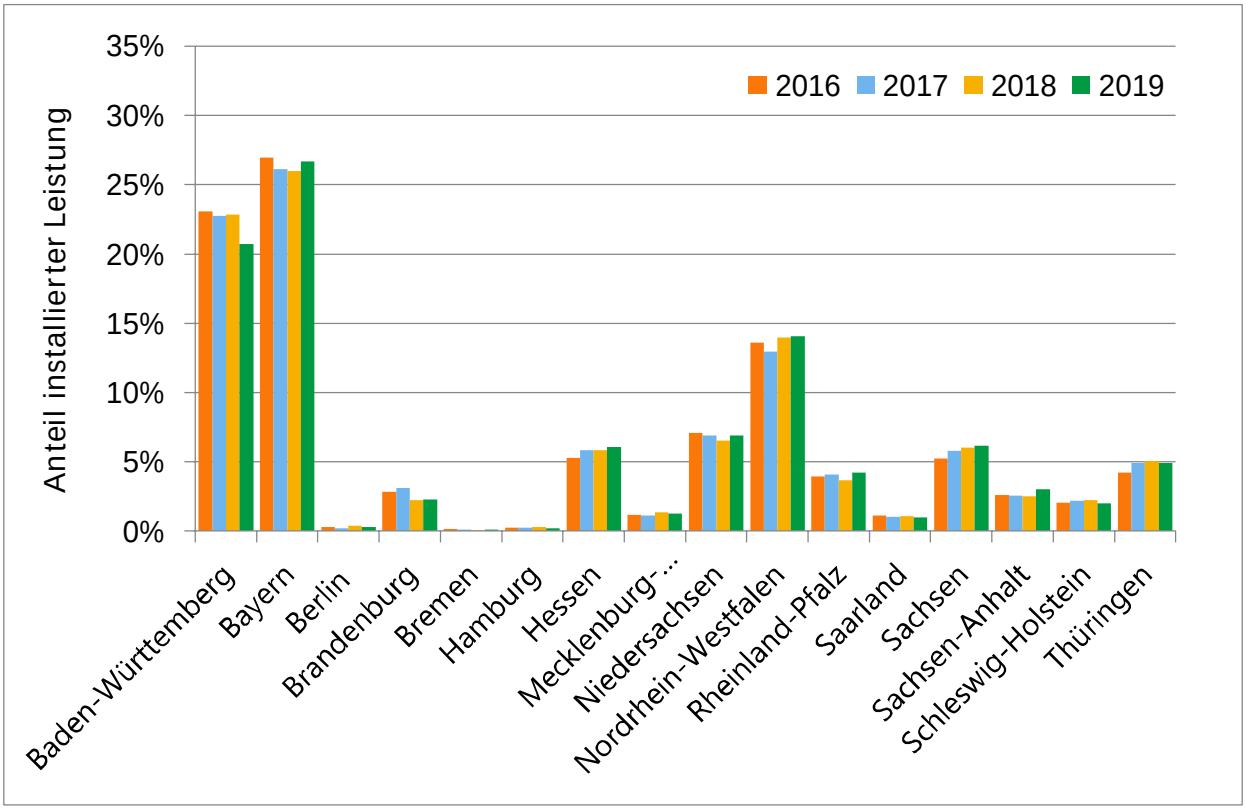


Abbildung A3 - 6: Verteilung der installierten Leistung in den Förderjahren 2016 bis 2019 nach Bundesländern

Die Höhe der Nettoinvestition und der Fördermittel innerhalb der BAFA-Basisförderung sind in Tabelle A3 - 3 dargestellt. Die angegebenen Nettoinvestitionen (Investitionen ohne Mehrwertsteuer) beziehen sich nur auf die solarthermische Anlage inkl. aller Komponenten und Installationskosten. Dabei wurde der Wärmespeicher komplett der Solaranlage zugeordnet, auch wenn ohne Solaranlage ein (ggf. kleinerer) Speicher dennoch installiert worden wäre. Hierfür wurden die Gesamtinvestitionen in der BAFA Statistik auf

Basis der Rechnungsauswertung[2] einer repräsentativen Stichprobe (siehe Kapitel A3 - 5) korrigiert (Kosten für Heizkessel, Heizkreis, etc. werden rausgerechnet).

Für geförderte solarthermische Anlagen betrug die Höhe der getätigten Nettoinvestitionen ca. 92 Mio. €. Es wurden dabei Fördermittel in Höhe von ca. 27,6 Mio. € ausgezahlt, wobei ca. 9 % auf den Heizungspaketbonus nach APEE entfielen. Der Anteil der Förderung an den Investitionskosten ist im Durchschnitt auf ca. 30 % leicht gesunken. Im Jahr 2018 lag der Förderanteil bei ca. 32 %.

Tabelle A3 - 3: Solare Nettoinvestitionen solarthermischer Anlagen und Fördermittel inkl. der Bonusförderung

Nettoinvestitionen								
in T€	2016		2017		2018		2019	
	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel
Flachkollektor	138.980	37.247	87.670	25.783	49.669	16.324	60.538	18.296
Röhrenkollektor	51.035	13.547	34.317	10.302	23.730	7.143	31.357	9.214
Luftkollektor	554	140	339	93	256	75	334	89
Speicherkollektoren	13	2	14	2	12	1	0	0
Gesamt	190.582	50.936	122.340	36.180	73.667	23.543	92.229	27.599

2.1.2 Innovationsförderung

Innerhalb der BAFA-Innovationsförderung sind Trinkwarmwasseranlagen, Kombianlagen und Anlagen zur solaren Kälteerzeugung mit Bruttokollektorflächen zwischen 20 und 100 m^2 förderberechtigt. Für die BAFA-Innovationsförderung wurde für das Förderjahr 2019 eine Grundgesamtheit von 694 Anlagen mit einer Leistung von 17,9 MW_{th} evaluiert. Tabelle A3 - 4, Tabelle A3 - 5 und Abbildung A3 - 7 geben aufgeschlüsselt nach dem Verwendungszweck einen Überblick über die Anzahl und die thermische Leistung geförderter Solarthermieanlagen. 86,8 % der installierten Leistung wurde in Kombianlagen auf Mehrfamilienhäusern, Sonnenhäusern oder Nichtwohngebäuden umgesetzt, 9,8 % in Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung und 3,4 % in Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung auf Mehrfamilienhäusern, Sonnenhäusern oder Nichtwohngebäuden. Es wurden keine Anlagen zur Kälteerzeugung gefördert.

Im Vergleich zu 2018 wurden in der Innovationsförderung 17 % weniger Anlagen und 22 % weniger installierte Leistung im Rahmen der BAFA Innovationsförderung gefördert. Dieser Rückgang ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die geförderte installierte Leistung im Bereich der kombinierten Raumheizung und Warmwasserbereitung um 21 % gesunken ist. Der Rückgang im Bereich Prozesswärme um 40 % war zu erwarten, da die geförderte installierte Leistung im Vorjahr, aufgrund einer einzelnen großen Anlage, außergewöhnlich hoch war. Darüber hinaus werden seit dem 1.1.2019 solare Prozesswärmeanlagen grundsätzlich nicht mehr über MAP, sondern über das Förderprogramm des Bundes „Energieeffizienz in der Wirtschaft“ gefördert (siehe Kapitel 2.1 BAFA-Teil). Bei den in dieser Evaluation enthaltenen Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung handelt es sich um Anlagen, für die ein Förderantrag auf BAFA-Innovationsförderung noch vor dem 31.12.2018 gestellt wurde. Die installierte Leistung bei der ausschließlichen Trinkwarmwasserbereitung ist dagegen um 42 % gestiegen.

[2] Alle Komponenten, welche man ohne solarthermische Anlage nicht gebraucht oder installiert hätte, werden dem solarthermischen Anlagenteil zugeordnet. Nicht der solarthermischen Anlage zugeordnete Komponenten betreffen häufig solche die zum Heizkreis (Heizkessel, Heizkörper, Heizkreispumpenstation, etc.) gehören.

Tabelle A3 - 4: Anzahl der Anlagen der BAFA-Innovationsförderung nach Anwendung und Kollektortechnologie

Anzahl				
	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	698	866	779	646
Flachkollektor	534	663	532	434
Röhrenkollektor	159	199	234	210
Luftkollektor	5	4	13	2
Warmwasserbereitung	28	34	23	29
Flachkollektor	28	28	21	24
Röhrenkollektor	0	6	2	5
Prozesswärme	37	42	36	19
Flachkollektor	26	27	20	10
Röhrenkollektor	6	10	11	2
Luftkollektor	5	5	5	7
Kälteerzeugung	0	0	1	0
Flachkollektor	0	0	0	0
Röhrenkollektor	0	0	1	0
Flachkollektor, gesamt	588	718	573	468
Röhrenkollektor, gesamt	165	215	248	217
Luftkollektor, gesamt	10	9	18	9
Solarthermie, gesamt	763	942	839	694

Tabelle A3 - 5: Installierte thermische Leistung der solarthermischen Anlagen innerhalb der BAFA-Innovationsförderung

Leistung in kW_{th}				
	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	16.121	19.794	19.628	15.523
Flachkollektor	11.694	14.565	12.318	9.944
Röhrenkollektor	4.329	5.083	6.568	5.527
Luftkollektor	98	146	742	52
Warmwasserbereitung	551	932	433	614
Flachkollektor	551	668	392	517
Röhrenkollektor	0	264	41	97
Prozesswärme	1.682	1.566	2.910	1.746
Flachkollektor	601	769	511	285
Röhrenkollektor	523	497	1.137	711
Luftkollektor	558	300	1.262	750
Kälteerzeugung	0	0	67	0
Flachkollektor	0	0	0	0
Röhrenkollektor	0	0	67	0
Flachkollektor, gesamt	12.846	16.002	13.221	10.746
Röhrenkollektor, gesamt	4.852	5.844	7.813	6.335
Luftkollektor, gesamt	656	446	2.004	802
Solarthermie, gesamt	18.354	22.292	23.038	17.883

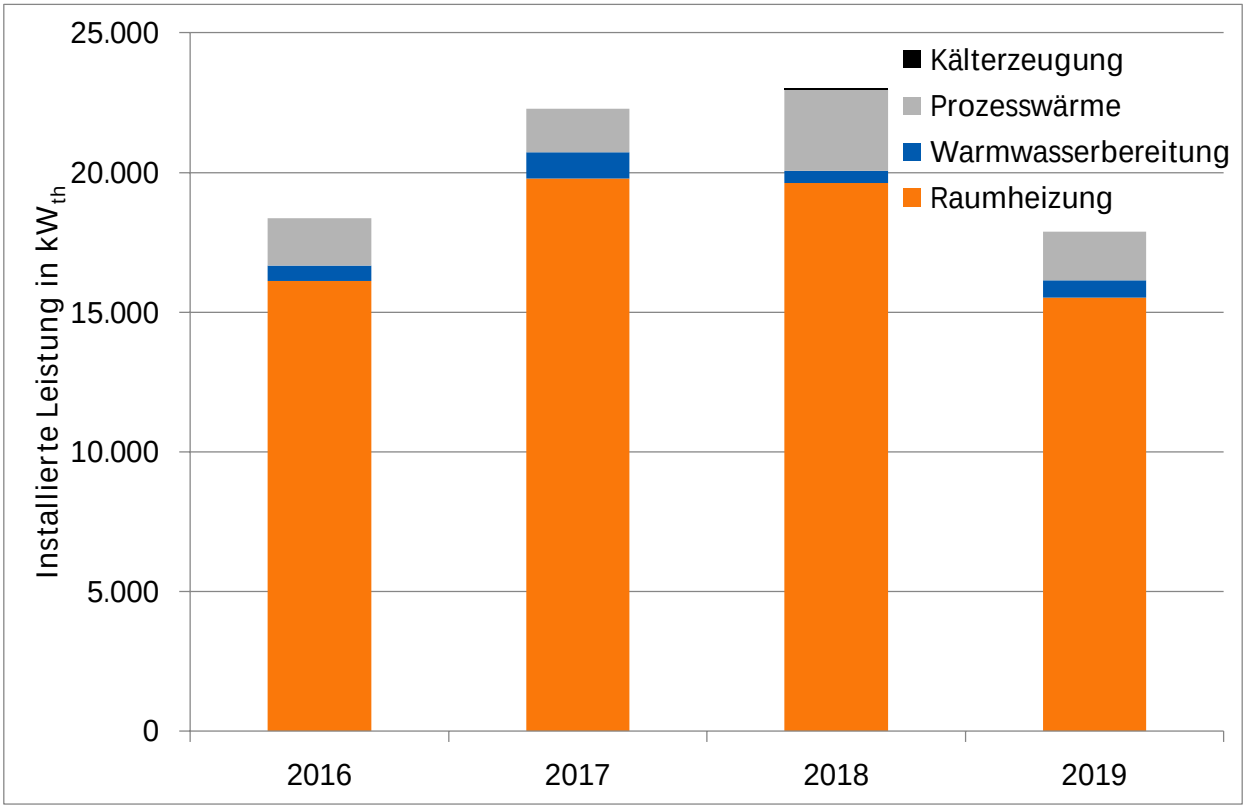


Abbildung A3 - 7: Installierte thermische Leistung der solarthermischen Anlagen innerhalb der BAFA-Innovationsförderung

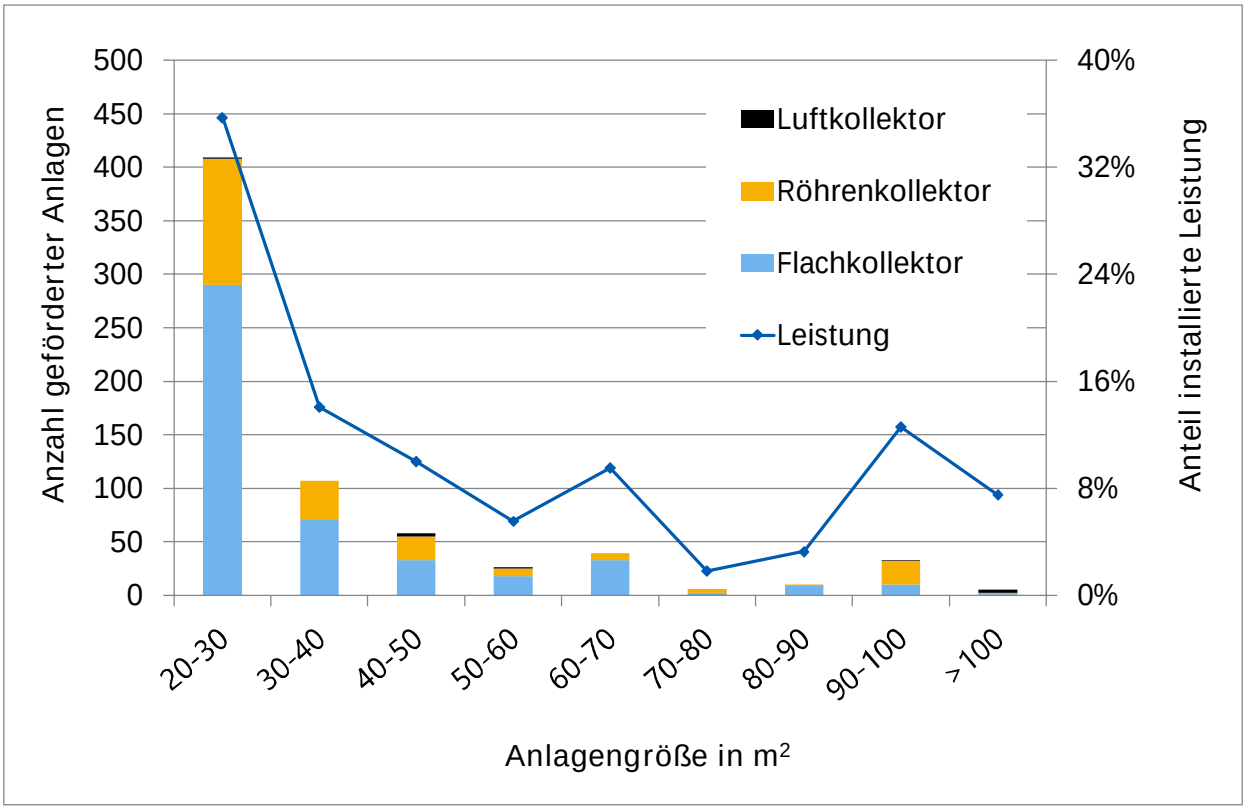


Abbildung A3 - 8: Verteilung der solarthermischen Anlagen, deren BAFA-Innovationsförderung 2019 ausbezahlt wurde, nach Anlagengröße und Anteil an installierter Leistung

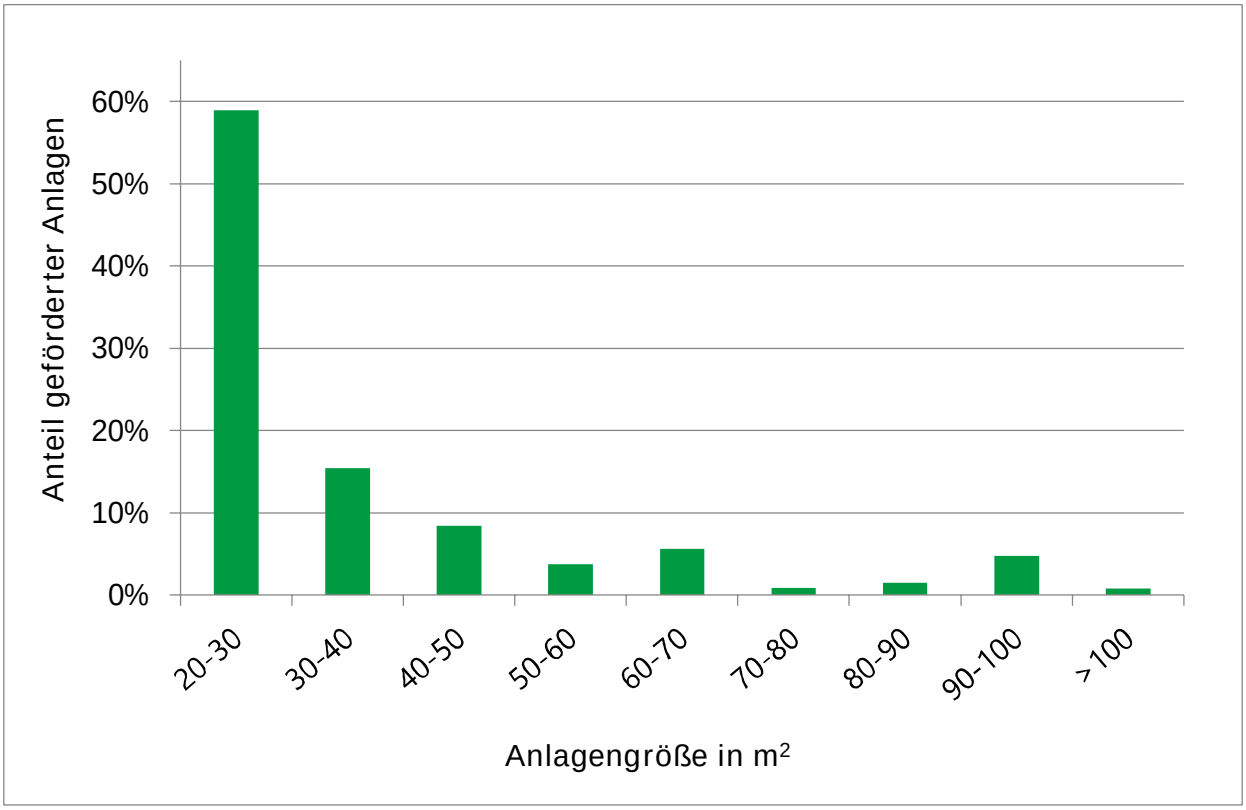


Abbildung A3 - 9: Verteilung der Solaranlagen, für die 2019 die BAFA- Innovationsförderung ausgezahlt wurde, nach Anlagengröße

Abbildung A3 - 8 und Abbildung A3 - 9 veranschaulichen die Verteilung der solarthermischen Anlagen über die Anlagengröße für die BAFA-Innovationsförderung 2019 ausgezahlt wurde. Über die Hälfte der Anlagen (409) gehört zur untersten Größenklasse 20-30 m². In den folgenden Größenklassen mit größerer Kollektorfläche ist die Anzahl der geförderten Anlagen deutlich geringer. Auffällig in der Verteilung ist, dass in der Größenklasse 90-100 m² wieder mehr Anlagen gefördert wurden als in den Größenklassen 70-80 und 80-90 m². Offensichtlich ist dieser Peak durch die Obergrenze von 100 m² für solarthermische Anlagen in der BAFA-Innovationsförderung begründet. Diese Obergrenze gilt nicht für Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung. 2019 wurde für fünf Prozesswärmeanlagen größer 100 m² die Förderung ausgezahlt.

Mit ca. 60 % der installierten Leistung wurde in Anlagen mit Kollektorfeldgrößen zwischen 20 und 50 m² fast der gleiche Anteil umgesetzt wie 2018. Damit hat sich der Trend, einer Verschiebung der installierten Leistung zu größeren Anlagen hin, nicht fortgesetzt.

Die Nettoinvestitionen[3] für die solarthermischen Anlagen in der BAFA Innovationsförderung betrugen rund 22 Mio. €. Mit einem Förderbetrag der BAFA-Innovationsförderung von rund 6 Mio. € beträgt der Förderanteil an den Nettoinvestitionen 27 %. Spezifiziert nach Kollektortechnologien beträgt der Förderanteil ca. 24 % bei Flachkollektoren, ca. 34 % bei Röhrenkollektoren und ca. 46 % bei Luftkollektoren, die vor allem für Prozesswärme eingesetzt wurden. Wie Tabelle A3 - 6 verdeutlicht, wurden im Vergleich

[3] Hierbei handelt es sich um die Angaben aus der BAFA Datenbank. Die Werte sind nicht auf den Anteil von Solarthermieanlagen korrigiert und könnten Kosten für weitere Maßnahmen beinhalten.

zu 2018 um 28 % geringere Investitionen in solarthermische Anlagen getätigt und 22 % weniger Fördergelder ausgezahlt.

Tabelle A3 - 6: Nettoinvestitionen und Fördermittel innerhalb der BAFA-Innovationsförderung (basierend auf BAFA-Statistik)

Nettoinvestitionen und Fördermittel								
in T€	2016		2017		2018		2019	
	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel
Raumheizung und Warmwasser	21.261	4.950	30.955	6.468	27.173	6.382	18.969	5.080
Flachkollektor	16.918	3.494	24.931	4.667	19.828	3.865	12.783	3.077
Röhrenkollektor	4.248	1.428	5.949	1.764	6.912	2.335	6.164	1.989
Luftkollektor	95	28	75	37	433	182	22	14
Warmwasserbereitung	761	141	1.285	279	557	112	1074	182
Flachkollektor	761	141	961	178	515	97	926	153
Röhrenkollektor	0	0	324	101	42	15	148	29
Prozesswärme	1.903	946	1.892	916	2.988	1.434	2.098	945
Flachkollektor	717	358	887	433	575	283	389	173
Röhrenkollektor	857	424	718	341	1.507	698	1.089	489
Luftkollektor	329	164	287	142	906	453	620	283
Kälteerzeugung	0	0	0	0	69	19	0	0
Flachkollektor	0	0	0	0	0	0	0	0
Röhrenkollektor	0	0	0	0	69	19	0	0
Flachkollektor, gesamt	18.396	3.993	26.779	5.277	20.918	4.245	14.098	3.403
Röhrenkollektor, gesamt	5.106	1.852	6.991	2.207	8.530	3.067	7.401	2.507
Luftkollektor, gesamt	424	192	362	179	1.339	635	642	297
Solarthermie, gesamt	23.926	6.037	34.132	7.663	30.787	7.947	22.141	6.206

„Sonnenhäuser“ innerhalb der BAFA-Innovationsförderung

Bei der MAP Novellierung vom 11.03.2015 sind sogenannte „Sonnenhäuser“ in die Innovationsförderung aufgenommen worden. Gefördert werden dabei solarthermische Anlagen auf gut gedämmten Ein- und Zweifamilienhäusern mit einem solaren Deckungsgrad von mind. 50 %. Tabelle A3 - 7 gibt einen Überblick über die Aufteilung der 2019 geförderten Anlagen, aufgeschlüsselt nach Gebäudeart und Kollektortechnologie.

Tabelle A3 - 7: „Sonnenhäuser“ innerhalb der BAFA-Innovationsförderung

	Anzahl	Anzahl ertragsabh. gefördert	Kollektorfläche in m²	Inst. Leistung in kW_{th}
Neubau	35	26	1126	788
Flachkollektor	26	17	918	643
Röhrenkollektor	9	9	208	145
Bestand	9	4	352	246
Flachkollektor	7	2	303	212
Röhrenkollektor	2	2	49	34
Flachkollektor, gesamt	33	19	1221	855
Röhrenkollektor, gesamt	11	11	257	179
Sonnenhäuser, gesamt	44	30	1478	1034

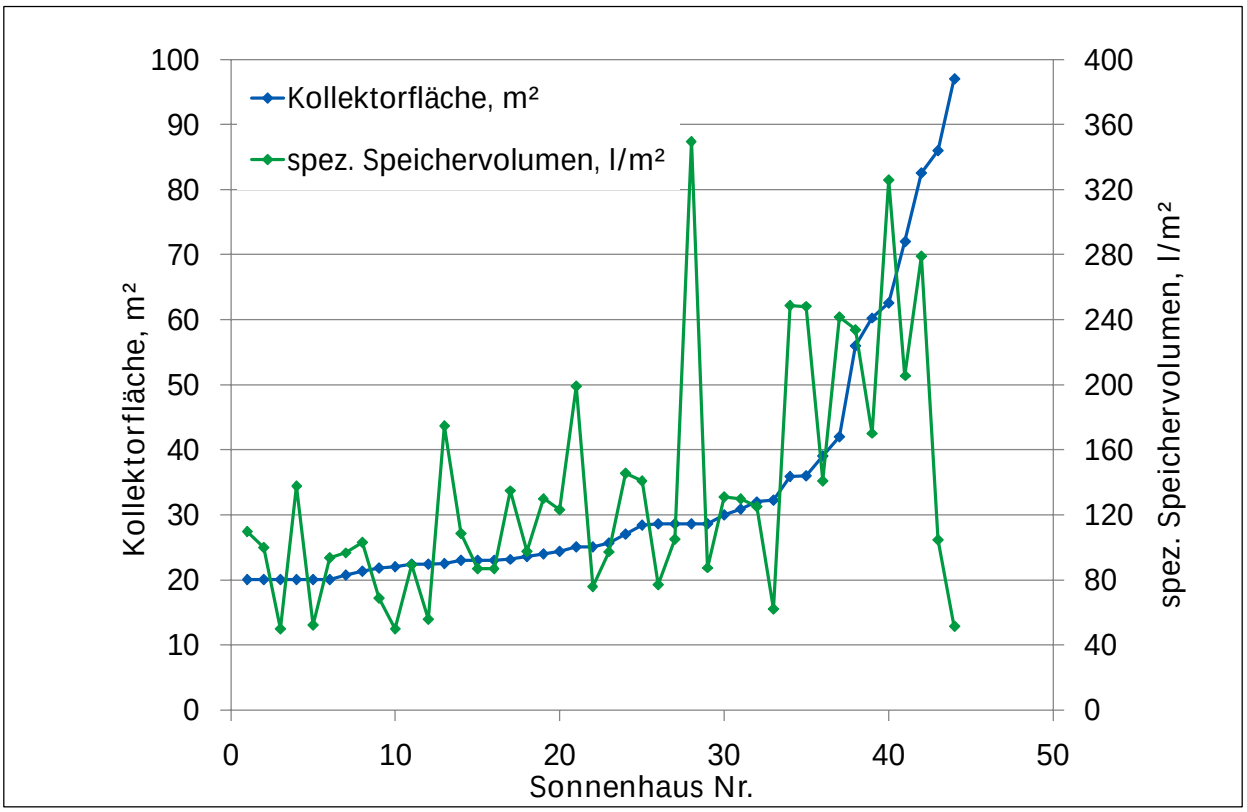


Abbildung A3 - 10: Größenverteilung solarer Kombianlagen innerhalb der BAFA-Innovationsförderung mit einem solaren Deckungsgrad von über 50 %

Im Vergleich zu 2018 (56 Anlagen) ist die Anzahl der in 2019 geförderten solarthermischen Anlagen auf Sonnenhäusern um 21 % auf 44 Anlagen gesunken. Davon wurden 33 (1.221 m²) mit Flachkollektoren und 11 (257 m²) mit Röhrenkollektoren realisiert. Die Kollektorfläche der Anlagen lag im Bereich von 20 m² bis 97 m² und betrug im Durchschnitt 33,6 m². Das Speichervolumen variierte zwischen 1 m³ und 23 m³ und betrug im Durchschnitt 5,0 m³. Die Verteilung der Kollektorfläche und des spezifischen Speichervolumens ist in der Abbildung A3 - 10 dargestellt.

Tabelle A3 - 8 stellt die Investitionssummen und die MAP Zuschüsse der in den Förderjahren 2016 bis 2019 geförderten solarthermischen Anlagen auf Sonnenhäusern dar. Bei Nettoinvestitionen handelt es sich um die Gesamtinvestition. Sie können neben der Solaranlage auch weitere Komponenten wie z.B. Heizungsanlage, Kessel etc. beinhalten. Im Förderjahr 2019 betrug die Gesamtinvestition für 44 geförderte Anlagen ca. 1,4 Mio. €, das sind durchschnittlich 7.679 € pro Anlage und insgesamt 338 T€. Die Förderquote lag bei 25 %. Für den überwiegenden Teil (68 %) der „Sonnenhäuser“ wurde eine ertragsabhängige Förderung gewählt.

Tabelle A3 - 8: Nettoinvestitionen und Fördermittel für solarthermischer Anlagen auf Sonnenhäusern (basierend auf BAFA-Statistik)

in T€	2016		2017		2018		2019	
	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel	Investi-tionen	Förder-mittel
Flachkollektor	1.052	247	1.618	481	1.823	291	1.119	266
Röhrenkollektor	182	43	449	139	452	161	260	72
Luftkollektor	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonnenhäuser, gesamt	1.234	290	2.067	620	2.276	452	1.379	338

Prozesswärme innerhalb der BAFA-Innovationsförderung

Im Rahmen des Marktanreizprogramms waren solare Prozesswärmeanlagen über BAFA-Innovationsförderung bis zum 31.12.2018 förderfähig. Der Investitionskostenzuschuss betrug unter Berücksichtigung von Beihilferegelungen von bis zu 50 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten (einschließlich der Planungskosten und Kosten für die Systemeinbindung). Seit dem 1.1.2019 werden solare Prozesswärmeanlagen über das Förderprogramm Energieeffizienz in der Wirtschaft gefördert (siehe Kapitel 2.1 BAFA-Teil). Förderfälle, die vor dem 31.12.2018 beantragt und erst 2019 ausgezahlt wurden, werden in dieser Evaluation des MAP weiterhin berücksichtigt. Die folgende Auswertung beschränkt sich nur auf diese Förderfälle und repräsentiert daher nicht die gesamte Förderung im Bereich der solaren Prozesswärmeanlagen.

In den Förderjahren 2016 bis 2019 wurden insgesamt 163 solare Prozesswärmeanlagen mit einer Leistung von ca. 8.444 kW_{th} im Rahmen des MAP über BAFA-Innovationsförderung gefördert. Abbildung A3 - 11 zeigt die Anzahl solarer Prozesswärmeanlagen in den Förderjahren und deren installierte Leistung. 2019 sank die Leistung geförderter solarthermischer Prozesswärmeanlagen um 40 % im Vergleich zu 2018.

In Abbildung A3 - 12 und Abbildung A3 - 13 ist die Größenverteilung für die solaren Prozesswärmeanlagen der Förderjahre 2016 bis 2019 sowie deren installierte Leistung aufgetragen. 2019 sind Anlagen mit bis zu 996 m² enthalten. Es wurden 7 % der installierten Leistung in Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 20 m² und 40 m², 12 % in Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 40 m² und 60 m², 4 % in Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 90 m² und 100 m², sowie 77 % in Anlagen mit Kollektorflächen über 100 m² umgesetzt. Es wurde keine Anlagen mit Kollektorflächen zwischen 60 m² und 90 m² gefördert. Die größte Anlage hat mit einer installierten Leistung von 697 kW einen Anteil von 40 %. Die durchschnittliche Fläche aller solaren Prozesswärmeanlagen 2019 liegt bei rund 131 m². Sowohl der größte Teil der installierten Leistung als auch die meisten Anlagen, wurde mit den 5 Anlagen in der Größenklasse >100 m² realisiert. Im Vergleich zum Jahr 2018, als mit 39 % noch die meisten Anlagen in der untersten Größenklasse gefördert wurden, waren es 2019 noch 21 %. In der Größenklasse zwischen 20 m² und 60 m² ist der Anteil der Anlagen 2019 mit 68 % etwa genauso groß wie im Vorjahr (69 %). Das deutet auf eine Verschiebung der installierten Leistung, zu größeren Anlagen, hin.

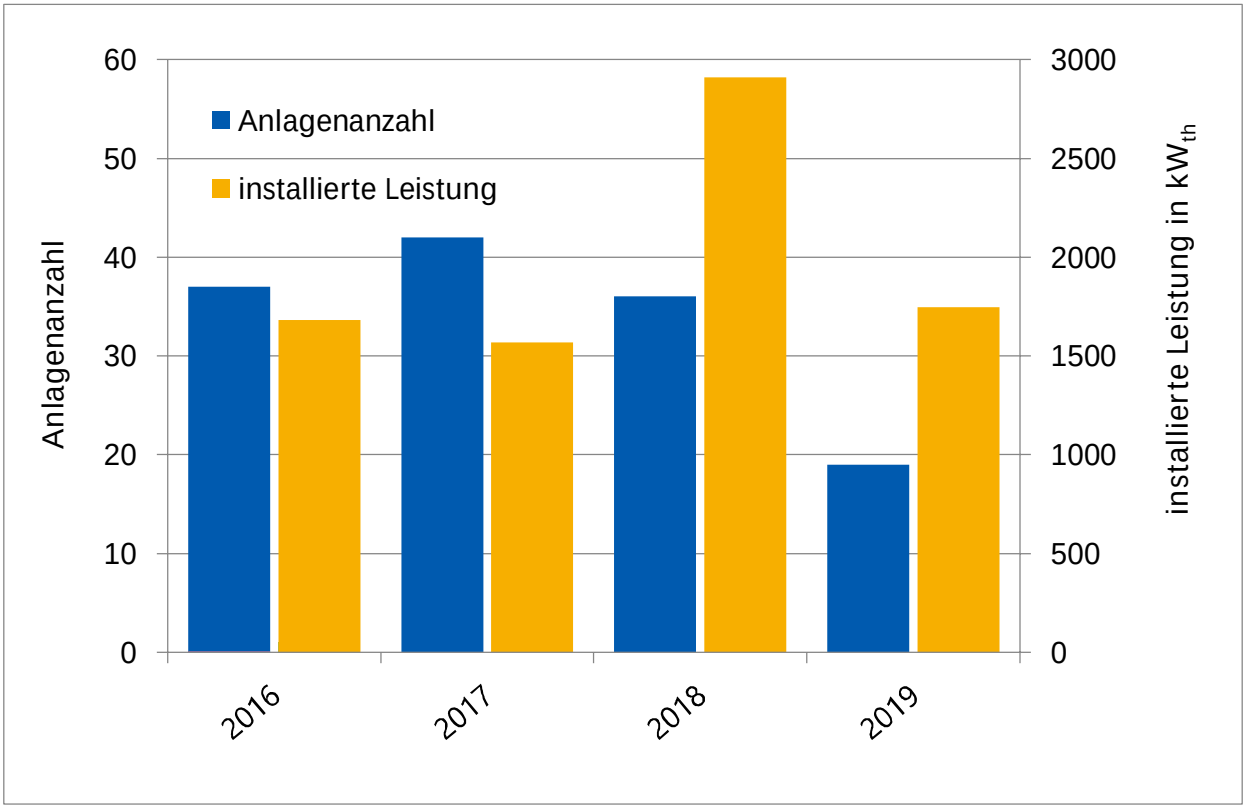


Abbildung A3 - 11: Anzahl und installierte Leistung solarer Prozesswärmeanlagen, Förderjahre 2016 bis 2019

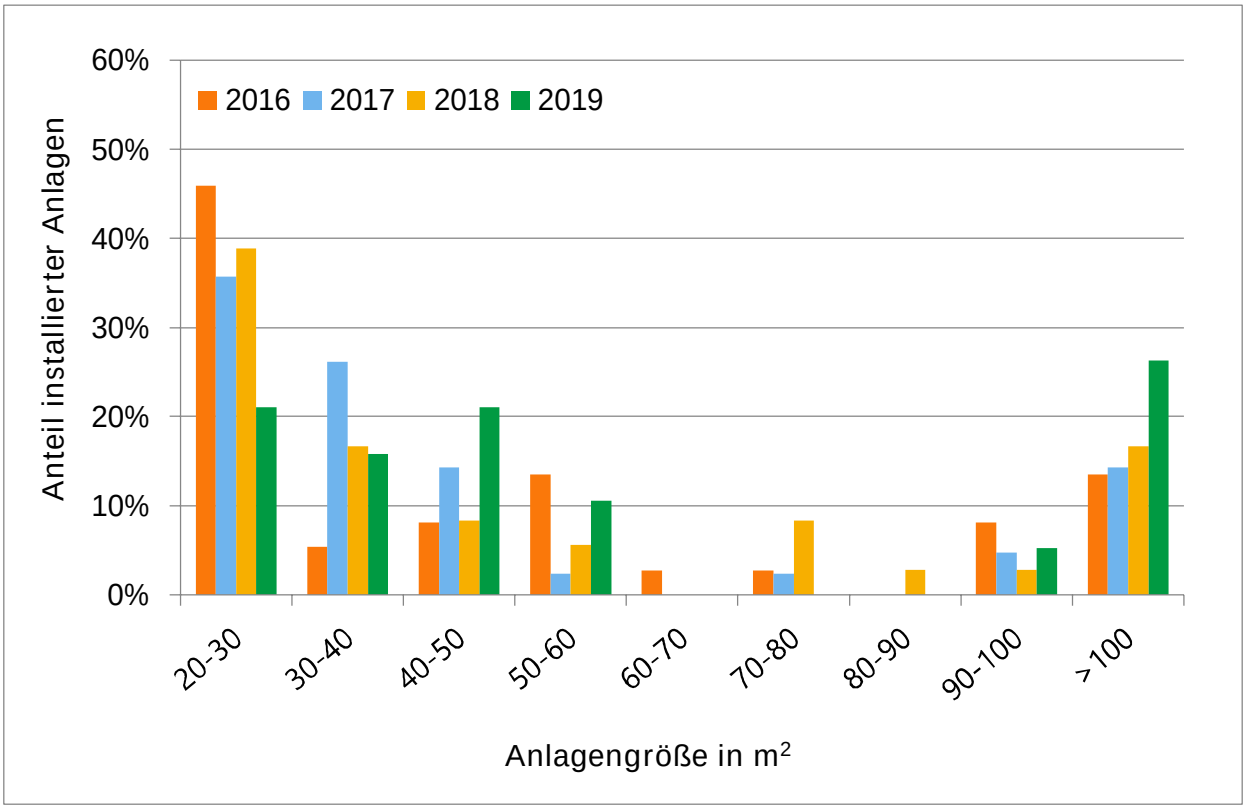


Abbildung A3 - 12: Prozentuale Verteilung der Prozesswärmeanlagen innerhalb der BAFA-Innovationsförderung nach Anlagengröße, Förderjahre 2016 bis 2019

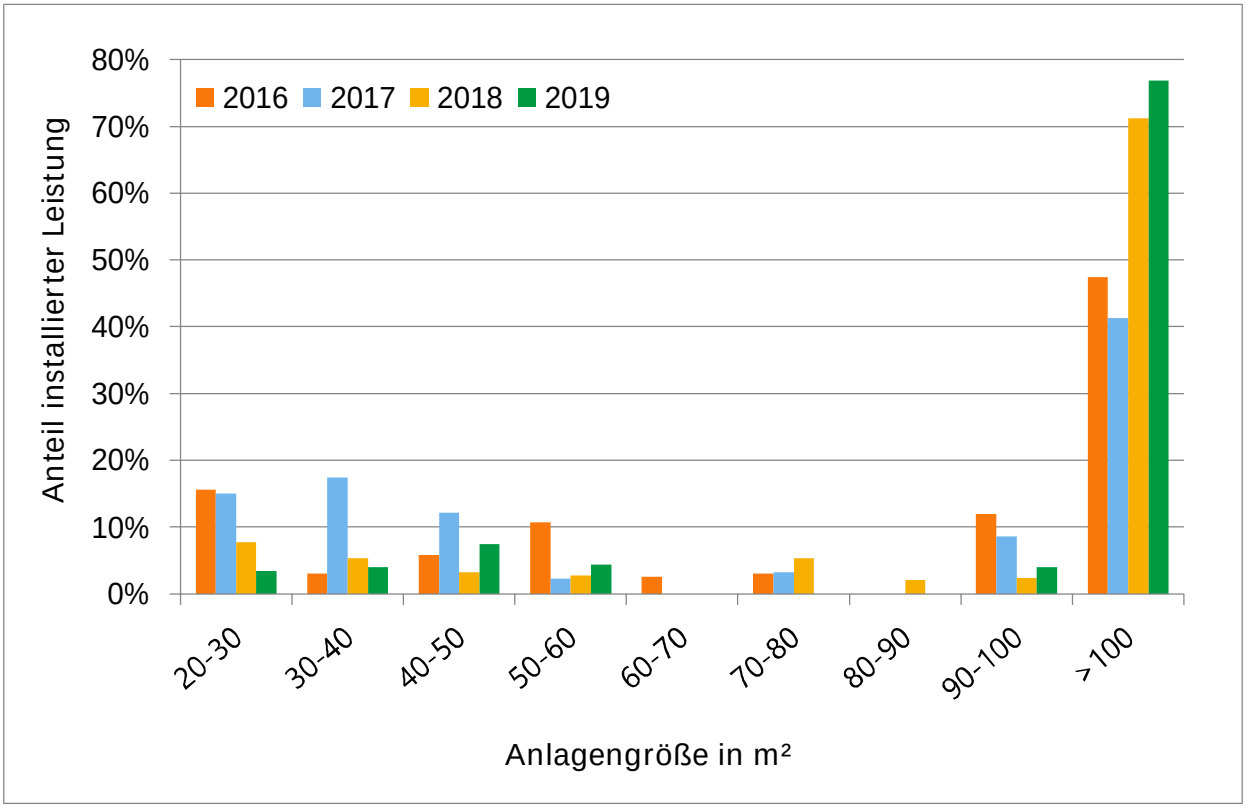


Abbildung A3 - 13: Prozentuale Verteilung der installierten Leistung von Prozesswärmeanlagen innerhalb der BAFA-Innovationsförderung nach Anlagengröße, Förderjahre 2016 bis 2019

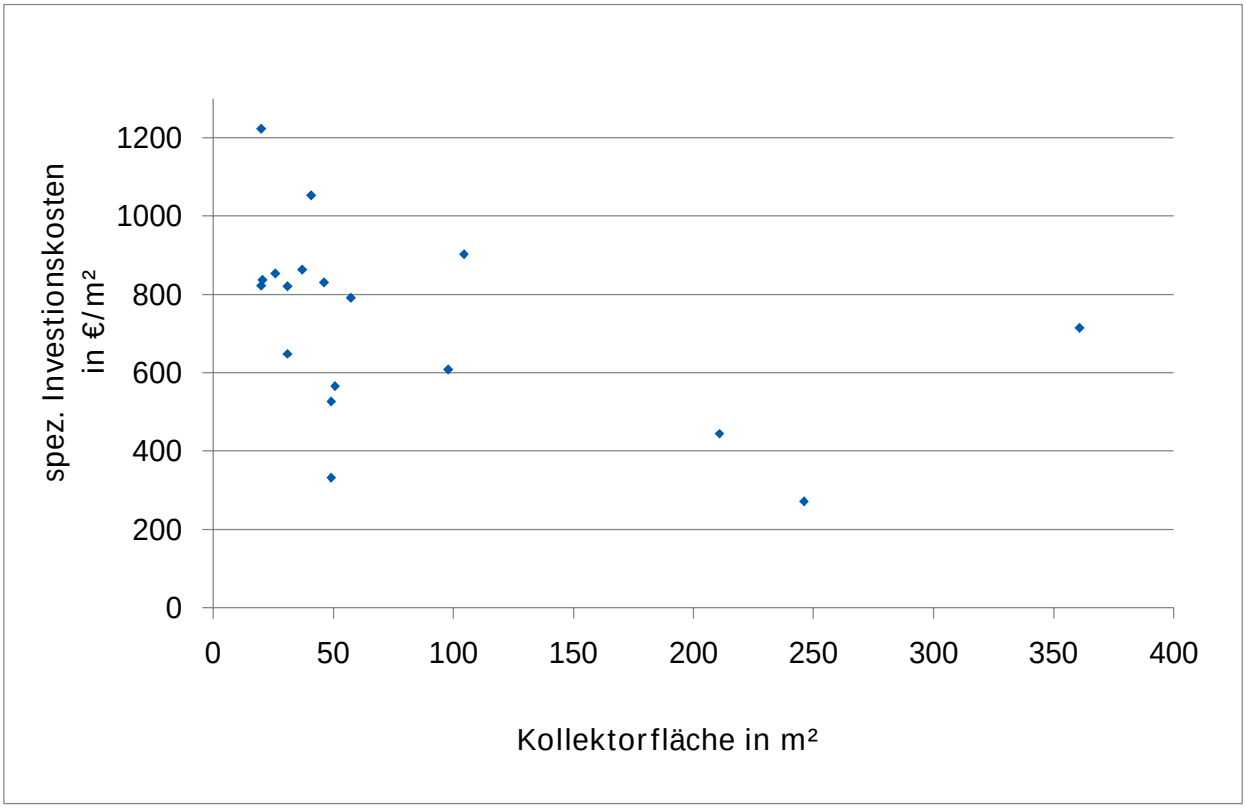


Abbildung A3 - 14: Spezifische Nettoinvestitionskosten von solaren Prozesswärmeanlagen einschließlich der Planungskosten und Kosten für die Systemeinbindung (Förderjahr 2019) in Abhängigkeit von der Kollektorfläche (n=19)

In Abbildung A3 - 14 sind für das Förderjahr 2019 die spezifischen Nettoinvestitionskosten der solaren Prozesswärmeanlagen innerhalb der BAFA-Innovationsförderung in Abhängigkeit der Kollektorfläche aufgetragen. Es ist eine große Bandbreite der spezifischen Nettoinvestitionskosten solarer Prozesswärmeanlagen zu beobachten. Gründe hierfür könnten die Verwendung verschiedener Anlagenkomponenten und -hydraulik eine unterschiedlich komplexe Systemeinbindung sowie unterschiedliche Kostenansätze der Anbieter sein. 2019 betrugen die spezifischen Nettoinvestitionskosten solarer Prozesswärmeanlagen durchschnittlich 741 €/m², wobei die Standardabweichung bei 241 €/m² liegt. Der Median liegt mit 821 €/m² rund 80 €/m² über dem Mittelwert.

Ertragsabhängig geförderte Anlagen in der Innovationsförderung

Im Förderjahr 2019 wurden innerhalb der BAFA-Innovationsförderung 419 Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 8,6 MW_{th} ertragsabhängig gefördert. Das entspricht rund 60 % der über die Innovationsförderung geförderten Anlagen. Der Anteil der ertragsabhängig geförderten Solaranlagen ist somit im Vergleich zu 2018 (60 %) konstant geblieben.

Tabelle A3 - 13 und Tabelle A3 - 14 geben aufgeschlüsselt nach dem Verwendungszweck einen Überblick über die Anzahl und die thermische Leistung dieser Anlagen. 93 % der ertragsabhängig geförderten installierten Leistung wurden in Kombianlagen und 7 % in Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung umgesetzt. Für keine der Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung wurde eine ertragsabhängige Förderung beantragt. Die Förderung für Prozesswärmeanlagen mit bis zu 50 % der Investition ist offenbar attraktiver als die ertragsabhängige Förderung.

Tabelle A3 - 9: Anzahl der ertragsabhängig geförderten Anlagen der BAFA-Innovationsförderung nach Anwendung und Kollektortechnologie

Anzahl				
	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	285	546	482	392
Flachkollektor	217	436	337	257
Röhrenkollektor	68	110	145	135
Warmwasserbereitung	18	28	18	27
Flachkollektor	18	22	16	22
Röhrenkollektor	0	6	2	5
Prozesswärme	0	0	0	0
Flachkollektor	0	0	0	0
Röhrenkollektor	0	0	0	0
Kälteerzeugung	0	0	0	0
Flachkollektor	0	0	0	0
Röhrenkollektor	0	0	0	0
Flachkollektor, gesamt	235	458	353	279
Röhrenkollektor, gesamt	68	116	147	140
Solarthermie, gesamt	303	574	500	419

Tabelle A3 - 10: Installierte thermische Leistung der ertragsabhängig geförderten solarthermischen Anlagen innerhalb der BAFA-Innovationsförderung nach Anwendung und Kollektortechnologie

Installierte Leistung in kW_{th}				
	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	6.006	11.772	10.907	7.993
Flachkollektor	4.637	9.409	7.514	5.216
Röhrenkollektor	1.370	2.363	3.393	2.777
Warmwasserbereitung	344	753	334	573
Flachkollektor	344	490	293	477
Röhrenkollektor	0	263	41	96
Prozesswärme	0	0	0	0
Flachkollektor	0	0	0	0
Röhrenkollektor	0	0	0	0
Kälteerzeugung	0	0	0	0
Flachkollektor	0	0	0	0
Röhrenkollektor	0	0	0	0
Flachkollektor, gesamt	4.981	9.899	7.807	5.693
Röhrenkollektor, gesamt	1.370	2.626	3.434	2.873
Solarthermie, gesamt	6.350	12.525	11.241	8.566

Auch in der ertragsabhängigen Förderung dominieren Anlagen mit Flachkollektoren mit einem Anteil von 67 %. In den restlichen 33 % der geförderten Solaranlagen werden Röhrenkollektoren eingesetzt.

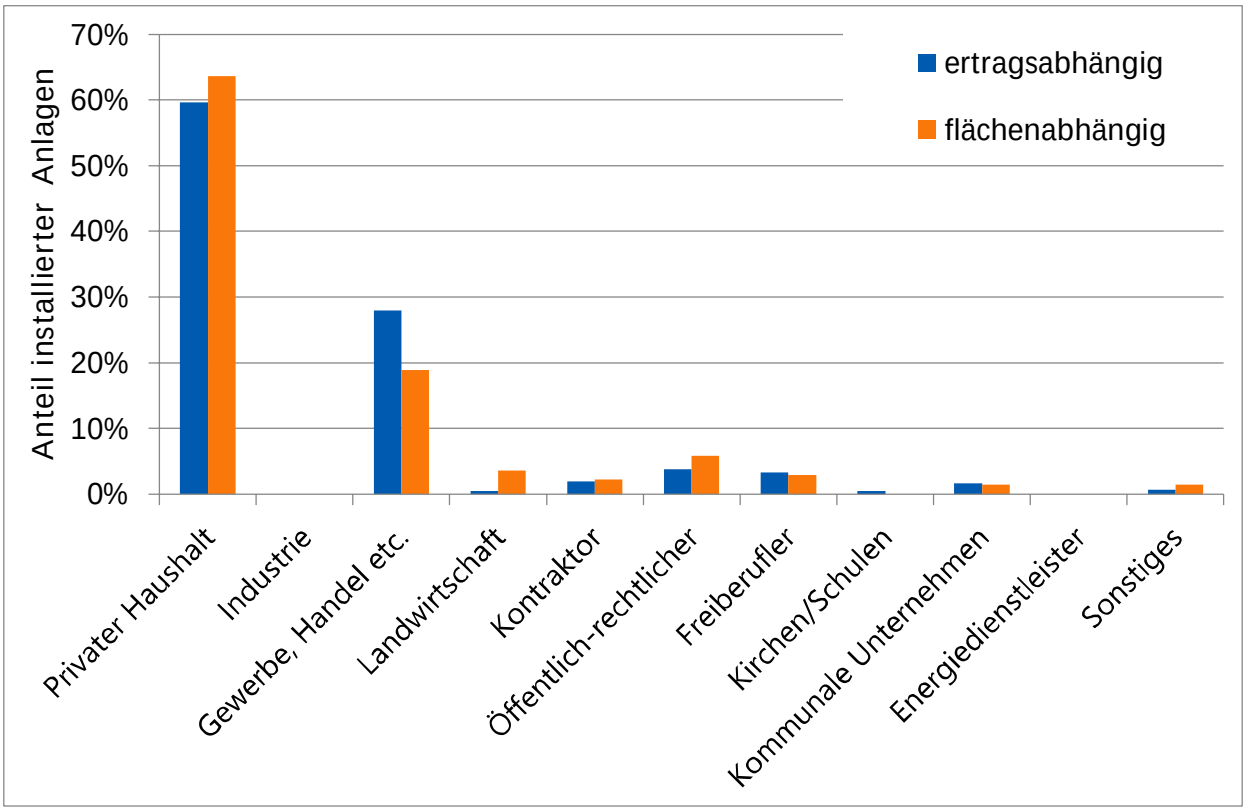


Abbildung A3 - 15: Verteilung der ertrags- und flächenabhängig geförderten Anlagen in der Innovationsförderung im Förderjahr 2019 nach Wirtschaftszweig

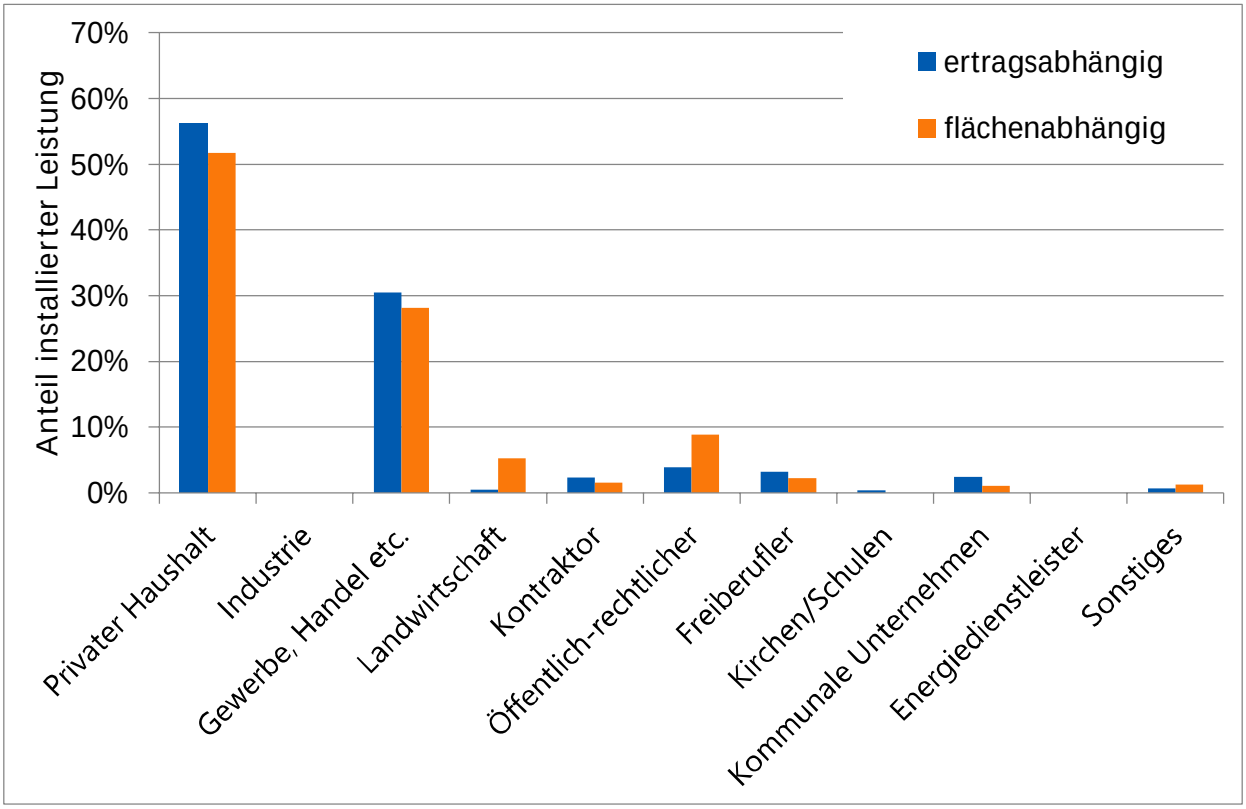


Abbildung A3 - 16: Verteilung der installierten Leistung von ertrags- und flächenabhängig geförderten Anlagen in der Innovationsförderung im Förderjahr 2019 nach Wirtschaftszweig

Abbildung A3 - 15 zeigt die Verteilung von ertragsabhängig geförderten Anlagen nach Wirtschaftszweig im Vergleich zu flächenabhängig geförderten Anlagen im Jahr 2019. Der überwiegende Teil sowohl der ertrags- als auch der flächenabhängig geförderten Anlagen wurde von privaten Haushalten (60 % bzw. 64 %) und Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) mit 28 % bzw. 19 % errichtet. Die ertragsabhängige Förderung ist demnach besonders bei privaten Haushalten beliebt. Bei Anlagen von Freiberuflern hat der Anteil sowohl der ertrags- als auch der flächenabhängig geförderten Anlagen (3 % bzw. 6 %) gegenüber 2018 (10 % bzw. 9 %) deutlich abgenommen. Dagegen ist der Anteil von Anlagen in Öffentlich-rechtlicher Eigentümerschaft (4 % bzw. 6 %) im Vergleich zu 2018 (<1 % bzw. 1 %) gestiegen. Betrachtet man die Verteilung der installierten Leistung, (Abbildung A3 - 16) so ist zu sehen, dass sowohl bei den ertrags- als auch bei den flächenabhängig geförderten Fällen der Anteil der privaten Haushalte mit 56 % bzw. 52 % geringer ausfällt, der Anteil der installierten Leistung von Anlagen in GHD ist mit 30 % bzw. 28 % hingegen größer. Die Solaranlagen im Wirtschaftszweig Gewerbe, Handel und Dienstleistung sind in der Regel größer als die in privaten Haushalten. Der Anteil an der installierten Leistung von Anlagen öffentlich-rechtlicher Betreiber (4 % bzw. 9 %) ist bei den flächenabhängig geförderten Anlagen höher als ihr Anteil an der Anzahl der geförderten Anlagen. Bei den verbleibenden Wirtschaftszweigen ist der Anteil an der Anlagenzahl und installierten Leistung jeweils sehr gering und liegt bei 5 % oder weniger.

Tabelle A3 - 11: Anzahl und installierte Leistung der ertragsabhängig und flächenabhängig geförderten Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung der BAFA-Innovationsförderung nach Gebäudeart

	BAFA-Innovationsförderung ertragsabhängig gefördert		BAFA-Innovationsförderung flächenabhängig gefördert	
	Anzahl	Installierte Leistung in kW	Anzahl	Installierte Leistung in kW
Solaranlagen mit Flachkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung				
Neubau	177	3.497	43	954
Bestand	80	1.718	134	3.774
Solaranlagen mit Flachkollektoren zur Trinkwarmwasserbereitung				
Neubau	18	386	2	40
Bestand	4	91	0	0
Solaranlagen mit Röhrenkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung				
Neubau	52	1.034	14	294
Bestand	83	1.743	61	2.457
Solaranlagen mit Röhrenkollektoren zur Trinkwarmwasserbereitung				
Neubau	3	59	0	0
Bestand	2	38	0	0

Vergleicht man den Zubau solarthermischer Anlagen im Neubau und im Gebäudebestand (Tabelle A3 - 11), dann wird deutlich, dass die ertragsabhängige Förderung für Kombianlagen vor allem im Neubau und allgemein für Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung sehr beliebt ist. So wurde bei 80 % der Solaranlagen mit Flachkollektoren zur kombinierten Raumheizung und Warmwasserbereitung im Neubau die ertragsabhängige Förderung gewählt, im Bestand haben bei diesem Anlagentyp nur 37 % der Antragssteller diese Förderung gewählt. Bei Kombianlagen mit Röhrenkollektoren beträgt dieser Anteil 79 % bei den Neubauten und 58 % im Bestand. Bei Solaranlagen zur Trinkwarmwasserbereitung wurde die ertragsabhängige Förderung im Neubau von 91 % und im Bestand von 100 % der Antragssteller gewählt.

Dass die Antragssteller gerade bei Trinkwarmwasseranlagen und Kombianlagen auf Neubauten die ertragsabhängige Förderung häufiger beantragen, liegt sicherlich daran, dass die flächenabhängige Förderung reduzierte Fördersätze für diese Anwendungsbereiche vorsieht. Bei der ertragsabhängigen Förderung wird dagegen nicht nach Anwendung und Gebäudeart unterschieden.

2.1.3 Bonusförderung

Innerhalb der BAFA-Förderung (Basis- und Innnovationsförderung) können zusätzlich zur Basis- oder Innovationsförderung eine oder mehrere Bonusförderungen gewährt werden. Am beliebtesten ist der Bonus für einen gleichzeitigen Kesseltausch mit 3.328 Förderfällen (Abbildung A3 - 17). In 1.841 Fällen mit Bonusförderung wurde ein Bonus für einzelne Optimierungsmaßnahmen der Heizungsanlage gewährt. Des Weiteren wurden 3.017 Solaranlagen mit einem Biomassekessel und 239 mit einer Wärmepumpe kombiniert. Insgesamt wurde somit bei mindestens einem Viertel aller geförderten Solaranlagen die Heizungsanlage modernisiert oder optimiert. Nur in einer geringen Anzahl von Förderfällen wurde ein Wärmenetz (112 Förderfälle) oder Effizienzbonus (68 Förderfälle) ausgezahlt.

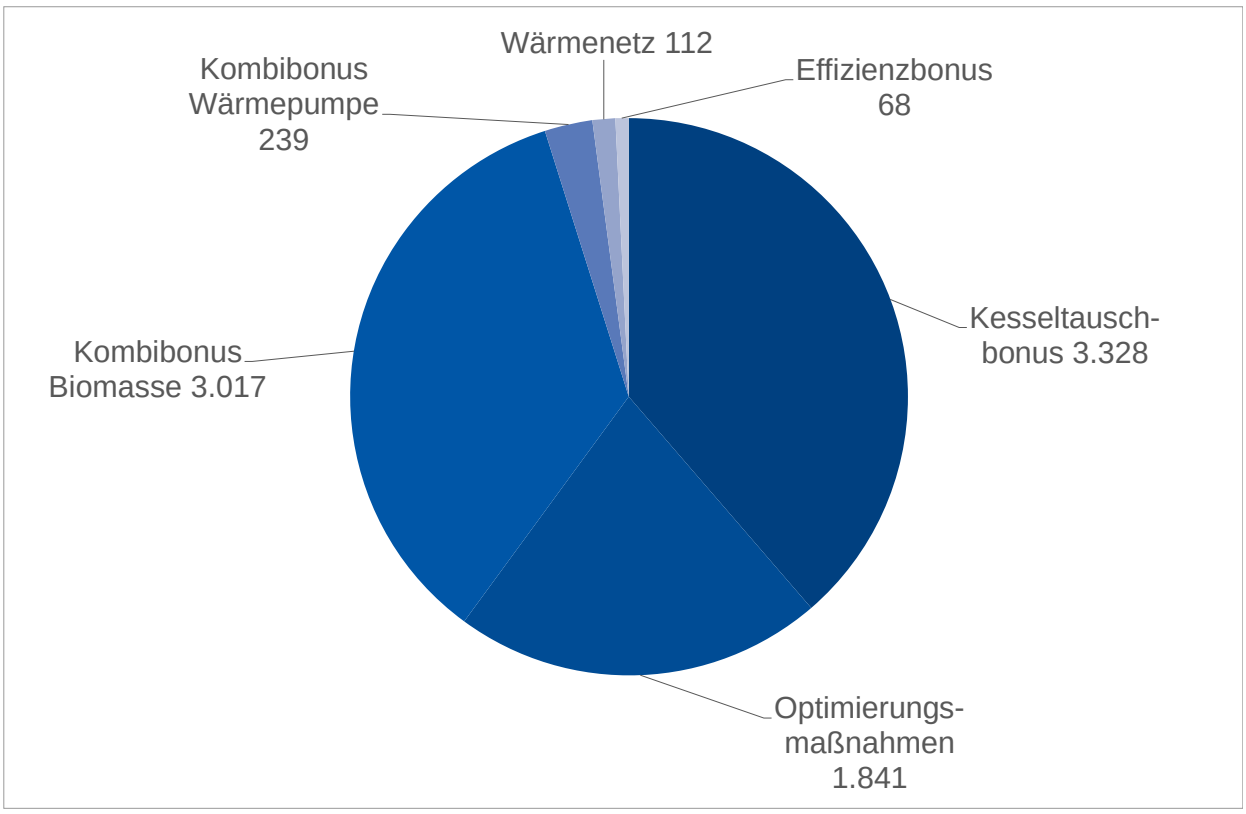


Abbildung A3 - 17: Anzahl der Förderfälle unterschiedlicher Bonusarten der 2019 Ausgezahlten Boni

Für Bonusförderungen wurden insgesamt Fördermittel in Höhe von ca. 4,1 Mio. € für ausgezahlt. 40,8 % des Förderbetrags entfielen auf den Kesselaustauschbonus, 36,9 % auf den Kombinationsbonus mit Biomasse, 2,9 % auf den Kombinationsbonus mit Wärmepumpe, 15,3 % auf den Optimierungsbonus, sowie 2,7 % auf den Effizienzbonus und 1,4 % auf den Wärmenetzbonus.

Als Zusatz zur Grundförderung im MAP wird der Heizungspaketbonus nach APEE für den Austausch oder die solarthermische Modernisierung besonders ineffizienter Heizungsanlagen gewährt. 2019 wurde er für 21,7 % der innerhalb der BAFA-Basisförderung geförderten Anlagen bewilligt.

2.2 KfW-Teil

Im Jahr 2019 wurden mit Hilfe der KfW-Förderung 32 solarthermische Anlagen mit einer Leistung von 8.518 kW_{th} errichtet. Tabelle A3 - 12 und Tabelle A3 - 13 geben aufgeschlüsselt nach dem Verwendungszweck einen Überblick über die Anzahl der Anlagen, die unter Inanspruchnahme der KfW-Förderung errichtet wurden, sowie deren installierte thermische Leistung. Rund 94 % der installierten Leistung wurden in Anlagen zur Raumheizunterstützung und Trinkwarmwasserbereitung auf Mehrfamilienhäusern, Nichtwohngebäuden oder zur Einspeisung in Wärmenetze umgesetzt. 2019 wurden drei Anlagen zur Prozesswärmebereitstellung (ca. 6 % der installierten Leistung) gefördert. Es wurde keine Anlage zur Kälteerzeugung gefördert.

Tabelle A3 - 12: Anzahl wertgestellter Anlagen mit KfW-Förderung 2014-2019

Anzahl errichteter Anlagen						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	55	41	39	26	18	29
Flachkollektor	39	26	24	13	9	19
Röhrenkollektor	16	15	15	13	9	10
Luft- o. Speicherkollektor	0	0	0	0	0	0
Prozesswärme	10	9	7	5	1	3
Flachkollektor	4	2	0	1	0	1
Röhrenkollektor	4	3	2	1	0	1
Luft- o. Speicherkollektor	2	4	5	3	1	1
Kälteerzeugung	2	1	2	0	1	0
Flachkollektor	1	1	1	0	0	0
Röhrenkollektor	1	0	1	0	1	0
Flachkollektor, gesamt	44	29	25	14	9	20
Röhrenkollektor, gesamt	21	18	18	14	10	11
Luftkollektor, gesamt	2	4	5	3	1	1
Solarthermie, gesamt	67	51	48	31	20	32

Tabelle A3 - 13: Installierte thermische Leistung wertgestellter Anlagen mit KfW-Förderung 2014-2019

Installierte Leistung kW_{th}						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser	4.818	2.630	8.118	2.634	2.757	8.032
Flachkollektor	2.989	1.890	1.412	1.016	1.332	5.297
Röhrenkollektor	1.829	740	6.706	1.618	1.425	2.736
Luft- o. Speicherkollektor	0	0	0	0	0	0
Prozesswärme	709	928	951	283	103	485
Flachkollektor	417	166	0	32	0	78
Röhrenkollektor	213	204	447	43	0	63
Luft- o. Speicherkollektor	79	558	504	208	103	344
Kälteerzeugung	644	338	581	0	42	0
Flachkollektor	555	338	295	0	0	0
Röhrenkollektor	89	0	286	0	42	0
Flachkollektor, gesamt	3.961	2.394	1.707	1.048	1.332	5.375
Röhrenkollektor, gesamt	2.131	944	7.439	1.661	1.467	2.799
Luftkollektor, gesamt	79	558	504	208	103	344
Solarthermie, gesamt	6.171	3.896	9.650	2.917	2.902	8.518

Gegenüber dem Vorjahr hat sich die installierte Leistung geförderter Solaranlagen fast verdreifacht. Der Hauptgrund dafür ist die Förderung mehrerer großer Solaranlagen zur Einspeisung in Wärmenetze, mit einer Kollektorfläche von bis zu 2.950 m². Die sechs Anlagen zur Einspeisung in Wärmenetze mit einer Kollektorfläche von über 500 m² umfassen im Förderjahr 2019 ca. 74 % der geförderten installierten Leistung mit 6.263 kW_{th},. In der KfW Statistik sind solche Anlagen dem Verwendungszweck „Warmwasser/Heizung“ zugeordnet. Die installierte Leistung zur kombinierten Raumheizung und

Trinkwarmwasserbereitung stieg im Vergleich zum Vorjahr entsprechend um 191 %. Auch die installierte Leistung zur Prozesswärmebereitstellung ist um 371 % im Vergleich zum Vorjahr angestiegen. Allerdings von einem sehr niedrigen Niveau (im Vorjahr eine Anlage mit 147 m²).

In Abbildung A3 - 18 ist die durchschnittlich installierte thermische Leistung pro Anlage mit KfW-Förderung von 2014 bis 2019 dargestellt. Es ist ein Anstieg der durchschnittlichen Größe der geförderten Anlagen zu beobachten, verursacht durch große Solaranlagen zur Einspeisung in Wärmenetze. Der Grund für den Peak im Jahr 2016 ist eine große Solaranlage zur Einspeisung in ein Wärmenetz in Senftenberg. 2019 wurde seit Einführung des Fördersegments die größte durchschnittlich installierte thermische Leistung pro Anlage mit KfW-Förderung erreicht.

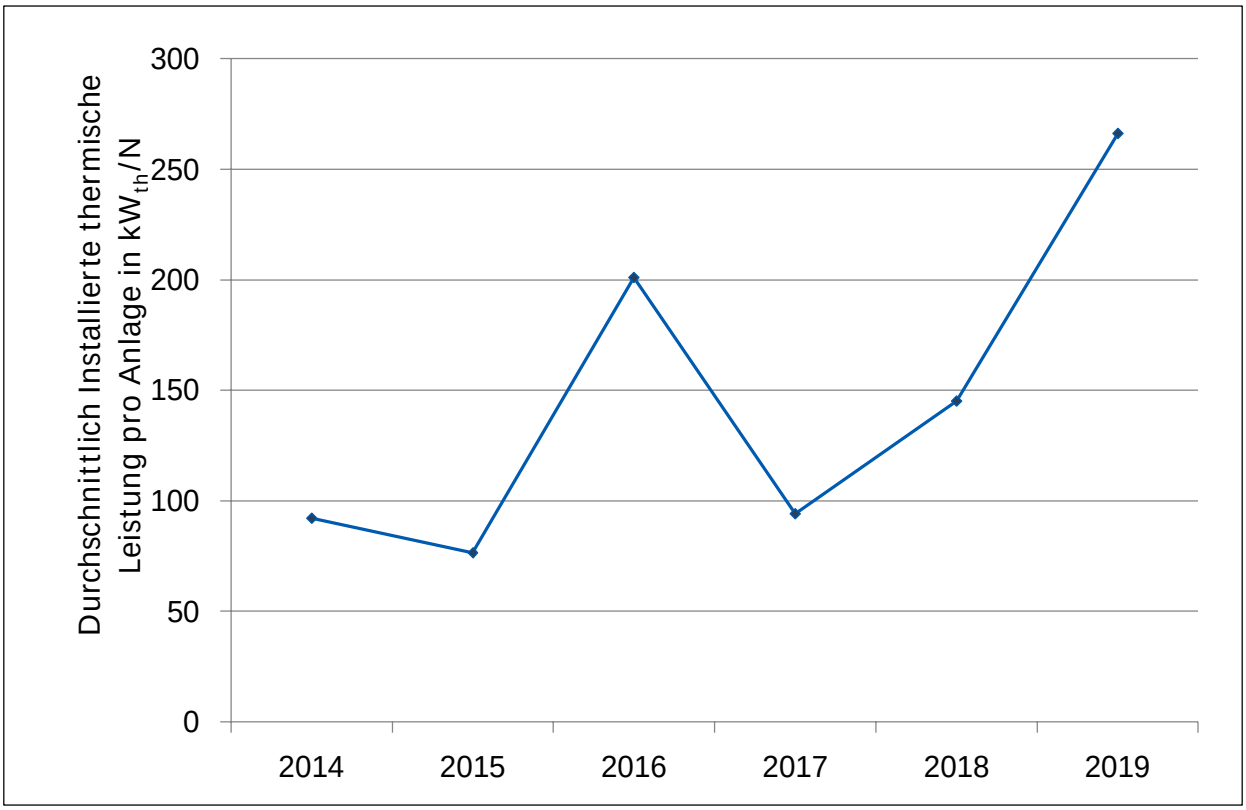


Abbildung A3 - 18: Durchschnittlich installierte thermische Leistung pro Anlage mit KfW-Förderung 2014-2019

Für Anlagen zur Raumheizungsunterstützung bzw. Trinkwarmwasserbereitung beträgt die durchschnittliche installierte Fläche 396 m² (Vorjahr: 219 m²). Zur Prozesswärmebereitstellung wurden 2019 drei Anlagen mit durchschnittlich 231 m² (Im Vorjahr eine Anlage mit 147 m²) installiert. Es wurden keine Anlagen zur Kälteerzeugung installiert (Vorjahr: Eine Anlage mit 60 m²). 90 % der geförderten installierten Leistung wurden in den drei Bundesländern Baden-Württemberg (43 %), Hessen (25 %) und Bayern (22%) errichtet. weitere 6 % in Schleswig-Holstein. In den restlichen Bundesländern sind jeweils weniger als 5 % der geförderten thermischen Leistung installiert.

Tabelle A3 - 14 stellt die Investitionssummen, Kreditvolumina und Tilgungszuschüsse der 2019 mittels KfW-Förderung geförderten solarthermischen Anlagen dar. Bei Nettoinvestitionen von 7,12 Mio. € betrug die Kreditsumme ca. 6 Mio. €. Mit einem Förderbetrag von rund 3,37 Mio. € beträgt der Förderanteil an den Nettoinvestitionen 46 %.

Tabelle A3 - 14: Übersicht über Investitionen, Kreditvolumina und Zuschüsse im KfW Teil von 2014 bis 2019

Investitionen, Kreditvolumina und Zuschuss						
in T€	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Raumheizung und Warmwasser						
Investitionen	5.891	3.943	7.923	7.770	2.472	6.549
Kreditvolumen	5.574	3.768	4.896	4.127	1.757	5.444
Zuschuss	1.772	1.129	2.833	1.244	1.082	3.048
Prozesswärme						
Investitionen	615	712	963	292	67	572
Kreditvolumen	558	679	1.024	254	82	572
Zuschuss	263	344	444	149	36	320
Kälteerzeugung						
Investitionen	667	611	510	0	137	0
Kreditvolumen	748	306	510	0	137	0
Zuschuss	200	305	305	0	20	0
Summen						
Investitionen	7.173	5.266	9.396	8.062	2.676	7.121
Kreditvolumen	6.880	4.753	6.430	4.391	1.976	6.016
Zuschuss	2.235	1.778	3.582	1.393	1.138	3.368

Ertragsabhängig geförderte Anlagen in der KfW-Förderung

Die ertragsabhängige Förderung wurde in zehn Förderfällen, die dem Förderjahr 2019 zugeordnet sind, gewährt. Jeweils fünf Anlagen setzten Röhrenkollektoren und Flachkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung ein und haben insgesamt eine installierte Leistung von 5.968 kW_{th}. Das entspricht 70 % der KfW geförderten installierten Leistung.

3 Marktentwicklung

In den folgenden Kapiteln wird die Marktentwicklung der Solarthermie im Jahr 2019 analysiert. Es wird zunächst der Zubau neuer Anlagen und anschließend die Marktstruktur mit dem Schwerpunkt auf die Kollektoren genauer untersucht.

3.1 Entwicklung der Märkte

In Deutschland waren Ende 2019 nach Angaben des Bundesverbands Solarwirtschaft e.V. (BSW, 2020) rund 2,4 Mio. solarthermische Anlagen in Betrieb, womit sich der Bestand innerhalb von neun Jahren um mehr als 60 % erhöht hat. Dennoch ist 2019 der jährliche Zubau von solarthermischen Anlagen das achte Jahr in Folge zurückgegangen und weist mit einer 2019 neu installierten Leistung von rund 360 MW_{th} den niedrigsten Zubau seit 17 Jahren auf. Im Vergleich zum Vorjahr (400 MW_{th}) entspricht dies einem Rückgang um rund 10 % (Abbildung A3 - 19).

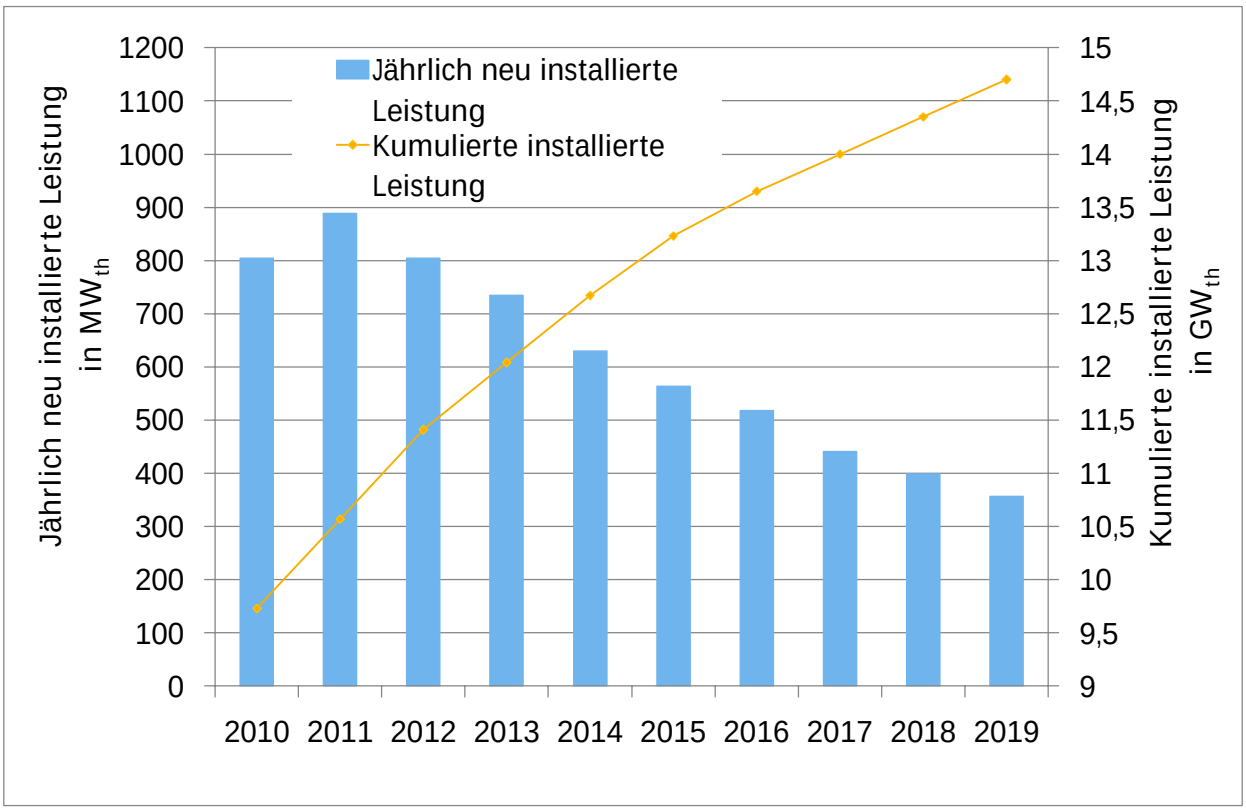


Abbildung A3 - 19: Deutsche Solarthermie-Marktentwicklung 2010-2019.[4] (BSW, 2020)

Nach Angaben des Bundesverbandes der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (BDH, 2021) stieg der deutsche Heizungsmarkt mit 748.000 neu installierten Heizungsanlagen in 2019 um ca. 2,2 % gegenüber dem Vorjahr (732.000) an. Die Anzahl neu errichteter solarthermischer Anlagen blieb 2019 mit 71.000 gegenüber dem Vorjahr (2018: 71.000) konstant. Der Markt für Solaranlagen hat sich damit nicht mit dem deutschen Heizungsmarkt entwickelt (BSW, 2020).

[4] Die Angaben der kumulierten installierten Leistung berücksichtigen den Abbau von Bestandsanlagen nach der technischen Lebensdauer. (BSW 2020)

Seit 2011 ist der Anteil der Solarthermie an den neu installierten Heizungsanlagen von 24 % kontinuierlich auf 9 % im Jahr 2019 (Vorjahr 10%)gesunken. Im Jahr 2008, dem Jahr mit dem höchsten Zuwachs an installierter Kollektorleistung, lag der Anteil bei 34 %. Gemäß Abbildung A3 - 19 ist der Markt solarthermischer Anlagen seit Jahren rückläufig.

In Abbildung A3 - 20 ist die Marktzusammensetzung der in Deutschland installierten Solaranlagen nach Verwendung von 2015 bis 2019 dargestellt. Seit 2016 ist der Markt für solarthermische Anlagen sowohl zur kombinierten Bereitstellung von Raumheizung und Warmwasser als auch zur reinen Warmwasserbereitung rückläufig. Der Markt für Kombianlagen zur Raumheizung und Warmwasser ist dabei stärker gesunken.

Insgesamt ist der Solarthermiemarkt von 2016 bis 2019 um 31 % gesunken. Dagegen ist die über das MAP geförderte jährlich neu installierte Leistung mit 43 % im selben Zeitraum, stärker zurückgegangen. Der Anstieg der MAP geförderte neu installierte Leistung um 13 % im Vergleich zu 2018 könnte aber eine Trendumkehr bedeuten. Mögliche Gründe für den andauernden starken Marktrückgang sind dauerhaft niedrige Öl- und Gaspreise, sodass Solaranlagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit noch nicht ausreichend wettbewerbsfähig sind.

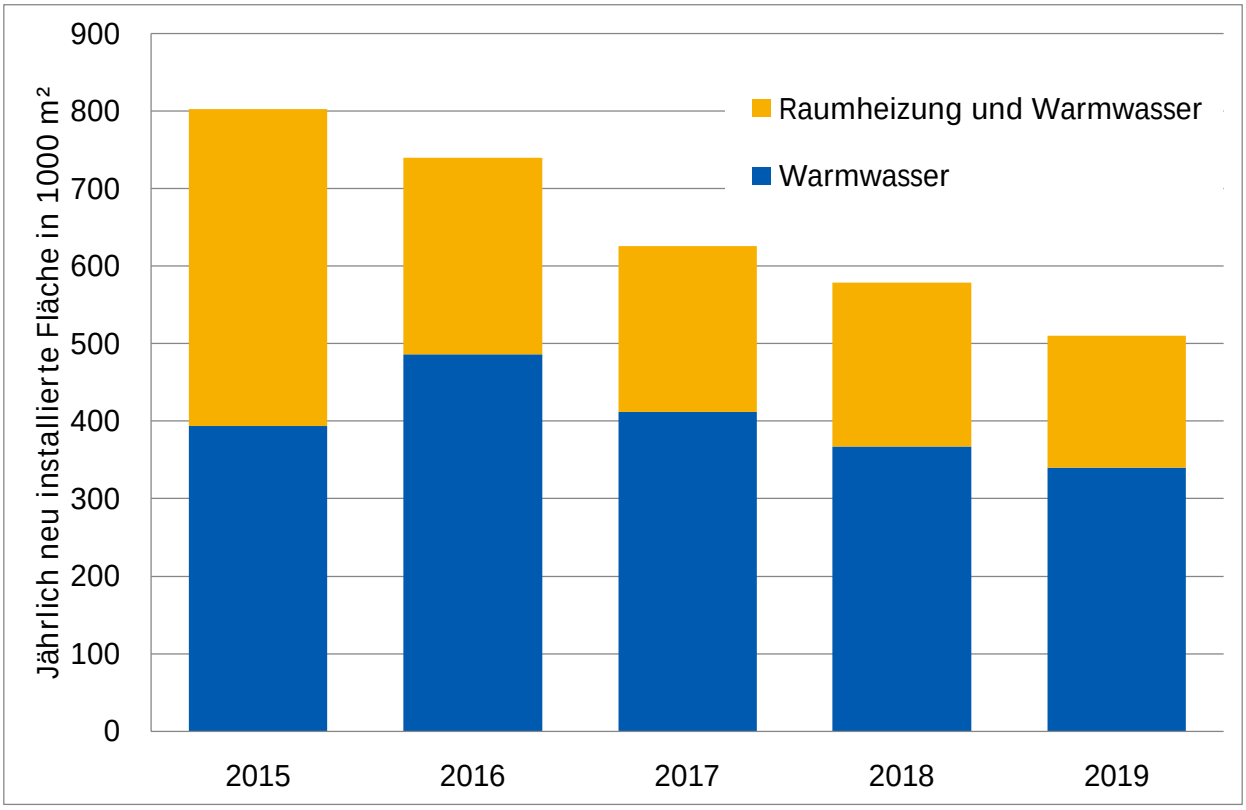


Abbildung A3 - 20: Deutschlandweiter jährlicher Zubau von Solarkollektoren nach Anwendung 2015 bis 2019 (BMWi, 2020)

Von der 2019 deutschlandweit neu installierten Leistung von 360 MW_{th} (BSW, 2020) wurden ca. 31 % vom BAFA (111 MW_{th}) und rund 2 % von der KfW (8,5 MW_{th}) im Rahmen des MAP gefördert. Neben diesen bundesweiten Fördermöglichkeiten existieren weitere regionale Förderprogramme bzw. Programme der Bundesländer.

Nach Angaben der European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF, 2019) ist Deutschland innerhalb Europas mit einem Anteil von rund 37 % der zum Ende 2018 kumulierten installierten Leistung (36,1 GW_{th}) führend. Für das Jahr 2018 betrug der europäische Solarthermiemarkt 1,5 GW_{th} an neu installierter Leistung und weist somit einen Anstieg um ca. 8 % im Vergleich zu 2017 auf, und ist damit das erste Mal, seit neun Jahren angestiegen. Dieses Marktwachstum wird von folgenden Staaten getragen: Polen (+179 %), Dänemark (+77,2 %), Niederlande (+16,5 %), Griechenland (+4,0 %), Cypern (+12,7 %), Portugal (+2,0 %), Spanien (+1,9 %), und Frankreich (+1,7 %). Der Anteil Deutschlands an der 2018 neu installierten europäischen Leistung lag bei ca. 26,7 %.

3.2 Marktstruktur

Hinsichtlich der eingesetzten Kollektortechnik dominiert der Flachkollektor den deutschen Markt. Sein Anteil an der neu installierten Leistung betrug in den letzten Jahren rund 90 %, derjenige von Vakuumröhrenkollektoren rund 10 % (BSW, 2018). Luft- und Speicherkollektoren sind mit weit unter 1 % weiterhin Nischenprodukte. Die Zahlen für 2019 liegen nicht vor, es ist jedoch von einem ähnlichen Verhältnis auszugehen. Im MAP hingegen liegt der Anteil von Röhrenkollektoren mit insgesamt 32 % der neu installierten Leistung, höher als im Gesamtmarkt. Bei Trinkwarmwasseranlagen liegt der Anteil von Vakuumröhrenkollektoren an der neu installierten Leistung bei 16 %, bei Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung bei 34 %. Vakuumröhren kommen vor allem bei größeren Anlagen zum Einsatz.

In den letzten Jahren konnten sich bei der produzierten Flachkollektoren insbesondere Heizungsfirmen am Markt behaupten. In Folge der rückläufigen Marktentwicklung haben einige, insbesondere nur auf Solarthermie spezialisierte Firmen, ihre Kollektorfertigung eingestellt. Neue Fertigungslinien sind die Ausnahme. Für die Beurteilung der in- und ausländischen Wertschöpfung wurde die repräsentative Stichprobe der BAFA-Rechnungen (Basisförderung) herangezogen. Rund 84 % und damit der weit überwiegende Anteil des solaren Nettoinvestitionsvolumens stammte 2019 von deutschen Herstellern bzw. Systemanbietern[5].

Tabelle A3 - 15: Aufteilung des Nettoinvestitionsvolumens nach Herkunftsland der Hersteller- bzw. Systemanbieter (basierend auf Rechnungsauswertung einer repräsentativen Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2019 n=325)

Hersteller- / Anbieterland	Anzahl Hersteller / Anbieter	Nettoinvestitionsvolumen in T €	Anteil in %
Deutschland	53	2.601.324	83,7
Österreich	7	272.871	8,8
China	6	106.180	3,4
Schweiz	2	8.057	0,3
Polen	1	75.443	2,4
Lichtenstein	1	17.299	0,6
Italien	1	16.000	0,5
Tschechien	1	9.949	0,3
Summe	72	3.107.123	100

[5] Firmensitz

4 Technologischer Standard und Innovation

Solarthermische Standardanlagen zur Trinkwarmwasserbereitung sowie Kombianlagen zur Trinkwarmwasserbereitung und Raumheizungsunterstützung sind ausgereifte Techniken und seit vielen Jahren am Markt verfügbar. Auch große Anlagen, die in ein Wärmenetz einspeisen oder zur Bereitstellung von Prozesswärme genutzt werden, haben inzwischen einen marktreifen Entwicklungsstand erreicht. Aufgrund des bereits erreichten hohen technischen Stands konzentrieren sich technologische Entwicklungen meist auf Detailaspekte. In diesem Kapitel sind die technischen Neuerungen und Entwicklungen bei den solarthermischen Anlagen zusammengefasst. Die Zusammenstellung ist auf Basis einer Recherche der 2019 erschienenen Ausgaben mehrerer anerkannter Fachzeitschriften und eigener Teilnahmen auf Fachtagungen erstellt.

Die Senkung der Kosten von Solaranlagen ist eine anhaltende Herausforderung für die Branche. Standardisierung kann dazu einen bedeutenden Beitrag leisten. Sie ermöglicht die Austauschbarkeit von Komponenten oder Baugruppen unterschiedlicher Hersteller und Lieferanten, was den Produktionsprozess und insbesondere die Installation von Anlagen vereinfacht. Dafür wurde ein neuer offener Standard entwickelt (ISE, 2021; Solarthermie-Jahrbuch, 2020). In EASY-ST sind sechs „Standardmerkmale“ definiert: CONNECT für hydraulische Kollektoranschlüsse, MOUNT für Kollektorbefestigung, CONTROL für Regler, STORE für Speicher, SolSta für Solarstationen und BREAK für Mikrozirkulationsbremsen an den Speicheranschlüssen. Um der Kompatibilität eines Standardmerkmals zu entsprechen, müssen die Komponenten vorgegebene Maße oder Eigenschaften einhalten. Unternehmen, die ihre Komponenten entsprechend umsetzen, können nach einer Zertifizierung ihre Produkte mit dem entsprechenden Label kennzeichnen. So können zum Beispiel Anlagenbauer schnell kompatible Produkte erkennen.

Eine neuartige Besonderheit ist ein 2019 auf dem Markt eingeführter konzentrierender PVT-Kollektor (Solarthemen, 2019; Solarserver, 2021). Ein Spiegel mit einer Bruttofläche von 16 m² konzentriert die solare Einstrahlung auf ein Glasrohr. Spezielle Linsen auf dem Rohr, konzentrieren das Licht erneut und projizieren es auf hocheffiziente Photovoltaikzellen, die mit einem hohen elektrischen Wirkungsgrad elektrischen Strom bereitstellen. Die dabei gleichzeitig freiwerdende Wärme wird in ein Wärmeträgerfluid geleitet. Das Wärmeträgerfluid, zum Beispiel Wasser mit Glykol aus dem Solarkreis einer Solaranlage, durchströmt das Glasrohr, kühlt die Photovoltaik-Zellen und führt dabei die Wärme ab. Das bis zu 170 °C aufgeheizte Fluid kann dann zur Deckung des Wärmebedarfs genutzt werden. Das System ermöglicht es gleichzeitig solaren Strom und Wärme auf einem hohen Temperaturniveau bereitzustellen.

Nach 2018 hat sich die Verbreitung von Solarheizwerken in der Fernwärme beschleunigt: Die Gesamtkollektorfläche der neu in Betrieb genommenen Anlagen zur Bereitstellung von Raumwärme, Trinkwarmwasser und auch Prozesswärme über ein Wärmenetz hat in diesem Jahr einen neuen Höchststand erreicht. 73 % der 2019 über die KfW geförderten installierten Leistung entfallen auf sechs große Solaranlagen zur Einspeisung in ein Wärmenetz. Darüber hinaus wurden in dem Jahr mindestens fünf weitere Projekte umgesetzt (Solites, 2021). Die größte Anlage, die 2019 in Betrieb gegangen ist, steht in Potsdam. Die Kollektorfläche von 5.157 m² speist Wärme in ein bestehendes Fernwärmenetz ein (Solarserver, 2021). Eine Anlage, die bei Halle an der Saale mit der Einspeisung in das örtliche Fernwärmenetz begonnen hat, ist mit 5.091 m² nur geringfügig kleiner (Solarserver, 2021). Des Weiteren sind Anlagen in Erfuhrt mit 1.690 m², in Moosach mit 1.067 m² und in Ulm mit 400m² Kollektorfläche in Betrieb gegangen. Darüber hinaus hat 2019 der Bau der damals größten (14.800 m²) geplanten

Solarthermieanlage in Deutschland (Ludwigsburg) begonnen (Solarthemen, 2019). Viele dieser Anlagen werden in den kommenden Jahren in die Förderstatistik der MAP-Evaluation eingehen.

Diese Entwicklung treibt Innovationen im Bereich der Fernwärme voran. Neue Großflächenkollektoren, die speziell für den Einsatz in Wärmenetzen entwickelt wurden, haben sich inzwischen verbreitet (Solarthemen, 2019; Solarserver, 2021). So wurde 2019 von einem österreichischen Hersteller ein neuer Großflächenkollektor entwickelt und in einem ersten Wärmenetz in Deutschland zum Einsatz gebracht. Ein weiteres Beispiel ist die Entwicklung eines deutschen Herstellers, dessen Großflächenkollektor mit dem Innovationspreis Berlin Brandenburg ausgezeichnet wurde (Solarserver, 2021). Dieses Modell ermöglicht einzelne Kollektoren mit einer Fläche von bis zu 500 m² und die Bereitstellung von Wasser mit einer Temperatur von bis zu 150 °C.

5 Anlagenwirtschaftlichkeit

In diesem Kapitel werden die aus Stichproben bestimmten mittleren spezifischen Anlagenkosten für Solaranlagen unterschiedlicher Konfigurationen und Größen dargestellt. Darauf aufbauend wurden die Wärmegestehungskosten für einige Beispielanlagen berechnet.

5.1 Investitionskostenentwicklung

Zur Ermittlung spezifischer Investitionskosten solarthermischer Anlagen wurde für das Förderjahr 2019 eine repräsentative Stichprobe aus den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen der Basisförderung (n=351) und der BAFA Innovationsförderung (n=89) ausgewertet. Bei der Analyse wurden nicht auswertbare Rechnungen mit fehlenden Angaben und solche mit unrealistischen Angaben aus der Stichprobe entfernt.

Die spezifischen Nettoinvestitionskosten beinhalten sowohl die Komponenten- (inkl. Speicher) als auch die Montagekosten, jeweils ohne Umsatzsteuer. Zur Ermittlung der spezifischen System-Nettoinvestitionskosten wurden nur Rechnungen von „vollwertigen Anlagen“ berücksichtigt: Anlagenerweiterungen, Anlagen mit Selbstmontage und Anlagen ohne erforderliche Speicherinstallation wurden nicht berücksichtigt. In der Rechnungsauswertung wurden alle Komponenten, welche man ohne solarthermische Anlage nicht gebraucht oder installiert hätte, dem solarthermischen Anlagenteil zugeordnet. Dabei wurde der Wärmespeicher komplett der Solaranlage zugeordnet, auch wenn ohne Solaranlage ein (ggf. kleinerer) Speicher benötigt wurden wäre. Nicht der solarthermischen Anlage zugeordnete Komponenten betreffen häufig solche, die zum Heizkreis (Heizkessel, Heizkörper, Heizkreispumpe, etc.) gehören.

In Abbildung A3 - 21 bis Abbildung A3 - 23 sind die Ergebnisse der Rechnungsauswertung solarthermischer Anlagen nach Anwendung und Kollektortyp dargestellt. Bei allen Kollektortypen ist ein deutlicher Trend abnehmender spezifischer Kosten mit steigender Kollektorfläche zu erkennen. Weiterhin ist eine große Bandbreite der spezifischen System-Nettoinvestitionskosten zu beobachten. Zum Teil ist die große Varianz sicherlich durch die Verwendung verschiedener Komponenten und unterschiedlicher Anlagenhydraulik verursacht. Allerdings variieren selbst bei identischen Solarpaketen eines Herstellers die spezifischen Nettoinvestitionskosten beispielsweise zwischen 570 und 754 €/m². Neben den unterschiedlichen Einbausituationen einzelner Anlagen variiert wohl auch die Kostenkalkulation der Installateure deutlich.

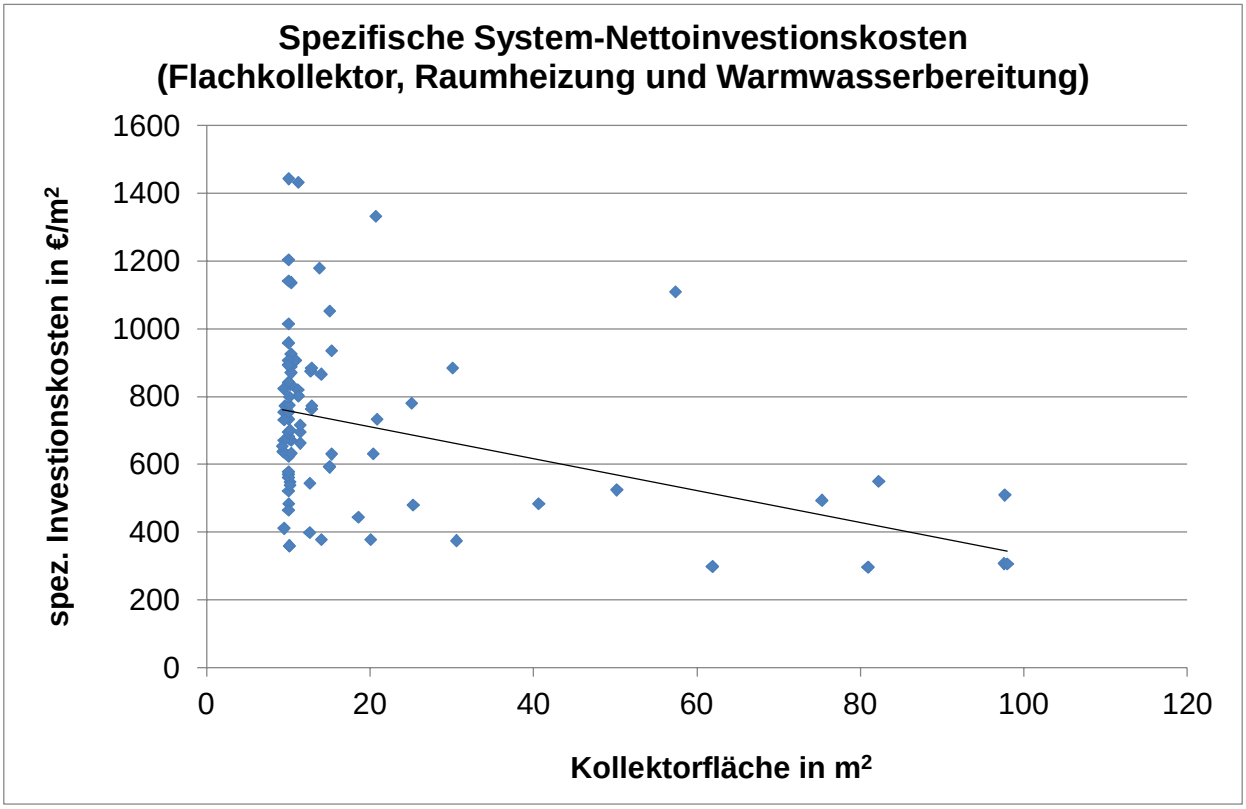


Abbildung A3 - 21: Spezifische Nettoinvestitionskosten solarthermischer Kombianlagen mit Flachkollektoren (Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung und Innovationsförderung 2019, n=87)

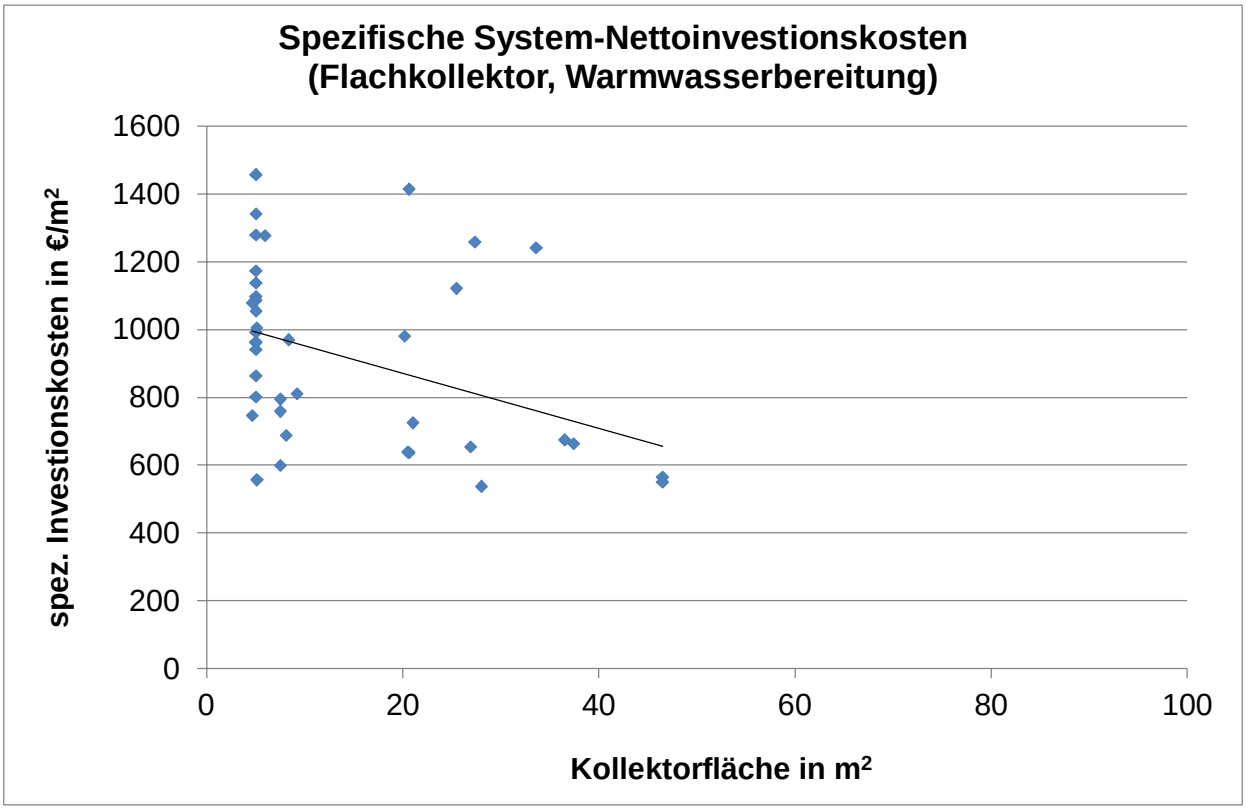


Abbildung A3 - 22: Spezifische Nettoinvestitionskosten solarthermischer Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung mit Flachkollektoren (Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung und Innovationsförderung 2019, n41)

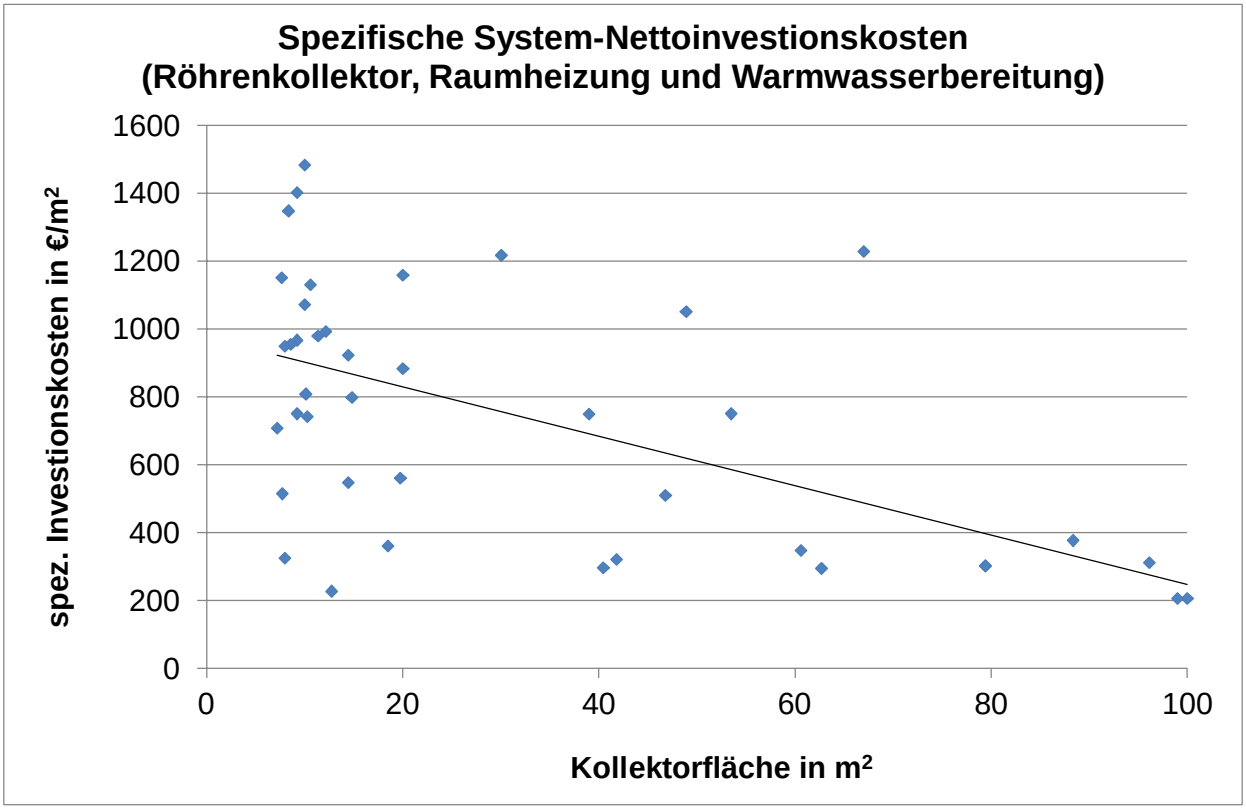


Abbildung A3 - 23: Spezifische Nettoinvestitionskosten solarthermischer Kombianlagen mit Röhrenkollektoren (Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung und Innovationsförderung 2018, n=44)

Aufgrund der starken Streuung der spezifischen Investitionskosten werden im Folgenden für kleine Anlagen bis 20 m² (aus der BAFA Basis-Förderung) Mittelwerte angegeben (Tabelle A3 - 16). Neben dem Mittelwert der spezifischen Kosten sind in den Tabellen zudem die Standardabweichung als Maßzahl für die Streuung der Kosten und der Median angegeben. Für Anlagen mit Röhrenkollektoren zur Trinkwarmwasserbereitung waren in der Stichprobe keine auswertbaren Rechnungen enthalten, so dass keine spezifischen Nettoinvestitionskosten für diese Anlagenkonfiguration bestimmt werden konnten.

Tabelle A3 - 16: Spezifische Nettoinvestitionskosten solarthermischer Anlagen

Spezifische Nettoinvestitionskosten in €/m² BAFA Basisförderung bis 20 m²	
Solaranlagen mit Flachkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung (n=67)	
Mittelwert	753
Standardabweichung	229
Median	734
Solaranlagen mit Flachkollektoren zur Trinkwarmwasserbereitung (n=25)	
Mittelwert	977
Standardabweichung	153
Median	970
Solaranlagen mit Röhrenkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung (n=23)	
Mittelwert	856
Standardabweichung	336
Median	923

Im Vergleich zum Vorjahr sind die mittleren Kosten für kleine Solaranlagen mit Flachkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung um 16 % und für Anlagen zur Warmwasserbereitung um 29 % gestiegen. Die Kosten für kleine Solaranlagen mit Röhrenkollektoren zur Raumheizung und Warmwasserbereitung sind dagegen um 2 % gesunken. Bei Anlagen mit mehr als 20 m² Kollektorfläche ist die Kostenabschätzung über Abbildung A3 - 21, Abbildung A3 - 22 oder Abbildung A3 - 23 zu empfehlen. Die Ursache für die deutliche Kostensteigerung kann im Rahmen dieser Evaluation nicht ermittelt werden. Vermutlich tragen hierzu aber steigende Rohstoffpreise, Auslastung der Installationsbetriebe (Stichwort „Bauboom“) und der rückläufige Markt (bei geringen Stückzahlen steigt der Anteil von Fixkosten) bei.

In Abbildung A3 - 24 sind die spezifischen System-Nettoinvestitionskosten solarthermischer Anlagen aufgeteilt nach Eigen- und Fördermittelanteil (inkl. Bonusförderung, inkl. Montage, exkl. USt.) für Anlagen aus der BAFA Basisförderung 2019 mit Kollektorflächen bis zu 20 m² dargestellt. Der Förderanteil für Anlagen zur Raumheizungsunterstützung und Warmwasserbereitung (RH + WW) mit Flachkollektoren beträgt ca. 30 % und für Trinkwarmwasseranlagen (TWW) mit Flachkollektoren ca. 16 %.

Die System-Nettoinvestitionskosten werden durch die Hardwarekosten mit einem Anteil von rund 80 % dominiert (Stichprobe aus der BAFA-Basisförderung 2019, n=201). Die Montagekosten machen ca. 20 % aus. Oftmals werden allerdings die Montagekosten in den Rechnungen nicht gesondert ausgewiesen, sondern sind in den Hardwarekosten „integriert“. Solaranlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung mit Flachkollektoren in Eigenmontage sind im Durchschnitt ca. 40 % (Wert aus 2018, 2019 waren keine entsprechenden auswertbaren Rechnungen enthalten) günstiger als Solaranlagen in Fremdmontage. Das ist ein Indiz dafür, dass der Anteil der Installationskosten (bzw. Handwerkerkosten) an den Systemkosten (Hardware und Installation) sehr hoch ist und sich nicht nur auf die 20% Montagekosten beschränken.

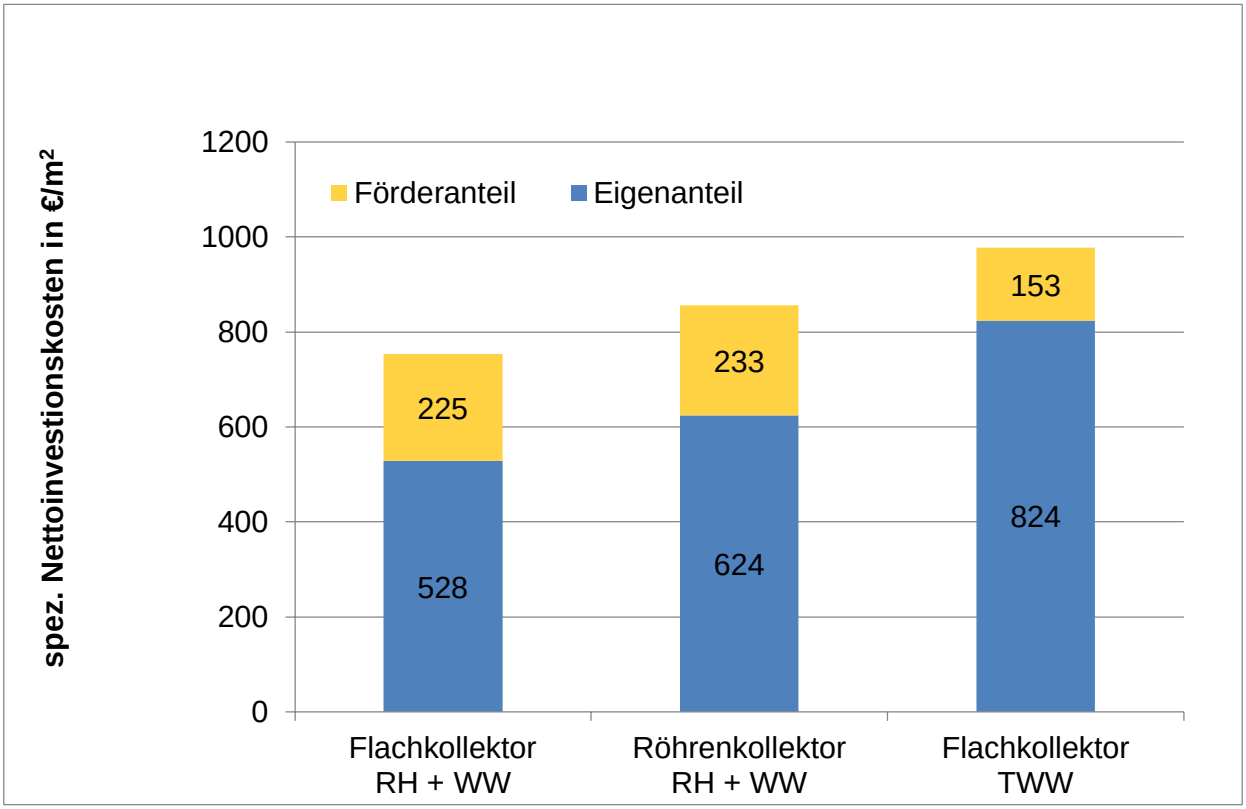


Abbildung A3 - 24: Spezifische System-Nettoinvestitionskosten solarthermischer Anlagen nach Eigen- und Förderanteil für Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung oder Trinkwarmwasseranlagen (n=115)

5.2 Wärmegestehungskosten

Zur Ermittlung der spezifischen Wärmegestehungskosten (Kosten zur Bereitstellung einer Kilowattstunde Wärme) wurden Wirtschaftlichkeitsrechnungen gemäß VDI 2067 (VDI 2012) durchgeführt. Hierfür wurden vier Haustypen betrachtet: Ein Einfamilienhaus mit geringem und hohem Wärmebedarf sowie ein Mehrfamilienhaus mit geringem und hohem Wärmebedarf. An dieser Stelle werden beispielhaft eine solarthermische Kombianlage (Heiz + WW) und eine solare Trinkwarmwasseranlage (WW), jeweils mit Flach- (FK) oder Röhrenkollektoren (VRK) auf einem sanierten Einfamilienhaus dargestellt. Die Solaranlagen sind mit einer Gas-Brennwertheizung kombiniert.

- Einfamilienhaus mit geringem Energiebedarf (Jahreswärmebedarf 18,1 MWh)
  - Kombianlage mit Flachkollektoren:
    Kollektorfläche = 12 m^2, jährlicher Solarertrag = 3.240 kWh
  - Kombianlage mit Vakuumröhrenkollektoren:
    Kollektorfläche = 11 m^2, jährlicher Solarertrag = 2.840 kWh
  - Solare Trinkwarmwasseranlage mit Flachkollektoren:
    Kollektorfläche = 5 m², jährlicher Solarertrag = 1.200 kWh
  - Solare Trinkwarmwasseranlage mit Vakuumröhrenkollektoren:
    Kollektorfläche = 4 m², jährlicher Solarertrag = 980 kWh

Als fossiles Referenzsystem wurde ein Gas-Brennwertkessel herangezogen. Die angesetzten Investitionskosten für die solarthermischen Systeme resultieren aus der Rechnungsauswertung der BAFA-Förderung in Tabelle A3 - 16 und den Trends in Abbildung A3 - 21 bis Abbildung A3 - 23.

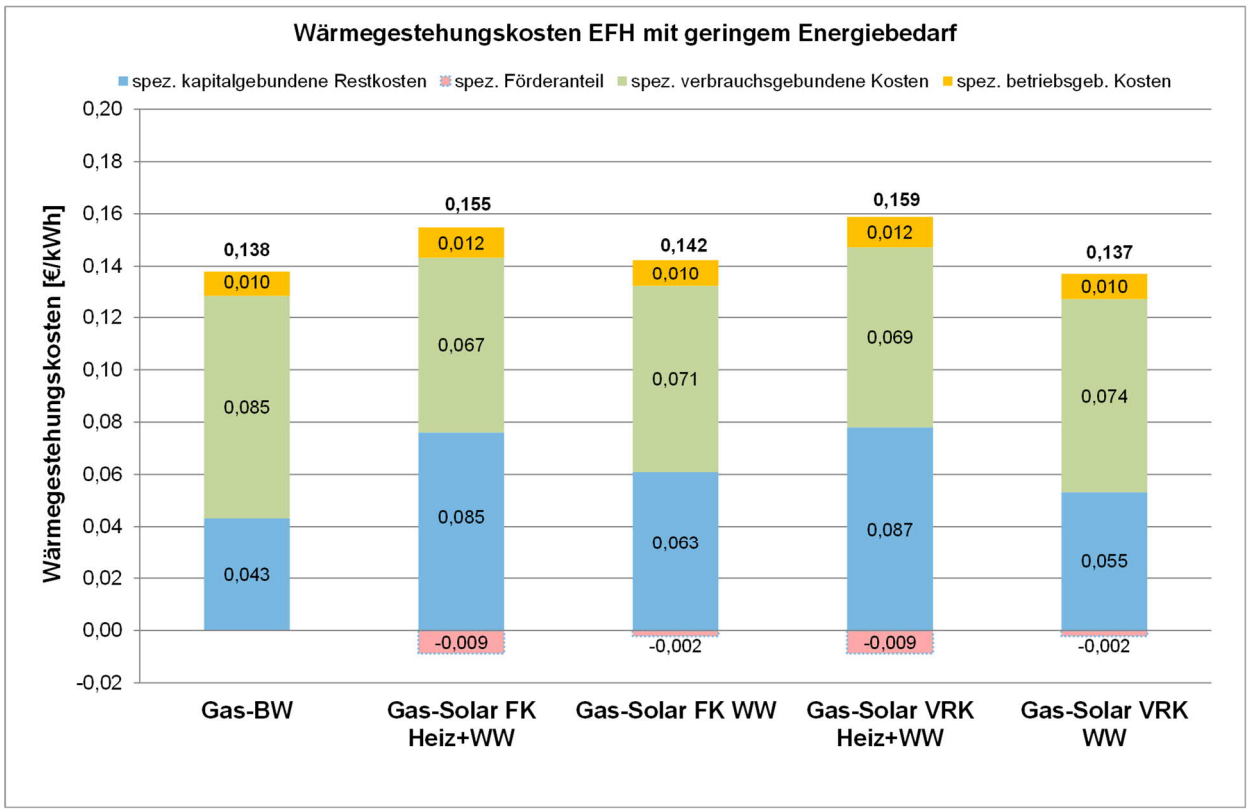


Abbildung A3 - 25: Wärmegestehungskosten inkl. MwSt. eines sanierten Einfamilienhauses mit einem Gas-Brennwertkessel mit und ohne Solaranlage

Für ein Einfamilienhaus mit geringem Energiebedarf ergeben sich für die solarthermische Kombianlage mit Flachkollektoren Wärmegestehungskosten von rund 0,164 €/kWh ohne die MAP Förderung und 0,155 €/kWh mit MAP Förderung, für Kombianlagen mit Röhrenkollektoren) 0,168 €/kWh und 0,159 €/kWh entsprechend. Damit liegen sie ohne Förderung rund 19 % bzw. 22 % über denen des fossilen Referenzsystems (Abbildung A3 - 25). Auch mit MAP Förderung ist die Solarwärme 12 % bzw. 15 % teurer als die fossil bereitgestellte Wärme.

Für eine solare Trinkwarmwasseranlage ergeben sich für dieses Gebäude Wärmegestehungskosten ohne die MAP Förderung von rund 0,144 €/kWh mit Flachkollektoren und 0,139 €/kWh mit Röhrenkollektoren. Damit liegt die Trinkwarmwasseranlage mit Röhrenkollektoren etwa gleichauf mit dem Referenzsystem. Die Wärmegestehungskosten für Trinkwarmwasseranlage mit Flachkollektoren liegen aufgrund eines Preisanstiegs für solche Anlagen im Jahr 2019 um 4 % über dem des fossilen Referenzsystem. Der Anteil der MAP Förderung an den Wärmegestehungskosten ist mit 0,002 €/kWh praktisch vernachlässigbar. Das liegt daran, dass nur der solare Teil des Heizsystems über das MAP gefördert wird.

Für die Interpretation der Ergebnisse wird an dieser Stelle auf hohe Unsicherheiten in der Kostenermittlung bzw. bei den Annahmen hingewiesen, die sich aus großen Preisvariationen auf dem Markt ergeben. Dennoch scheinen die solaren Trinkwarmwasseranlagen mit den reinen fossilen Heizsystemen konkurrenzfähig zu sein, während die Wärmekosten für solare Kombianlagen noch deutlich höher sind als die vom fossilen Referenzsystem.

Literatur

BAFA. 2021. Modul 2: Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien. [Online] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2021. [Zitat vom: 16. 07 .2021.] https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieeffizienz_und_Prozesswaerme/Modul2_Prozesswaerme/modul2_prozesswaerme_node.html.

BDH. 2021. Daten & Fakten. [Online] Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V. (BDH), 2021. [Zitat vom: 23. 03 .2021.] https://www.bdh-koeln.de/presse/pressegrafiken.

BMWi. 2020. Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2019. Berlin : Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020.

BSW. 2018. Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (für 2017). Berlin : Bundesverband Solarwirtschaft e.V., 2018.

BSW. 2020. Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (für 2019). Berlin : Bundesverband Solarwirtschaft e.V., 2020.

ESTIF. 2019. Solar Heat Markets in Europe Trends and Market Statistics 2018. Brüssel : Solar Heat Europe (ESTIF), 2019.

ISE, Fraunhofer. 2021. [Online] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 2021. [Zitat vom: 22. 04 .2021.] www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/kost/easy-st.html.

KfW. 2021. Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft . [Online] KfW, 2021. [Zitat vom: 22. 07 .2021.] https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Energieeffizienz-und-Prozesswärme-aus-Erneuerbaren-Energien-(295)/?redirect=497472.

Solarserver. 2021. Solarserver Das Internetportal für erneuerbare Energien. [Online] Solarthemen Media GmbH, 2021. [Zitat vom: 23. 03 .2021.] www.solarserver.de.

Solarthemen. 2019. Solarthemen 511-523. Löhne : EEM Energy & Environment Media GmbH, 2019.

Solarthermie-Jahrbuch. 2020. SOLARE WÄRME Das Solarthermie-Jahrbuch 2020. einfelden-Echterdingen : Solar Promotion GmbH, 2020.

Solites. 2021. AW: SDH Plant database. E-mail von Patrick Geiger vom 15 April 2021 : Solites, 2021.

SONNENENERGIE. 2019. SONNENENERGIE 01-04/2019. Berlin : Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS), 2019.

FICHTNER

Appendix 4

Fachgutachten zum Fördersegment Wärmepumpe

Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2019 bis 2020

Jeannette Wapler, Lukas Amendt, Dr. Marek Miara, Thore Oltersdorf
Fraunhofer ISE
http://www.ise.fraunhofer.de

ENGINEERING CONSULTING

1 Einführung

Im Marktanreizprogramm (MAP) können Wärmepumpenanlagen entweder über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert werden. Während das BAFA ausschließlich Investitionszuschüsse vergibt, gewährt die KfW zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen. Im Folgenden wird das MAP für das Fördersegment Wärmepumpe hinsichtlich Förderstatistik, Marktentwicklung, technologischer Standard und Innovation sowie Anlagenwirtschaftlichkeit analysiert. Als grundlegende Datenbasis werden die Förderstatistiken von BAFA und KfW verwendet.

Die Gesamtförderzahlen im Fördersegment Wärmepumpe sind im Vergleich zum Vorjahr deutlich gestiegen. Im Förderjahr 2019 wurden 7534 Wärmepumpen im Gebäudebestand und 12.975 Anlagen im Neubau gefördert. Die Anteile der verschiedenen Wärmepumpentypen haben sich gegenüber dem Vorjahr leicht verschoben. Während die Anzahl der geförderten Sole/Wasser-Wärmpumpen in der gleichen Größenordnung geblieben ist, stieg die Anzahl der geförderten Luft/Wasser-Wärmepupen signifikant an. Im Gebäudebestand hat sich in der Folge der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen auf 40 % erhöht und im Gegenzug der Anteil der Sole/Wasser-Wärmpumpen auf 51 % verringert. Im Neubaubereich stieg der Anteil der Luft-/Wasser-Wärmepumpen auf 23 %, während Sole/Wasser-Wärmepumpen hier einen Anteil von 73 % ausmachen. Der nach wie vor geringe Anteil der geförderten Luft/Wasser-Wärmepumpen im Neubaubereich ist eine direkte Folge der Förderkriterien: während der vorgeschriebene Mindestwert der Jahresarbeitszahl von vielen Sole/Wasser-Wärmepumpen erreicht werden kann, ist es nur für sehr wenige Luft/Wasser-Wärmepumpen unter günstigsten Bedingungen möglich.

Der Gesamtabsatz an Wärmepumpen in Deutschland ist in den letzten drei Jahren deutlich gestiegen. Den größten Zuwachs erzielten im Jahr 2019 Luft/Wasser-Wärmepumpen mit einer Steigerung um 9 %. Damit machten Luft/Wasser-Wärmepumpen mit einem Marktanteil von 77 % weiterhin den Großteil des Wärmepumpen-Absatzes aus. Die Ursache für die deutlich andere Verteilung der Wärmepumpentypen unter den MAP geförderten Wärmepumpen gegenüber dessen Marktanteilen, wird in dem hohen Unterschied der Investitionszuschüsse gesehen.

2 Förderstatistik

Im ersten Teil dieses Kapitels erfolgt eine Auswertung der Gesamtheit aller vom BAFA im Förderjahr 2019 geförderten Anlagen. Neben der Bezifferung der Gesamtanlagenzahl und Gesamtleistung sowie der Förder- und Investitionssumme erfolgt eine Aufschlüsselung der Förderfälle nach unterschiedlichen Gesichtspunkten. Hierzu zählen die Unterteilung nach Wärmepumpentechnologien, die Verteilung nach Bundesländern und Wirtschaftszweigen, die Nutzung der Innovationsförderung, der Bonus-Förderung und des Zusatzbonus Heizungspaket nach dem Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE). Im zweiten Teil des Kapitels erfolgt eine Auswertung aller im Förderjahr 2019 im Rahmen des KfW-Programms Erneuerbare Energien, Programmteil Premium, geförderten Wärmepumpenanlagen.

2.1 BAFA-Teil

2.1.1 Gesamt-Anlagenanzahl, Anlagenleistung, Fördersummen, Investition

Das Förderjahr 2019 umfasst 20.509 Wärmepumpen. Hierbei wurden 7.534 Wärmepumpen im Gebäudebestand und 12.975 Anlagen im Neubau gefördert.

Tabelle A4 - 1: Übersicht über Anzahl der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen in BestandsgebäudenTabelle A4 - 1zeigt die Anzahl der mit BAFA-Förderung in Bestandsgebäuden errichteten Anlagen seit 2016. Im Vergleich zum Förderjahr 2018 wurden im Förderjahr 2019 deutlich mehr Anlagen gefördert. Während die Förderfälle bei Sole/Wasser-Wärmepumpen um nur 1 % zunahmen, verzeichneten Luft/Wasser-Wärmepumpen eine Zunahme um 40 %. Damit sank der Anteil der Sole/Wasser-Wärmpumpen an allen im Bestandsbereich geförderten Wärmepumpen von 57 % auf 51 % (siehe nähere Ausführungen in Kapitel 2.1.2). Diese Entwicklung bildet nicht die Marktstruktur ab: Gegenüber dem Vorjahr stieg der Absatz an Luft/Wasser-Wärmepumpen im Jahr 2019 um 9 %, während der Absatz von erdgekoppelten Systemen sank (-15 %). Der Marktanteil von Luft/Wasser-Wärmepumpen an allen verkauften elektrischen Heizungswärmepumpen im Jahr 2019 beläuft sich auf 77 %. Weiterführende Informationen zur Marktentwicklung sind in Kapitel 3.1 aufgeführt. Die genannten Verkaufszahlen geben den Gesamtmarkt unabhängig von dem Einsatzfall des Wärmepumpengerätes - Neubau oder Bestandsgebäude - wieder. Es ist anzunehmen, dass der geringere Installationsaufwand von Luft/Wasser-Wärmepumpen gegenüber erdgekoppelten Systemen im Bestandsgebäudebereich ein häufig ausschlaggebendes Argument bei der Wahl des Wärmepumpentyps ist, und daher der Anteil von Luft/Wasser-Wärmepumpen am Wärmepumpenabsatz für Bestandsgebäude ebenso hoch, wenn nicht sogar höher, liegt wie dessen Anteil am Gesamtwärmepumpenabsatz. Die Ursache für die deutlich andere Verteilung der Wärmepumpentypen unter den MAP geförderten Wärmepumpen gegenüber dessen Marktanteilen, wird in dem hohen Unterschied der Investitionszuschüsse gesehen. Der mittlere Förderbetrag bei Bestandsgebäuden– ohne Berücksichtigung von Boni – ist mit 5.068 € für Sole/Wasser-Wärmepumpen 2,7-mal höher als der von Luft/Wasser-Wärmepumpen (1.867 €). Dieser Unterschied ist zum einen auf die höheren Förderbeträge der Basis- bzw. Innovationsförderung zurückzuführen und zum anderen auf den höheren Anteil der Nutzung der Innovationsförderung (81 % versus 15%; siehe Kapitel 2.1.3.). Den höheren Fördergeldern für Sole/Wasser-Wärmepumpen stehen auch höhere Investitionskosten gegenüber.

Im Neubaubereich (Tabelle A4 - 2) stieg die Anzahl der Förderfälle gegenüber dem Vorjahr leicht an. Ähnlich wie im Gebäudebestand nahm die Anzahl der Förderfälle bei Luft/Wasser-Wärmepumpen signifikant (+82 %) zu, während die Anzahl bei Sole/Wasser-Wärmepumpen nahezu gleichblieb. Der Anteil der Luft-/Wasser-Wärmepumpen liegt jedoch weiterhin mit 23 % aller im Neubaubereich geförderter Wärmepumpen auf einem geringen Niveau. Weiterführende Erläuterungen zu dem Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen erfolgt in Kapitel 2.1.2.

Tabelle A4 - 1: Übersicht über Anzahl der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen in Bestandsgebäuden

Anlagenanzahl: Bestand								
	2016		**2017**		**2018**		**2019**	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	2.623	48 %	3.569	53 %	3.779	57 %	3.817	51 %
Luft/Wasser	2.257	41 %	2.433	36 %	2.165	33 %	3.035	40 %
Wasser/Wasser	493	9 %	615	9 %	576	9 %	588	8 %
Sonstige	123	2 %	148	2 %	136	2 %	94	1 %
Gesamt	**5.496**	**100 %**	**6.765**	**100 %**	**6.656**	**100 %**	**7.534**	**100 %**

Tabelle A4 - 2: Übersicht über Anzahl der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen im Neubau

Anlagenanzahl: Neubau								
	2016		**2017**		**2018**		**2019**	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	Relativ
Sole/Wasser	5.082	88 %	9.626	83 %	9.400	81 %	9.437	73 %
Luft/Wasser	326	6 %	1.263	11 %	1.649	14 %	2.995	23 %
Wasser/Wasser	264	5 %	519	4 %	453	4 %	442	3 %
Sonstige	102	1 %	226	2 %	157	1 %	101	1 %
Gesamt	**5.774**	**100 %**	**11.634**	**100 %**	**11.659**	**100 %**	**12.975**	**100 %**

Ebenso wie die Anzahl der Anlagen weisen die Kennzahlen der thermischen Gesamtleistung (Tabelle A4 - 3 und Tabelle A4 - 4), der Investitionen (Tabelle A4 - 5 und Tabelle A4 - 6) sowie der eingesetzten Fördermittel (Tabelle A4 - 7 und Tabelle A4 - 8) eine Erhöhung gegenüber dem Vorjahren auf. Im Förderjahr 2019 wurden im Bereich der Wärmepumpen im BAFA-Teil des MAP mit einem Fördervolumen von etwa 86,3 Mio. € (davon 34,7 Mio. € für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden und 51,6 Mio. € für Wärmepumpen in Neubauten) Investitionen in Höhe von 332,9 Mio. € (106,3 Mio. € für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden bzw. 226,6 Mio. € für Wärmepumpen in Neubauten) ausgelöst. Eine detaillierte Auswertung der Investitionskosten erfolgt in Kapitel 5.1.

Die ausgelösten Investitionen stiegen im Bestandsgebäudebereich mit +14 % in der gleichen Größenordnung wie die Anlagenzahlen (+13 %). Die installierte Heizleistung erhöhte sich mit +8 % etwas weniger. Diese Effekte sind auf den wachsenden Anteil von Luft/Wasser-Wärmepumpen zurückzuführen. Die installierten Luft/Wasser-Wärmepumpen weisen eine mittlere installierte Heizleistung von 7,7 kW und die Sole/Wasser-Wärmepumpen von 10,4 kW auf (Vorjahr 8,2 kW bzw. 10,3 kW). Das Fördervolumen im Gebäudebestand hat sich gegenüber dem Förderjahr 2018 um 7 % erhöht.

Im Neubaubereich fällt der Anstieg an Förderfällen (11 %) und der thermischen Gesamtleistung (8 %) ähnlich aus wie im Bestandgebäudebereich. Die mittlere installierte Leistung im Neubau ist mit 8,0 kW (Sole/Wasser-Wärmepumpe) und 5,7 kW (Luft/Wasser-Wärmepumpen) geringer als im Bestandgebäudebereich. Das ausgelöste Investitionsvolumen wurde um 4 % gegenüber dem Förderjahr gesteigert bei einem Anstieg des Fördervolumen um 5 %.

Die Förderquote von Luft/Wasser-Wärmepumpen liegt mit 14 % (Bestandsgebäudebereich) bzw. 11 % (Neubaubereich) deutlich niedriger als bei Sole/Wasser-Wärmepumpen (44 % im Bestandsgebäudebereich bzw. im Neubaubereich 26 %). Die Unterschiede der Förderquote zwischen den beiden Wärmepumpentypen sind zum einen auf die höheren Förderbeträge der Basis- bzw. Innovationsförderung bei Sole/Wasser-Wärmepumpen zurückzuführen und zum anderen auf den höheren Anteil der Nutzung der Innovationsförderung. Der Unterschied der Förderquote zwischen Bestandsgebäuden und Neubauten ergibt sich zum einen aufgrund der unterschiedlichen Förderbeträge. Zum anderen kommt hierbei zum Tragen, dass im Gebäudebestand neben dem Ersatz von vorhandenen Kesseln auch ein Wärmepumpentausch förderfähig ist (vgl. Kapitel 2.1.2). Bei Sole/Wasser-Wärmepumpen sind in diesen Fällen keine Investitionen für die Wärmequellenanlage erforderlich, da die vorhandene Anlage weiterhin genutzt werden kann. Die Förderquote fällt hierbei folglich deutlich höher aus als bei einer Neuinstallation.

Tabelle A4 - 3: Übersicht über die installierte Gesamtleistung der den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen in Bestandsgebäuden

Installierte Gesamtleistung in kW: Bestand								
	2016		**2017**		**2018**		**2019**	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	30.712	50 %	39.097	53 %	38.760	57 %	39.665	54 %
Luft/Wasser	20.912	34 %	21.700	30 %	17.651	26 %	23.245	32 %
Wasser/Wasser	8.049	13 %	10.052	14 %	9.418	14 %	9.098	12 %
Sonstige	1.672	3 %	2.240	3 %	2.315	3 %	1.277	2 %
Gesamt	**61.346**	**100 %**	**73.089**	**100 %**	**68.144**	**100 %**	**73.285**	**100 %**

Tabelle A4 - 4: Übersicht über die installierte Gesamtleistung der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen im Neubau

Installierte Gesamtleistung in kW: Neubau								
	2016		**2017**		**2018**		**2019**	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	43.528	86 %	79.698	82 %	74.712	81 %	75.719	76 %
Luft/Wasser	2.198	4 %	8.134	8 %	9.859	11 %	16.993	17 %
Wasser/Wasser	3.660	7 %	6.953	7 %	6.076	7 %	5.676	6 %
Sonstige	1.115	2 %	2.731	3 %	1.500	2 %	1.156	1 %
Gesamt	**50.501**	**100 %**	**97.517**	**100 %**	**92.147**	**100 %**	**99.544**	**100 %**

Tabelle A4 - 5: Übersicht über die Investitionen der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen in Bestandsgebäuden

Investitionen in T€: Bestand								
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	38.986	48 %	49.064	51 %	51.187	55 %	52.962	50 %
Luft/Wasser	33.684	41 %	34.709	36 %	31.219	34 %	43.667	41 %
Wasser/Wasser	7.228	9 %	9.083	10 %	8.345	9 %	8.343	8 %
Sonstige	1.877	2 %	2.706	3 %	2.217	2 %	1.335	1 %
Gesamt	**81.775**	**100 %**	**95.562**	**100 %**	**92.968**	**100 %**	**106.307**	**100 %**

Tabelle A4 - 6: Übersicht die Investitionen der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen im Neubau

Investitionen in T€: Neubau								
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	100.676	88 %	189.045	83 %	178.112	82 %	169.889	75 %
Luft/Wasser	5.721	5 %	22.128	10 %	27.670	13 %	46.993	21 %
Wasser/Wasser	5.354	5 %	11.084	5 %	9.558	4 %	8.060	4 %
Sonstige	2.038	2 %	4.307	2 %	2.839	1 %	1.692	1 %
Gesamt	**113.789**	**100 %**	**226.564**	**100 %**	**218.179**	**100 %**	**226.634**	**100 %**

Tabelle A4 - 7: Übersicht über das Fördervolumen der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen in Bestandsgebäuden

Fördervolumen in T€: Bestand								
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	14.878	66 %	22.218	70 %	23.834	73 %	24.065	69%
Luft/Wasser	4.419	20 %	5.156	16 %	4.524	14 %	6.628	19%
Wasser/Wasser	2.545	11 %	3.529	11 %	3.358	10 %	3.440	10%
Sonstige	696	3 %	917	3 %	841	3 %	589	2%
Gesamt	**22.539**	**100 %**	**31.821**	**100 %**	**32.558**	**100 %**	**34.723**	**100%**

Tabelle A4 - 8: Übersicht über das Fördervolumen der in den Jahren 2016 bis 2019 mit MAP-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen im Neubau

Fördervolumen in T€: Neubau								
	2016		2017		2018		2019	
	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
Sole/Wasser	23.073	91 %	44.198	89 %	43.601	89 %	43.927	85 %
Luft/Wasser	561	2 %	2.215	4 %	2.845	6 %	5.357	10 %
Wasser/Wasser	1.120	4 %	2.211	4 %	1.964	4 %	1.907	4 %
Sonstige	476	2 %	998	2 %	678	1 %	434	1 %
Gesamt	**25.230**	**100 %**	**49.622**	**100 %**	**49.088**	**100 %**	**51.625**	**100 %**

2.1.2 Wärmepumpentechnologie

In Abbildung A4 - 1 ist die Verteilung der Wärmepumpentypen, die im Gebäudebestand und im Neubau gefördert wurden, dargestellt. So lag der Anteil der elektrisch angetriebenen Luft/Wasser-Wärmepumpen im Gebäudebestandsbereich im Förderjahr 2019 bei 40 % (Vorjahr 33 %). Hierbei kommen zu einem überwiegenden Anteil (93 %) leistungsgeregelte Wärmepumpen (oder fixed-speed Wärmepumpen mit monovalenter Auslegung) zum Einsatz. Damit hat sich der Trend der letzten Jahre zu leistungsgeregelten Geräten bei Luft/Wasser-Wärmepumpen weiter fortgesetzt. Erläuterung zur Einteilung der Wärmepumpen: In der BAFA-Förderung gibt es für Luft/Wasser-Wärmepumpen eine unterschiedliche Förderung für leistungsgeregelte Wärmepumpen oder monovalent ausgelegte Wärmepumpen auf der einen Seite und alle übrigen Wärmepumpen auf der anderen Seite. Im Förderjahr 2019 waren in den Stichproben in der Gruppe der leistungsgeregelten bzw. monovalenten Wärmepumpenanlagen 89 % invertergeregelte, 7 % zweistufige und 4 % fixed-speed Wärmepumpengeräte. Verkürzt wird in diesem Bericht diese Gruppe nur als leistungsgeregelte Wärmepumpen bezeichnet. Es ist nicht bekannt, zu welchen Anteilen sich die Förderfälle der Luft/Wasser-Wärmepumpen im Gebäudebestand auf einen Wärmepumpentausch und auf einen Systemwechsel (Ersatz Gas/Ö-Kessel oder anderer Wärmeerzeuger) verteilen.

Der Anteil der elektrisch angetriebenen Sole/Wasser-Wärmepumpen im Gebäudebestand belief sich auf 51 % (Vorjahr 57 %). Im Gegensatz zum Neubaubereich ermöglichen die verfügbaren Stammdaten aller Förderfälle keine Angabe zu der Verteilung der eingesetzten Wärmequellenanlagen (Erdwärmesonden, Erdwärmekollektor, u.a.). Unter Hinzunahme der Stichprobenauswertung (vgl. Kapitel ...) lassen sich folgende Einschätzungen ableiten. Die geförderten Sole/Wasser-Wärmepumpen im Gebäudebestand umfassen folgende Anlagen:

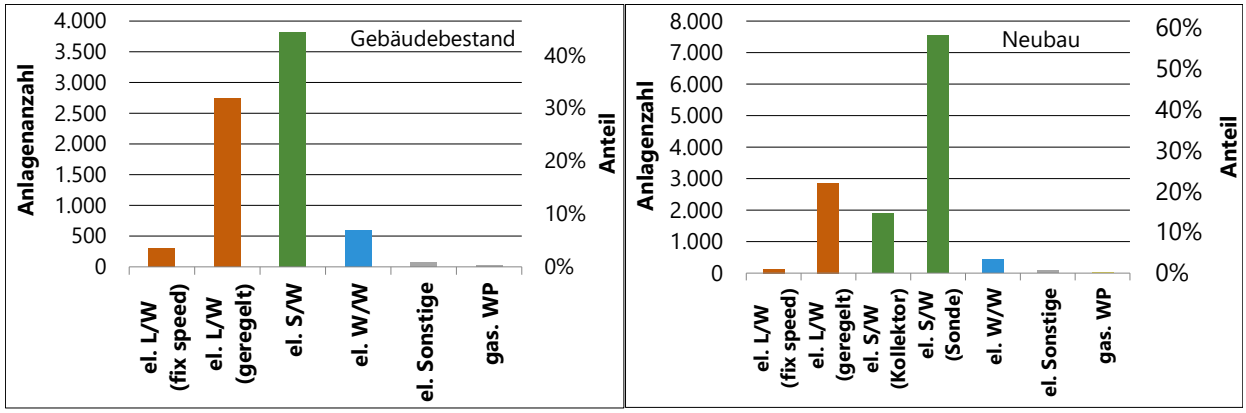
- In rund 20% der Förderfälle ersetzt eine neu installierte Wärmepumpenanlage mit Erdwärmesondenanlage ein anderes Heizungssystem.
- In rund 10% der Förderfälle ersetzt eine neu installierte Wärmepumpenanlage mit Erdwärmekollektoren ein anderes Heizungssystem.
- In rund 70 % der Förderfälle wird das Wärmepumpengerät einer vorhandenen Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen ersetzt (Wärmequellenanlage unbekannt)

Der Anteil der Wasser/Wasser-Wärmepumpen im Gebäudebestand beläuft sich auf 8 % (Vorjahr 9 %). Es ist nicht bekannt, zu welchen Anteilen sich die Förderfälle auf einen Wärmepumpentausch und auf einen Systemwechsel (Ersatz Kessel oder anderer Wärmeerzeuger) verteilen.

Die übrigen elektrisch angetriebenen Wärmepumpentypen hatten, ebenso wie die gasbetriebenen Wärmepumpen, wie auch im Vorjahr einen sehr geringen Anteil (1,0 % (77 Förderfälle) bzw. 0,2 % (17 Förderfälle); Vorjahr: 101 bzw. 35 Förderfälle).

Im Neubaubereich wurden im Förderjahr 2019 zu 73 % elektrisch angetriebene Sole/Wasser-Wärmepumpen gefördert (Vorjahr 81 %) und zu 23 % Luft/Wasser-Wärmepumpen (Vorjahr 14 %). Der geringe Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen ist eine direkte Folge der Förderkriterien, die für die beiden unterschiedlichen Wärmequellenarten mit 4,5 die gleiche Mindest-JAZ (berechnet nach VDI 4650-1) als Förderkriterium vorgeben. Während dies von vielen Sole/Wasser-Wärmepumpen erreicht werden kann, ist es nur für sehr wenige Luft/Wasser-Wärmepumpen unter günstigsten Bedingungen möglich. Bei Sole/Wasser-Wärmepumpen werden im Neubau weiterhin deutlich häufiger Systeme mit Erdwärmesonden (80 %) als mit Erdkollektoren, o.a. oberflächennahen Systemen, gefördert. Der Anteil von Wasser/Wasser-

Wärmepumpen liegt im Neubau bei 3 % (Vorjahr 4 %). Die übrigen elektrisch angetriebenen Wärmepumpentypen hatten, ebenso wie die gasbetriebenen Wärmepumpen, wie im Vorjahr einen sehr geringen Anteil (1,1 % (131 Förderfälle) bzw. 0,2 % (26 Förderfälle); Vorjahr: 149 bzw. 77 Förderfälle).



Legende: L/W: Luft/Wasser-Wärmepumpe; S/W: Sole/Wasser-Wärmepumpe; W/W: Wasser/Wasser-Wärmepumpen

Abbildung A4 - 1: Anzahl der BAFA geförderten Wärmepumpen, für die im Jahr 2019 die Auszahlung der Fördergelder erfolgte

2.1.3 Innovationsförderung

Abbildung A4 - 2 zeigt die Verteilung der mit BAFA-Förderung errichteten Wärmepumpenanlagen nach Art der Förderung (Basis bzw. Innovation) und dem Gebäudetyp.

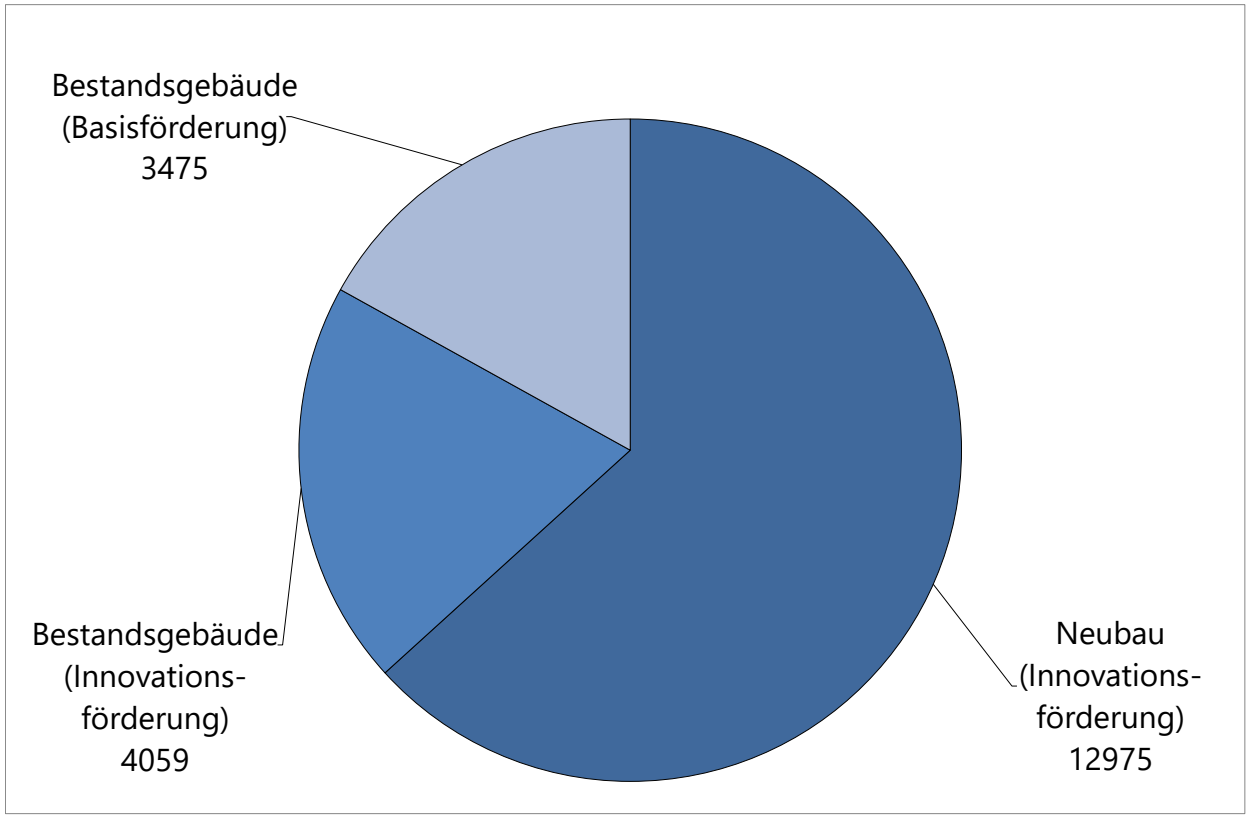


Abbildung A4 - 2: Verteilung der Wärmepumpen mit BAFA-Förderung im Förderjahr 2019 nach Gebäudeart und Förderart (Basis-/Innovationsförderung)

Die im Förderjahr 2019 geförderten Wärmepumpen verteilten sich nahezu im gleichen Verhältnis wie im Vorjahr auf Neubau (63 %) und Gebäudebestand (37 %). Wärmepumpen im Neubau können nur gefördert werden, wenn diese die Kriterien der Innovationsförderung erfüllen. Das Hauptkriterium der Innovationsförderung ist die (berechnete) Effizienz der Anlage: eine nach VDI 4650 berechnete JAZ von mindestens 4,5 für elektrisch angetriebene Wärmepumpen sowie von mindestens 1,5 für gasbetriebene Wärmepumpen oder die Umsetzung eines als förderfähig definierten innovativen Anlagenkonzeptes, verbunden mit dem Nachweis (Simulationsrechnung) einer hohen Systemeffizienz.

Im Bestandsgebäudebereich lag die nach VDI 4650 berechnete JAZ bei 65 % der Anlagen (70 % im Vorjahr) über der Mindestanforderung für die Innovationsförderung. Jedoch wurden – wie auch im Vorjahr - nur bei gut vier Fünftel dieser Anlagen auch eine Innovationsförderung veranlasst. Damit liegt der Anteil der Anlagen mit Innovationsförderung im Gebäudebestand wie schon im Vorjahr über dem der Basisförderung (54 %, Vorjahr: 58 %).

Zur Erläuterung zeigt Abbildung A4 - 3 die Verteilung der JAZ der im Gebäudebestand geförderten Anlagen, getrennt für die unterschiedlichen Wärmepumpentypen bzw. Wärmequellen. Während die berechnete JAZ bei Luft/Wasser-Wärmepumpen nur bei 22 % (17 % im Vorjahr) der Anlagen einen Wert von 4,5 oder höher erreichte, liegt dieser Anteil bei Sole/Wasser-Wärmepumpen bei 96 % (96 % im Vorjahr). Für Wasser/Wasser-Wärmepumpen beträgt dieser Anteil 92 % (90 % im Vorjahr). Neben der anteiligen Verteilung der JAZ ist in Abbildung A4 - 3 auch abgebildet, für welchen Anteil jeweils eine Innovationsförderung erfolgte.

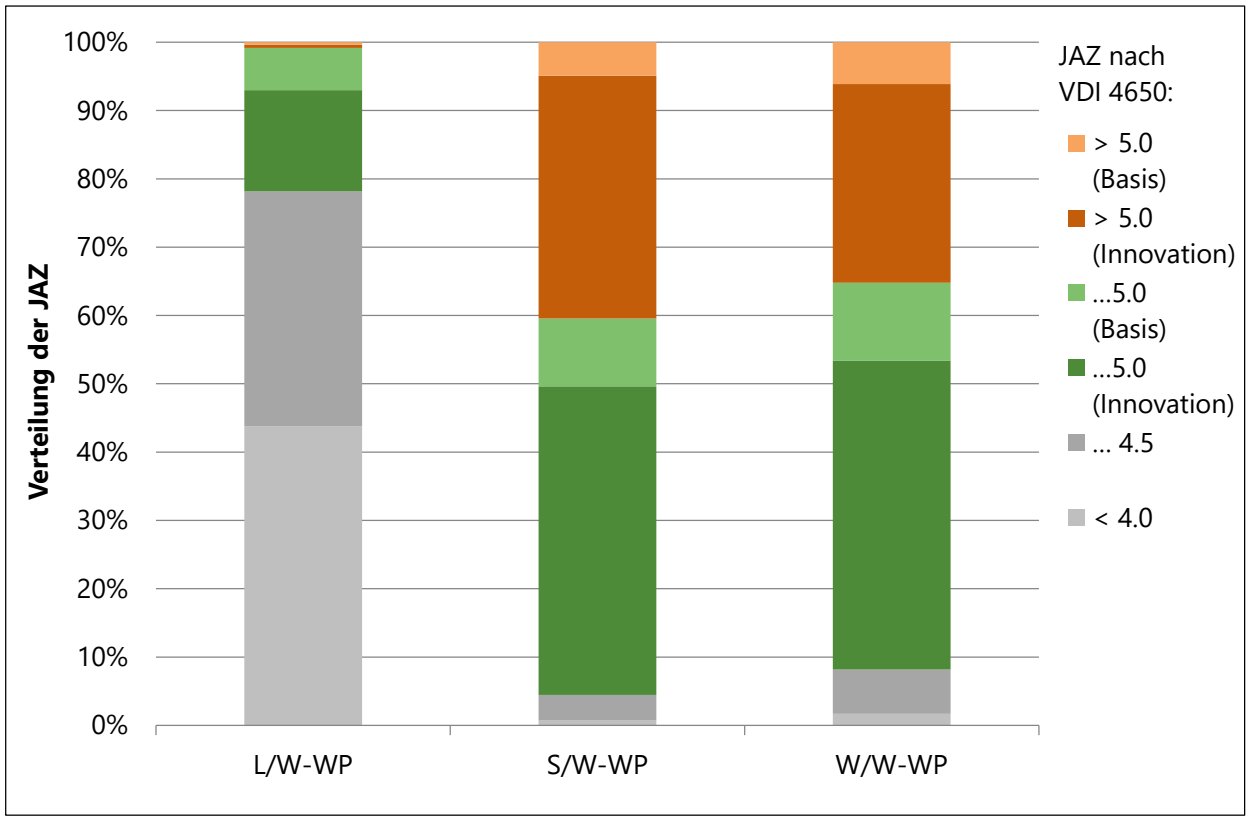


Abbildung A4 - 3: Verteilung der JAZ (VDI 4650) im Gebäudebestand im Förderjahr 2019 inkl. Unterscheidung zwischen Basis- und Innovationsförderung

2.1.4 Regionale Verteilung

Im Bereich der Bestandsgebäude liegt der Schwerpunkt der Wärmepumpenförderung wie in den Vorjahren in den einwohnerstarken Bundesländern Bayern, Nordrhein-Westfalen sowie Baden-Württemberg (Abbildung A4 - 4). In diesen drei Bundesländern wurden im Förderjahr 2019 mit 20 %, 19 % bzw. 17 % mehr als die Hälfte aller im Gebäudebestand geförderten Wärmepumpen installiert. Bezogen auf die Einwohnerzahl wurden in Brandenburg, Sachsen und Rheinland-Pfalz zwischen 109 % und 48 % mehr Anlagen als im Durchschnitt gefördert. Die geringsten einwohnerbezogenen Wärmepumpen-Förderungen waren in den Stadtstaaten zu verzeichnen; mit jeweils maximal 16 % des Durchschnitts.

In Bezug auf die im Gebäudebestand geförderten Wärmequellenarten[1] zeigen sich deutliche regionale Unterschiede. Brandenburg, Sachsen und Berlin weisen mit 82 %, 77 %, bzw. 74 % den deutlich höchsten Anteil an Sole/Wasser-Wärmepumpen auf. Zum Vergleich: Bezogen auf ganz Deutschland liegt der Anteil bei 51 %. Demgegenüber ist im Saarland, Baden-Württemberg und Hessen der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen mit 70 %, 63 % bzw. 60 % am höchsten. Der Anteil bezogen auf ganz Deutschland beträgt 40 %. Hinsichtlich der Nutzung von Wasser/Wasser-Wärmepumpen ist Bayern mit einem Anteil von 24 % an den in diesem Bundesland geförderten Anlagen im Gebäudebestand weiterhin führend. Deutschlandweit betrachtet liegt der Anteil der Wasser/Wasser-Wärmepumpen nur bei 8 %.

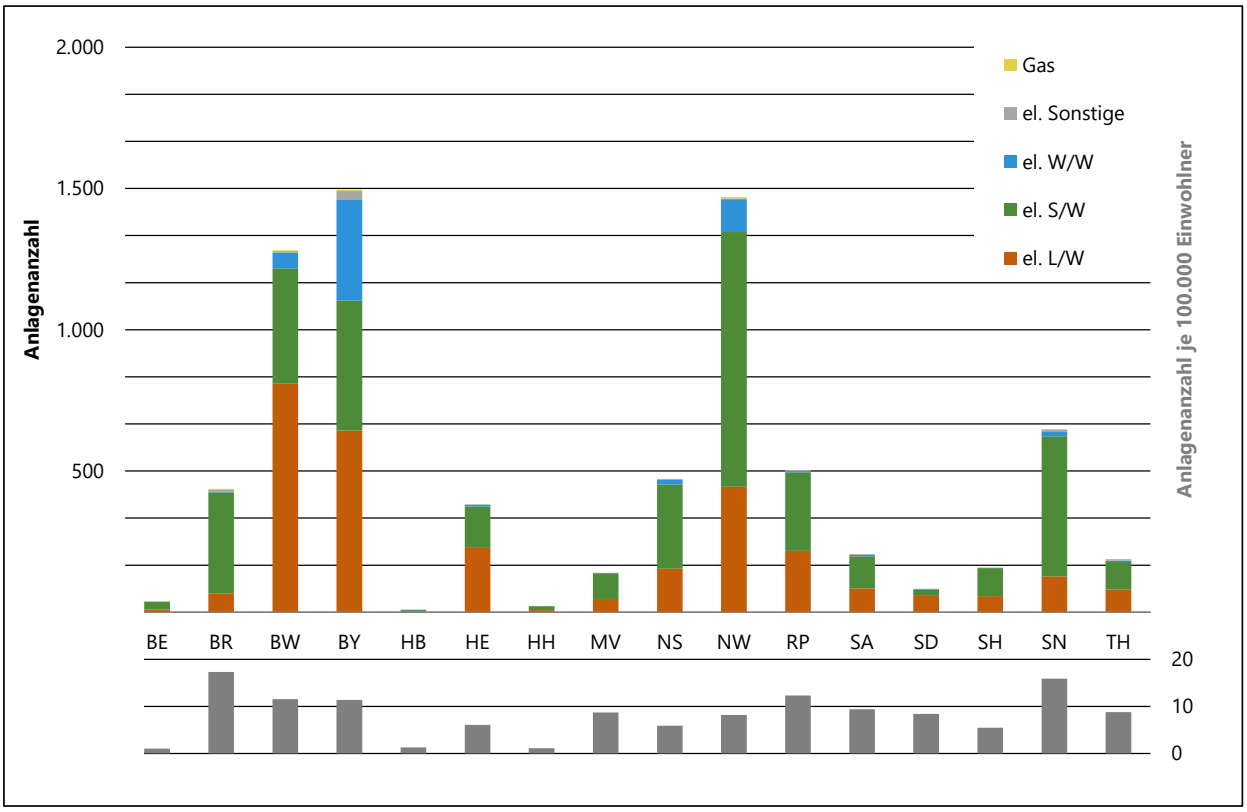


Abbildung A4 - 4: Regionale Verteilung der Wärmepumpen mit BAFA-Förderung im Förderjahr 2019 im Gebäudebestand (Basis- und Innovationsförderung)

Im Neubaubereich (Abbildung A4 - 5) zeigt sich – wie im Vorjahr - eine etwas andere regionale Verteilung der geförderten Anlagen. Die mit Abstand größte Anzahl geförderter Anlagen lag mit 28 % in Nordrhein-

[1] Hinweis: Bei der Wärmequelle Außenluft wurden fix-speed und leistungsgeregelte Anlagen zusammengefasst. Bei der Wärmequelle Sole wurden die Anlagen mit Erdwärmesonde und die Anlagen mit Erdkollektoren bzw. anderen Erschließungstypen zusammengefasst.

Westfalen gefolgt von Bayern mit 16 %, während in Baden-Württemberg nur 8 % der geförderten Anlagen errichtet wurden. Bezogen auf die Einwohnerzahl weisen Brandenburg und Schleswig-Holstein mit 105 % bzw. 101 % mehr Anlagen als im Durchschnitt die höchste Quote auf. Die geringsten einwohnerbezogenen Förderzahlen weisen auch hier die Stadtstaaten Berlin und Bremen auf, mit jeweils weniger als 20 % des Durchschnitts. Wie zuvor erläutert, wird im Neubaubereich nur bei 23 % der geförderten Anlagen Außenluft als Wärmequelle verwendet. Im Saarland, in Hessen, in Bayern und in Baden-Württemberg liegt deren Anteil mit 68 %, 55 %, 41 % und 39 % am höchsten. Das einzige Bundesland mit einem relevanten Anteil von geförderten Wasser/Wasser-Wärmepumpen ist weiterhin Bayern mit 17 %.

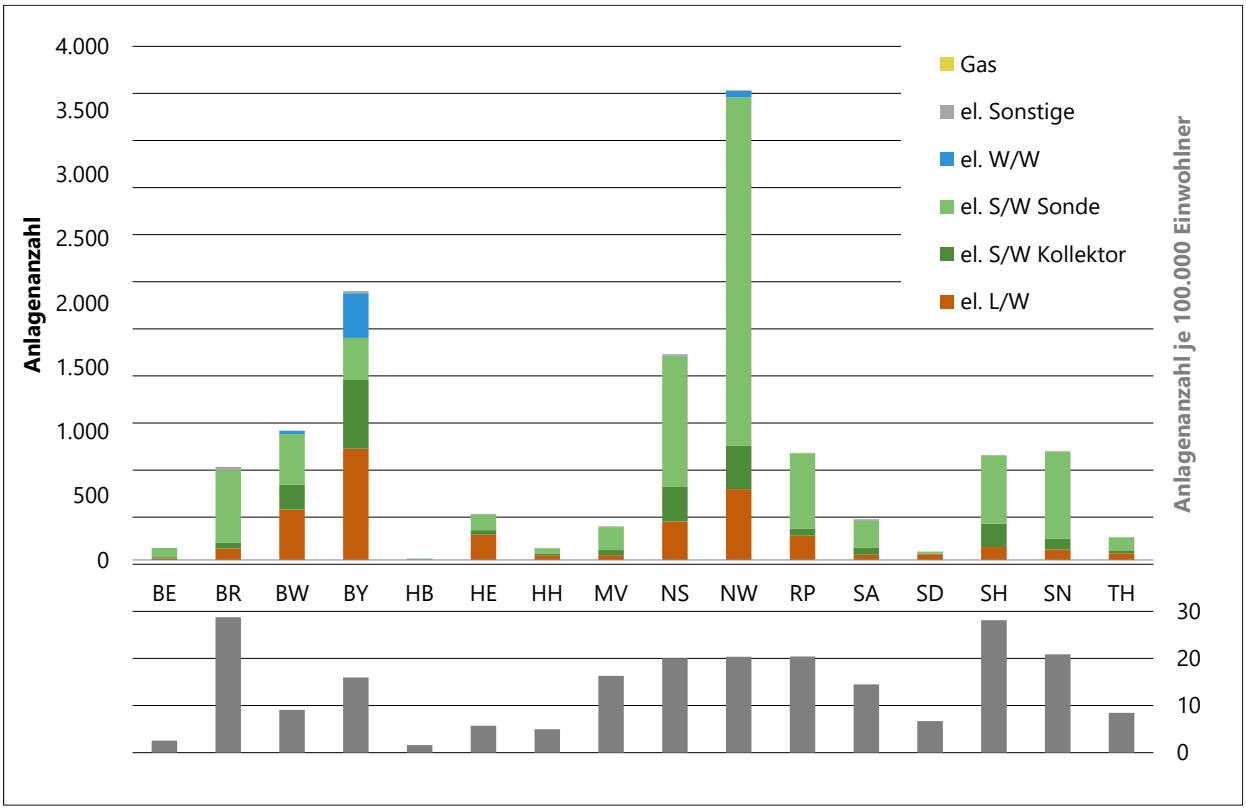


Abbildung A4 - 5: Regionale Verteilung der Wärmepumpen mit BAFA-Förderung im Förderjahr 2019 im Neubau (Innovationsförderung)

2.1.5 Bonusförderung

In Tabelle A4 - 9 wird die Inanspruchnahme der Zusatzförderung quantifiziert. Die Auswertung erfolgt zusammenfassend für Innovations- und Basisförderung sowie Neubau und Bestandsgebäude.

Einen Kombinationsbonus, der bei gleichzeitiger Installation einer Solaranlage gewährt wird, nahmen 1 % der Fördernehmer in Anspruch. In den Vorjahren lag der Anteil in der gleichen Größenordnung (2018 mit <1 % sowie 2017 mit 2 %). Die weiteren Kombinations-Boni (PVT, Biomasse, Wärmenetz) wurden sowohl im Neubau als auch im Gebäudebestand nach wie vor bei jeweils weniger als 1 % der Anlagen ausgezahlt.

Der Lastmanagement-Bonus, der ein Mindest-Speichervolumen von 30 Liter/kW sowie eine SG-Ready-Schnittstelle an der Wärmepumpe voraussetzt, wurde von 46 % der Anlagen in Anspruch genommen. Der Gebäudeeffizienzbonus, der beim Einbau der Anlage in Bestandsgebäude mit besonders geringem Wärmebedarf gewährt wird, wurde – wie im Vorjahr – bei 1 % der installierten Wärmepumpen ausbezahlt.

Tabelle A4 - 9: Übersicht über die Anzahl der ausgezahlten Zusatzförderung im Förderjahr 2019

	Anzahl geförderter Maßnahmen		Bonusbetrag	
	absolut	**relativ[1]**	**[T€]**	**relativ[2]**
alle Anträge des Förderjahres 2019	20.509	100%	-	-
Summe	-	-	7.647,6	100%
Gebäudeeffizienzbonus	183	0,9%	485,4	6,3%
Optimierungsbonus	2.024	9,9%	712,3	9,3%
Kombi-Bonus SO	239	1,2%	119,5	1,6%
Kombi-Bonus BM	89	0,4%	44,5	0,6%
Kombi-Bonus WN	35	0,2%	17,5	0,2%
Kombi-Bonus PVT	73	0,4%	37,0	0,5%
Bonus Lastmanagement	9.434	46,0%	4.717,0	61,7%
Heizungspaketbonus	1.165	5,7%	1.514,3	19,8%

[1] Bezogen auf alle Anträge des Förderjahres

[2] Bezogen auf die Gesamtsumme aller Bonusbeträge

Seit der Einführung des APEE-Heizungspaketbonus zum 1. Januar 2016 gibt es zwei unterschiedliche, nicht miteinander kombinierbare Fördermöglichkeiten für Optimierungsmaßnahmen im Heizungssystem. Der Optimierungsbonus, mit dem Einzelmaßnahmen zur energetischen Optimierung der Heizungsanlage und der Warmwasserbereitung im Zuge des Wärmepumpeneinbaus in Bestandsgebäuden gefördert werden, wurde – wie im Vorjahr – von 10 % der Fördernehmer in Anspruch genommen. Auch die Inanspruchnahme des APEE-Heizungspaketbonus blieb mit einer Quote von 6 % der Fördernehmer auf einem ähnlichen Niveau (Vorjahr 5 %). Der Zuschuss dieses Bonus setzt sich aus dem anlagenspezifischen Anteil von 20 % des bewilligten Förderbetrages (exklusive der Kombinationsboni) und einem fixen Anteil von 600 € zusammen. Die ausgezahlten Fördergelder des APEE-Heizungspaketbonus lagen damit überwiegend (96 %) im Bereich zwischen 500 € und 2.500 €.

2.1.6 Verteilung nach Wirtschaftszweigen

Im Gebäudebestand wurden die BAFA-geförderten Wärmepumpen wie in den Vorjahren fast ausschließlich in privaten Haushalten errichtet (97 %). Auch im Neubaubereich wurde die Förderung weiterhin überwiegend von privaten Haushalten in Anspruch genommen (89 %). Die übrigen geförderten Anlagen entfielen weitestgehend auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (2 % im Gebäudebestand bzw. 9 % im Neubau).

Während im privaten Sektor die Hälfte der Anlagen im Gebäudebestand eine thermische Leistung zwischen 6 kW und 11 kW aufweisen (und je ein Viertel geringere bzw. größere Leistungen), dehnt sich diese Spanne im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) mit einem Bereich von 8 kW und 22 kW in den größeren Leistungsbereich aus. Im Neubau werden häufig kleinere Wärmepumpen eingebaut; die Leistungsspanne der mittleren 50 % der Anlagen liegt zwischen 5 kW und 9 kW im privaten Bereich bzw. 5 kW und 13 kW im GHD-Sektor.

2.2 KfW-Teil

Die Nachfrage nach einer Förderung für Wärmepumpen im Rahmen des KfW-Programms Erneuerbare Energien, Programmteil Premium, ist nach wie vor gering. Im Förderjahr 2019 erfolgte für vier

Wärmepumpenanlagen die Wertstellung des Tilgungszuschusses, in den vier Vorjahren wurden jährlich zwischen zehn Anlagen (2015) und einer Anlage (2018) gefördert. Im Förderjahr 2016 lag die Anzahl bei zwei Anlagen, 2017 bei vier Anlagen.

Tabelle A4 - 10 zeigt die insgesamt installierte Leistung, die Investitionen, das zugesagte Darlehensvolumen und die gewährten Zuschüsse sowie die Angabe der Rechtsform und der Bundesländer.

Bei drei der im Jahr 2019 geförderten Anlagen handelt es sich um elektrisch angetriebene Sole/Wasser-Wärmepumpen mit Heizleistungen zwischen 101 kW und 150 kW. Bei zwei dieser Anlagen wurde die gesamte Wärmeerzeugungsanlage (Erdwärmesonden und Wärmepumpe) neu installiert und die Nettoinvestitionssumme beläuft sich auf 218 T€ bzw. 250 T€. Bei der dritten Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage handelt es sich um einen Austausch einer bestehenden Sole/Wasser-Wärmepumpe. Somit wurde im Zuge dieses Vorhabens keine Erdwärmesondenanlage installiert und die Nettoinvestitionssumme fällt entsprechend mit 73 T€ deutlich niedriger aus. Diese Anlage besteht aus zwei kaskadiert geschalteten Wärmepumpengeräten mit je 75 kW Heizleistung. Sie versorgt in einem kleinen Nahwärmenetz zwei Achtfamilien- und weitere 30 Einfamilienhäuser. Die Anwendungsfälle der zuvor genannten Anlagen sind nicht bekannt.

Bei der vierten im Jahr 2019 geförderten Anlage handelt es sich um eine gasbetriebene Wärmepumpe mit einer Heizleistung von 5 MW und einer Nettoinvestitionssumme von 941 T€. Diese Absorptionswärmepumpe wird in einem Fernwärmenetz zur Mittellastabdeckung verwendet und nutzt den Rücklauf der bestehenden Geothermieanlage als Wärmequelle. Bei einer Messung im ersten Betriebsjahr durch das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) erreichte die Absorptionswärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von 1,7.

Tabelle A4 - 10: Übersicht der von der KfW geförderten Wärmepumpen

	2015	2016	2017	2018	2019
Anzahl wertgestellter Anlagen	10	2	4	1	4
Installierte Heizleistung kW_{th}	1.607	276	1.355	181	5.362
Nettoinvestition in T€	1.484	248	1.197	80	1.482
Kreditvolumen in T€	1.480	248	1.117	57	1.463
Tilgungszuschuss in T€	130	23	105	16	84
Bundesländer	BW(5), BY(3), HH(1), SA(1)	HE, BY	BW (2), HE (1), NW (1)	BY	BW (1), BY (1), NW (2)
Rechtsform (Notiz: EF Einzelfirma, VE_KG: Verwaltungseinheit auf Kreis- und Gemeindeebene)	eG(2), e.K.(1), e.V.(1), EF(2), GmbH(2), GbR(2)	e.K., VE_KG	GbR (1), GmbH (2), oHG (1)	EF	GbR (2), GmbH (2)

Aufgrund der sehr geringen Fallzahl im KfW-Teil der Förderung beziehen sich die im Folgenden ausgeführten Evaluationsergebnisse hinsichtlich Marktentwicklung, technologischem Standard und Innovation sowie Anlagenwirtschaftlichkeit ausschließlich auf den BAFA-Teil der MAP-Förderung.

3 Marktentwicklung

In diesem Kapitel wird die Entwicklung des Wärmepumpenmarktes seit dem Jahr 2010 beschrieben. Hierbei wird der Marktanteil der Wärmepumpen am Absatz aller Wärmeerzeuger getrennt für Ein-/Zweifamilienhäuser und für Mehrfamilienhäuser dargestellt. Die Marktstruktur wird einerseits im Hinblick auf die unterschiedliche Entwicklung der Absatzzahlen von Luft/Wasser-Wärmepumpen und andererseits von erdreichgekoppelten Wärmepumpen vorgestellt. Ergänzend gibt das Kapitel einen Einblick in die Aufteilung des Wärmepumpenmarktes hinsichtlich der Hersteller bzw. Anbieter von im Förderjahr 2019 geförderten Wärmepumpenanlagen.

3.1 Wachstum der Märkte

Laut Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie (BDH) waren 2019 insgesamt rund 1,0 Mio. Wärmepumpen in Deutschland installiert. Wärmepumpen haben somit einen Anteil von etwa 5 % an einem Bestand von 21,2 Mio. zentralen Wärmeerzeugern (BDH 2020a). Die Bestandszahl bezieht sich auf Anlagen, die der ausschließlichen und teilweisen Räumwärmeerzeugung (in Kombination mit Trinkwassererwärmung) in allen Gebäudearten, d.h. auch in Nichtwohngebäuden, dienen.

In Abbildung A4 - 6 ist der jährliche Absatz von Heizungswärmepumpen (absolut und relativ bzgl. des Absatzes aller Wärmeerzeuger) seit dem Jahr 2010 dargestellt (BWP 2020). Nach einem leichten Rückgang von 2013 bis 2015 ist der Absatz in den letzten vier Jahren deutlich gestiegen und liegt im Jahr 2019 mit 86.000 Wärmepumpen 2 % über dem Absatz des Vorjahres. Einen Zuwachs erzielten Luft/Wasser-Wärmepumpen – wie im Vorjahr - mit einer Steigerung um rund 10 %. Erdgekoppelte Systeme (Sole/Wasser-Wärmepumpen und Wasser/Wasser-Wärmepumpen) verzeichneten hingegen einen Rückgang um 15 %. Im Vorjahr lag bei diesem Wärmepumpentyp noch ein leichter Anstieg der Absatzzahlen um 2 % vor. Damit machen Luft/Wasser-Wärmepumpen weiterhin den Großteil des Wärmepumpen-Absatzes aus und konnten ihren Marktanteil von 72 % im Jahr 2018 auf 77 % im Jahr 2019 weiter erhöhen.

Der Anteil der Wärmepumpen am Gesamtabsatz der Wärmeerzeuger ist nach wie vor gering: So machten Wärmepumpen 2019 nur 11,5 % (2018 11,5 %) aller 748.000 (732.000) verkauften Wärmeerzeuger aus (BDH 2020b). Im Neubaubereich ist der Marktanteil von Wärmepumpen weiterhin deutlich höher als im Sanierungsbereich. So wurde bei den Baufertigstellungen von Ein- und Zweifamilienhäusern im Jahr 2019 für 46 % (2018 44 %) der Gebäude eine Wärmepumpe als primärer Wärmeerzeuger angegeben (StatBA 2020). In Mehrfamilienhäusern liegt der Anteil wie in den Vorjahren mit 28 % (26 %) nur bei ungefähr der Hälfte (StatBA 2020). Trotz des relativ hohen Anteils im Neubau werden im Jahr 2019 lediglich 2,4 % aller Wohnungen in Deutschland primär durch Wärmepumpen beheizt (BDEW 2021).

Das Potenzial – insbesondere im Gebäudebestand – ist noch lange nicht ausgeschöpft. Es zeichnet sich ab, dass ein Flaschenhals für die stärkere Verbreitung von Wärmepumpen, nicht die Technologie selbst, sondern die Verfügbarkeit von Fachkräften ist. Die Lösung dieses Problems ist vielschichtig. Es ist u.a. sehr wichtig, die richtigen Qualifizierungsmaßnahmen zu ergreifen, sei es in der Ausbildung oder in der beruflichen Weiterbildung. Ein weiteres Hindernis ist die Kostenstruktur der Endenergieträger. Der Preis für den Strom zum Betrieb der Wärmepumpe ist knapp viermal so hoch wie der Preis von Heizöl und Erdgas. Heizöl und Erdgas sind in Deutschland derzeit steuerlich geringer belastet als Strom. Mit der seit Januar 2021 geltenden CO_2-Bepreisung, die zu einer schrittweisen Steigerung der Gas- bzw. Heizölkosten führt,

wird sich dies ändern. Zudem ist aufgrund politischer Willenserklärungen vieler Akteure von einer deutlichen Senkung der EEG-Umlage in nächsten Jahren auszugehen. Damit werden Wärmepumpenanlagen wirtschaftlich immer attraktiver. (Miara 2021)

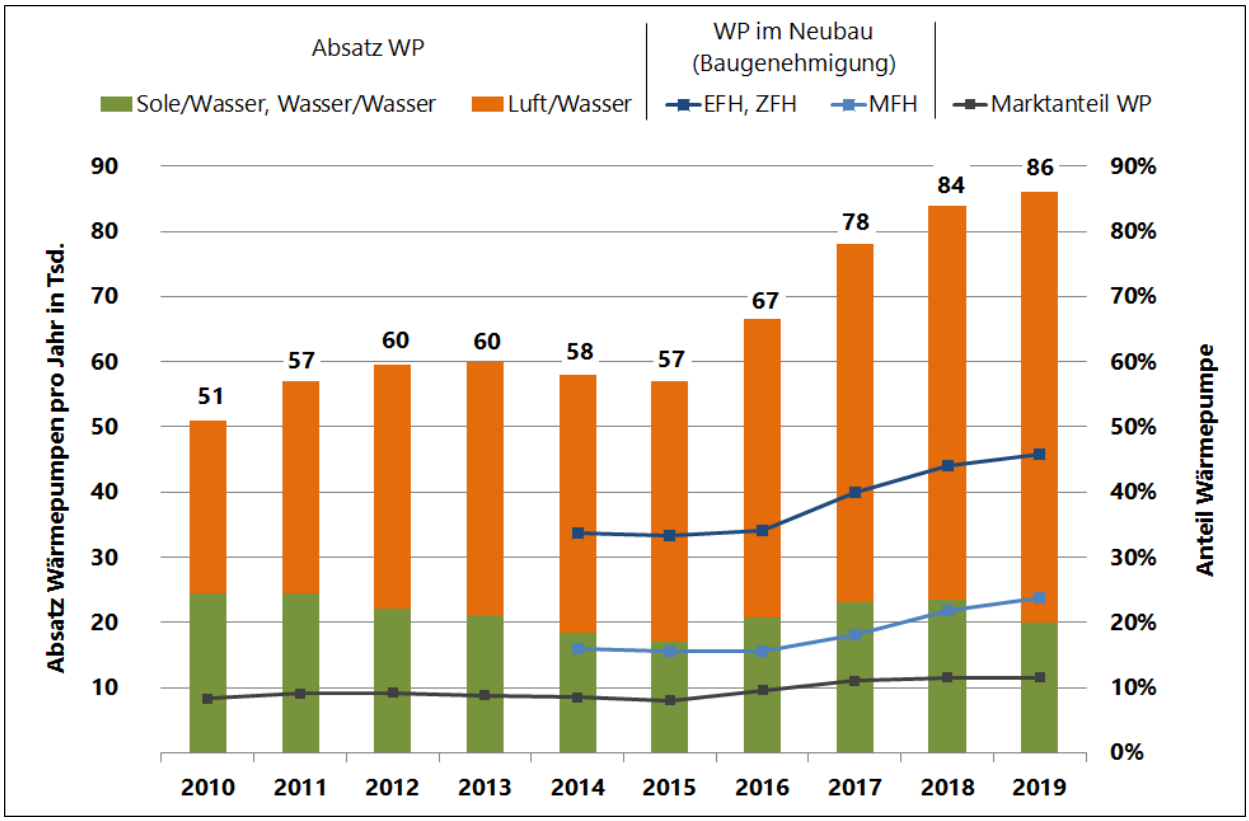


Abbildung A4 - 6: Entwicklung der Absatzzahlen und Anteile der Wärmepumpen als primärer Wärmeerzeuger im Neubau von Wohngebäuden (BWP (2020), StatBA (2020), BDH (2020b))

Warmwasser-Wärmepumpen, also Wärmepumpen, die ausschließlich zur Erwärmung von Trinkwasser genutzt werden, werden von der BAFA nicht gefördert. In der Abbildung und den bisher genannten Zahlen sind Warmwasser-Wärmepumpen daher nicht enthalten. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass deren Absatz im Jahr 2019 mit 16.000 verkauften Geräten um 7 % gegenüber dem Vorjahr gewachsen (BWP 2020) ist.

3.2 Marktstruktur

Der Wärmepumpenmarkt in Deutschland hat sich in den letzten Jahren nicht wesentlich strukturell geändert. Laut Liste der förderfähigen Wärmepumpen, die von der BAFA herausgegeben und kontinuierlich aktualisiert wird, konnten im MAP im Jahr 2019 Wärmepumpen von 146 Anbietern erworben werden (BAFA 2019). Die Anzahl der Anbieter ist größer als die Anzahl der Hersteller, da zum einen einige Hersteller ihre Geräte unter mehreren Marken vertreiben und zum anderen Wärmepumpen auch von Anbietern vertrieben werden, die keine eigene Wärmepumpenentwicklung und -produktion haben. Vor diesem Hintergrund ist auch die Anzahl der aufgeführten Wärmepumpengeräte zu sehen. In der Liste werden 1.598 Luft/Wasser-Wärmepumpengeräte sowie 1.232 Sole/Wasser-Wärmepumpengeräte geführt. Nach einer groben Bereinigung von mehrfach aufgeführten Geräten[2] (Vertrieb durch mehrere Anbieter; bzw. Geräte, die sich

[2] Geräte, die identische Leistungs- und COP-Angaben aufweisen, wurden als identisch angesehen. Hierbei sind einige fehlerhafte Ausweisungen nicht auszuschließen. Dieser Anteil wird jedoch als sehr gering erachtet.

nur in Regelungsfunktionen unterscheiden) umfasst die Liste rund 821 unterschiedliche Luft/Wasser-Wärmepumpengeräte und rund 642 unterschiedliche Sole/Wasser-Wärmepumpengeräte. Es ist zu beachten, dass in der Liste auch Geräte aufgeführt sind, die von den Anbietern in den letzten Jahren vom Markt genommen wurden. Um wie viele Geräte es sich hierbei handelt, ist den Autoren nicht bekannt. Unter den Luft/Wasser-Wärmepumpen sind fast zwei Drittel der Anlagen leistungsgeregelte Geräte; unter den Sole/Wasser-Wärmepumpen sind dies gut ein Fünftel.

Der Schwerpunkt der angebotenen Wärmepumpengeräte liegt weiterhin im kleinen Leistungsbereich: 92 % der gelisteten Luft/Wasser-Wärmepumpengeräte bzw. 71 % der Sole/Wasser-Wärmepumpen haben eine Heizleistung unter 20 kW. Diese Angabe bezieht sich auf eine Auswertung, die um scheinbare Mehrfachnennungen bereinigt ist.

Abbildung A4 - 7 (Luft/Wasser-Wärmepumpen) und Abbildung A4 - 8 (Sole/Wasser-Wärmepumpen) zeigen die Marktanteile der einzelnen Hersteller bzw. Anbieter für die im Rahmen des MAP im Förderjahr 2019 geförderten Wärmepumpen. Im Bereich von Luft/Wasser-Wärmepumpen haben die zehn am meisten vertretenen Hersteller (inkl. ihrer jeweiligen Marken; jedoch ohne Geräte, die über andere Anbieter vertrieben werden) einen Marktanteil von rund drei Viertel. Deutlicher Marktführer sind bei diesem Wärmepumpentyp Stiebel Eltron und NIBE, jeweils mit einem Anteil von 15 %. Der Anstieg der Förderzahlen der Luft/Wasser-Wärmepumpen vom Förderjahr 2018 zum Förderjahr 2019 fällt bei den einzelnen Herstellern bzw. Anbietern sehr unterschiedlich aus. So hat NIBE mit einer Steigerung der geförderten Wärmepumpengeräte um 122% gegenüber dem Vorjahr seinen Anteil von 11 % auf 15 % erhöht. Hingegen führte der nur geringe Anstieg (16 %) der geförderten Wärmepumpengeräte von Stiebel Eltron zu einer deutlichen Reduktion des Marktanteiles unter den geförderten Wärmepumpen (von 21 % im Vorjahr auf 11 %). Zum Vergleich: Die Gesamtförderzahlen der Luft/Wasser-Wärmepumpen verzeichnen einen Anstieg von 58 %. Der höchste relative Zuwachs zeigt sich bei AIT mit einem Anstieg um 198 % gegenüber dem Vorjahr und einer damit verbundenen Erhöhung des Anteils der im Rahmen des MAP geförderten Luft/Wasser-Wärmepumpen von 5 % auf 9 %.

Im Bereich der Sole/Wasser-Wärmepumpen zeigt sich eine andere Marktzusammensetzung unter den MAP geförderten Wärmepumpen. Die zehn am meisten vertretenen Hersteller (inkl. ihrer jeweiligen Marken; jedoch ohne Geräte, die über andere Anbieter vertrieben werden) decken einen größeren Teil des Marktbereiches ab (89 %). Es zeichnet sich kein deutlicher Marktführer ab; die vier führenden Hersteller erreichen jeweils Marktanteile zwischen 12 % und 15 %.

Bei den hier aufgeführten Angaben zu den Marktanteilen ist im Blick zu haben, dass keine Aussage getroffen werden, in wie fern die Anteile der Hersteller bzw. Anbieter unter den MAP geförderten Geräten auch die Marktanteile aller verkauften Geräte wieder spiegelt. Dies betrifft insbesondere die Luft/Wasser-Wärmepumpen. Der Anteil der im Rahmen des MAP geförderten Luft/Wasser-Wärmepumpen macht weniger als 10 % der verkauften Geräte aus. Bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen liegt dessen Anteil bei rund zwei Drittel.

Eine Einordnung des Marktanteils nach inländischen und ausländischen Herstellern/Anbietern erfolgt hier anhand des Hauptsitzes der Firma. Firmen, die auch eine Tochterfirma mit Entwicklungs- und

Produktionsabteilungen in Deutschland haben, werden hierbei zu inländischen Firmen gezählt[3,4]. Von den im Rahmen des MAP geförderten Wärmepumpen der jeweils zehn führenden Hersteller stammen knapp 70 % bei Luft/Wasser-Wärmepumpen bzw. gut 90 % bei Sole/Wasser-Wärmepumpen von Herstellern mit einem deutschen Hauptsitz. Viele dieser Firmen mit deutschem Hauptsitz nutzen fast ausschließlich oder überwiegend Produktionsstätten und Entwicklungsabteilungen in Deutschland; einige dieser Firmen jedoch auch im Ausland. Einige der genannten Hersteller stellen nicht alle der von ihnen vertriebenen Wärmepumpengeräte selbst her.

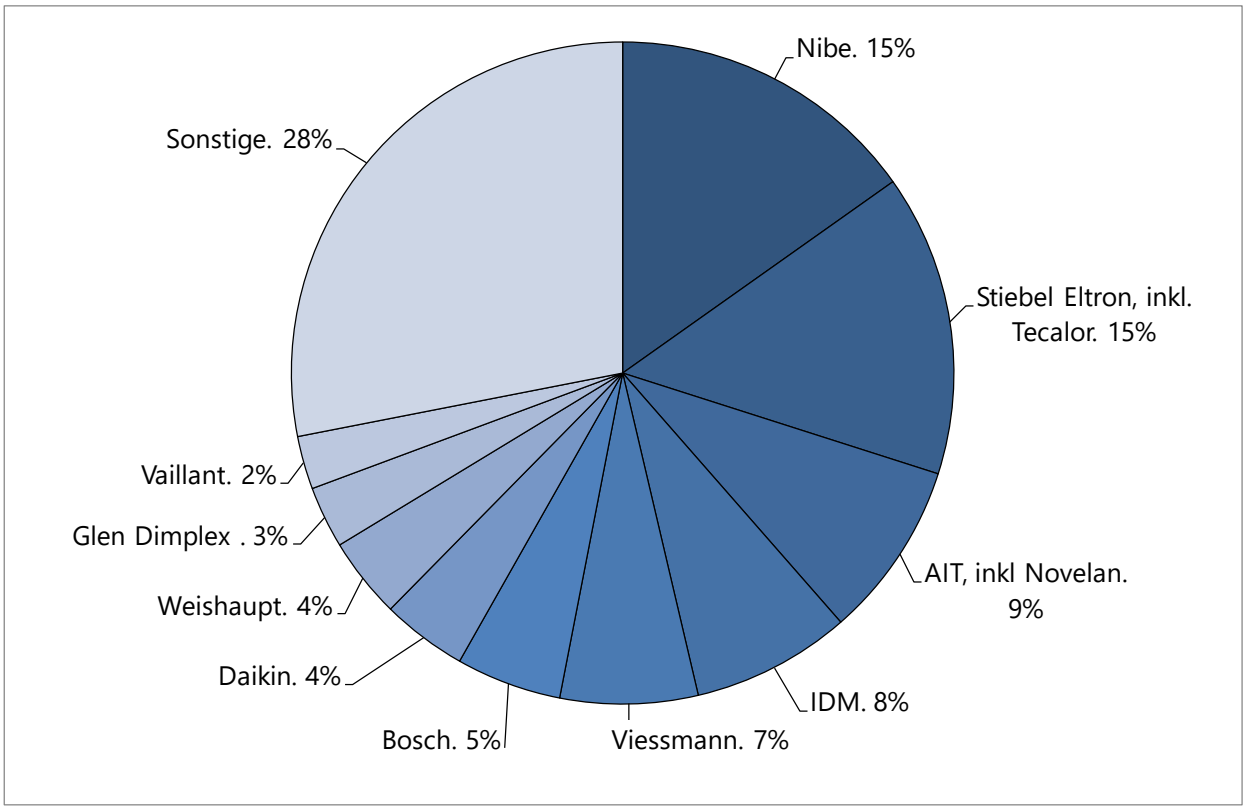


Abbildung A4 - 7: Marktanteil der Hersteller/Anbieter[4] der gemäß BAFA geförderten Luft/Wasser-Anlagen im Förderjahr 2019.

[3] Glen Dimplex hat seinen Hauptstammsitz in Irland, die Tochterfirma Glen Dimplex Deutschland in Deutschland. Auch ROTEX ist seit ca. 10 Jahren Teil der DAIKIN-Gruppe. ROTEX sitzt in Deutschland.

[4] AIT (ait-Deutschland GmbH) agiert als Tochterunternehmen der NIBE Group. Aufgrund der unterschiedlichen Standorte (Inland bzw. Ausland) werden diese in der Auswertung getrennt aufgeführt.

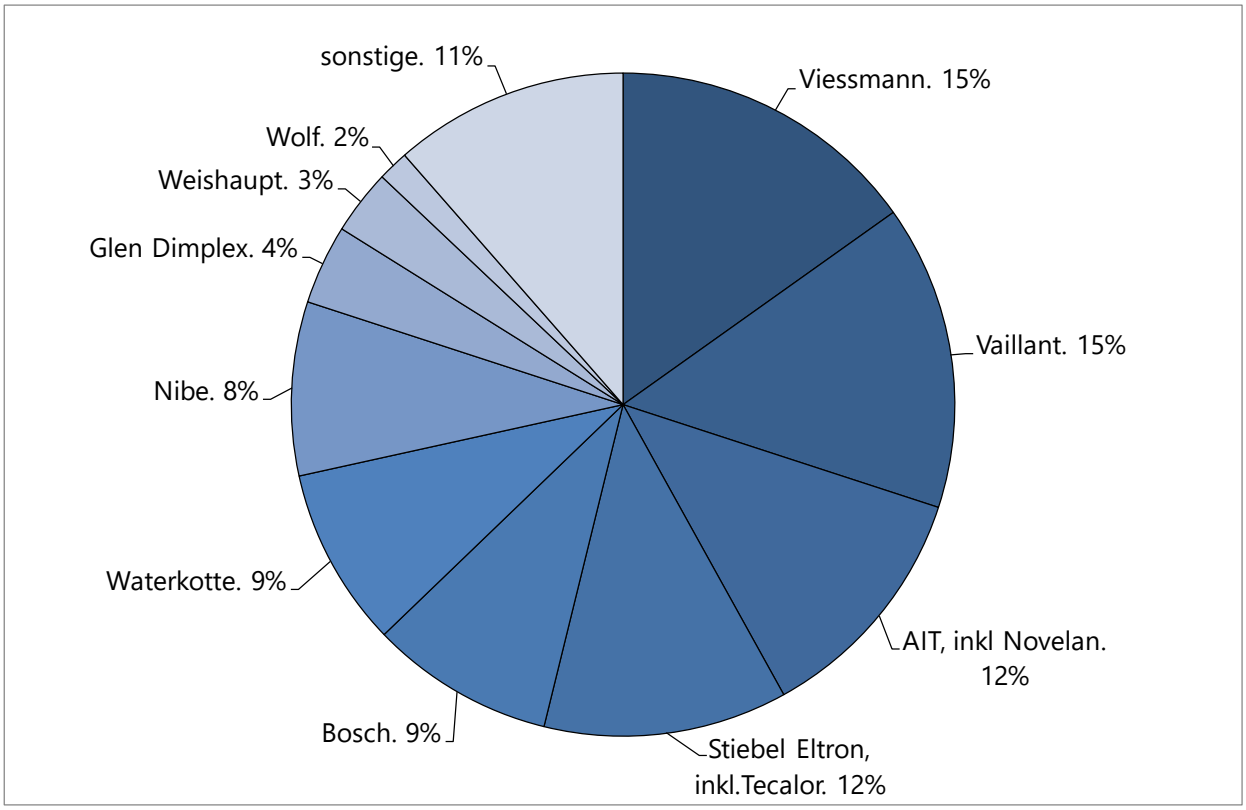


Abbildung A4 - 8: Marktanteil der Hersteller/Anbieter[4] der gemäß BAFA geförderten Sole/Wasser-Anlagen im Förderjahr 2019

4 Technologischer Standard und Innovation

Dieses Kapitel gibt einen übergeordneten Einblick in den Stand der technischen Entwicklung von Wärmepumpenanlagen einerseits und einen spezifischen Einblick in technische Gesichtspunkte der BAFA-geförderten Wärmepumpenanlagen anderseits. Ergänzend werden JAZ aus dem realen Betrieb, die im Rahmen von Monitoringprojekten ermittelt wurden, vorgestellt.

4.1 Stand der technischen Entwicklung

Elektrisch angetriebene Wärmepumpen zum Einsatz als Raumheizung und Brauchwassererwärmung haben eine hohe technische Reife erreicht. Die technologischen Weiterentwicklungen und Markteinführungen konzentrieren sich insbesondere auf folgende Punkte:

- Einführung neuer Kältemittel mit geringem Treibhauspotential und keinem oder nur geringfügigem Ozonschädigungspotential (HCFOs).
- Weiterentwicklung von Verdichtern: u.a. Anpassung an neue Kältemittel (Hauptfokus der Verdichterentwicklung) wie azeotrope synthetische Kältemittel der R500er Serie sowie weiterhin von Propan, geringere Ölwurfraten und akustische Emissionen. Im Fokus von Wärmepumpen stehen je nach Anlagenleistung Scroll- (Ein- und Mehrfamilienhäuser), Rollkolbenverdichter (vermehrt Einfamilienhäuser), Scroll-, Schrauben-, Hubkolben- und vereinzelt Turboverdichter (Wärmepumpen in großen Mehrfamilienhäusern und Quartieren bis hin zu Stadtteilen)
- Ausarbeitung von Lösungen für den Einsatz von brennbaren Kältemitteln und deren Sicherheitskonzepten zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs
- Beseitigung von Barrieren zum Einsatz von A3 Kältemitteln durch die Arbeit von CEN (CEN/TC 182/WG 12) im Namen der EU-Kommission, woraus technische Spezifikationen entstanden sind, die in den kommenden Jahren in technischen Normen die Grundlage für den breiteren Einsatz legen werden
- Minderung von Schallemissionen insbesondere bei Luft/Wasser-Wärmepumpengeräten
- Weiterentwicklung bivalenter Wärmepumpensysteme[5]: Konzepte für den Betrieb getrennter Geräte sowie Entwicklung von Hybridgeräten
- Ausarbeitung der Lösungen für Mehrfamilienhäuser, besonders für die WW-Bereitung. Hier liegt der Fokus auf hohen Vorlauftemperaturen, welche gut mit den neuen Kältemitteln erreicht werden können.
- Ausbau des Sortimentes an Wärmepumpen größerer Leistung, bspw. für den Einsatz der Wärmeversorgung in Quartieren, Krankenhäusern, u.a. oder der Bereitstellung von Prozesswärme für die Industrie
- Absenkung der Produktionskosten
- Weiterentwicklung des Designs von Außeneinheiten. Wärmepumpen werden zum Teil zu Designobjekten.
- Implementierung von Digitalisierung und künstliche Intelligenz in unterschiedlichen Prozessen (Planung, Installation, Inbetriebnahme, Betrieb)

[5] Wärmepumpe und (meist mit fossilen Brennstoffen betriebene) Kessel

Im März 2018 ist mit der VDI 4645-1 (2018) eine Richtlinie erschienen, die ein Schulungskonzept für Planer und Fachhandwerker bereitstellt, die an der Planung, Errichtung und dem Betrieb von Wärmepumpenanlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern beteiligt sind. Das bereits existierende europäische Zertifizierungsprogramm für Wärmepumpeninstallateure (EUCERT) hatte in Deutschland keine Verbreitung gefunden. Mehrere Wärmepumpenhersteller haben bereits Wärmepumpen-Schulungen für Installateure auf diese Richtlinie aufgebaut. Auch unabhängige Schulungspartner können Schulungen nach VDI 4645-1 anbieten. Schulungsteilnehmer erhalten ein Zertifikat für ihre Teilnahmen (Teilnahme-Zertifikat). Zusätzlich ist die Ablegung einer Prüfung (online) möglich, für die bei erfolgreichem Abschluss ein Prüfungs-Zertifikat ausgestellt wird. Das einheitliche Schulungskonzept mit Prüfung ist ein Schritt in die richtige Richtung zur Sicherung und Verbesserung der Qualität der installierten Wärmepumpenanlagen.

Wie auch in anderen Bereichen weitet sich die Nutzung des Smartphones aus. Die meisten Hersteller bieten Apps für die Bedienung ihrer Wärmepumpe an. Auch Cloud-Lösungen für die Speicherung von Monitoringdaten werden von einigen Herstellern eingesetzt.

In Deutschland haben sich im Wohnungssektor nach wie vor noch keine Geschäftsmodelle für die Nutzung und Vermarktung der Flexibilität von Wärmepumpensystemen etabliert, die über die Nutzung der EVU-Sperrzeiten hinausgehen[6]. Weitere Erläuterungen hierzu sind im Evaluierungsbericht des Vorjahres (Zech 2018b) aufgeführt.

4.2 Jahresarbeitszahl (JAZ) im realen Betrieb

Monitoringdaten zeigen, dass eine JAZ von 4,5 bei Luft/Wasser-Wärmepumpen kaum zu erreichen ist. Die Effizienz, die eine Wärmepumpen im Betrieb erreicht, hängt zum einen vom Gerät selbst – u.a. dessen COP bei Normbedingungen – und zum anderen von den Betriebsbedingungen – insbesondere der wärmequellenseitigen und wärmesenkenseitigen Betriebstemperatur der Wärmepumpe - ab.

Aus dem Betrieb der BAFA geförderten Anlagen liegen keine Informationen vor. Daher werden an dieser Stelle Messergebnisse aus Feldmessungen des Fraunhofer ISE vorgestellt. Luft/Wasser- als auch Sole/Wasser-Wärmepumpen in Einfamilienhäusern wurden u.a. im Rahmen der Projekte „WP Monitor“ (meist Neubauten) und „WPsmart im Bestand“ (Bestandsgebäude - Baujahr 1850 bis 2001 - unterschiedlicher Sanierungstiefe) untersucht.

Eine Zusammenfassung der ermittelten Effizienzwerte ist in Abbildung A4 - 9 dargestellt. Die Grafik adressiert die Bandbreiten, Mittelwerte sowie Ausreißer der Arbeitszahlen aller Anlagen, getrennt nach den Wärmequellen Außenluft und Erdreich sowie den beiden Projekten und damit dem Baujahr der Gebäude.

Demnach liegt der Mittelwert der JAZ aller Luft/Wasser-Anlagen in beiden Monitoringprojekten bei 3,1; und nur eine bzw. zwei Anlagen erreichen eine JAZ über 4,0 (4,2, bzw. 4,1 und 4,6). In der Bilanz der JAZ wird der Energieaufwand für den Primärantrieb (hier Ventilator) ebenso berücksichtigt wie für den Heizstab. Auf der thermischen Seite fließt die von der Wärmepumpe bzw. dem Heizstab bereitgestellte Energie (vor dem Trinkwasser-, ggf. Pufferspeicher) ein. Der Anteil der Raumheizung an der bereitgestellten Energie lag im Mittel bei 80 % („WP Monitor“) bzw. 85 % („WPsmart im Bestand“) und die Betriebstemperaturen[7] der

[6] Bei der Nutzung eines Wärmepumpen-Tarifes kann das Energieversorgungsunternehmen (EVU) Wärmepumpen 3-mal täglich für einen Zeitraum von jeweils maximal 2h den Strombezug unterbrechen. Energiewirtschaftsgesetz § 14a.

[7] Als Betriebstemperatur wird hier der Mittelwert aus Vor- und Rücklauftemperatur angegeben. Die genannten Mittelwerte beziehen sich auf die energetisch gewichteten Mittelwerte während des Wärmepumpenbetriebes

Wärmepumpen im Raumheizmodus im Mittel bei 33°C („WP Monitor“) bzw. 37°C („WPsmart im Bestand“). Die in den Bestandsgebäuden gemessenen Jahresmittelwerte der Betriebstemperaturen im Raumheizmodus erscheinen zunächst recht niedrig. Die Betrachtung der maximalen Vorlauftemperaturen verdeutlicht jedoch den Einsatzbereich der Wärmepumpen. Die Bandbreite der maximalen Vorlauftemperaturen reicht von 35 °C bis 52°C (bzw. eine Anlage mit 65°C)

Gegenüber Luft/Wasser-Wärmepumpen profitieren Sole/Wasser-Wärmpumpen zum einen von einer geringeren Grädigkeit am Verdampfer (Differenz zwischen der Wärmequellen- und Kältemitteltemperatur) und zum anderen von den in der Kernheizperiode höheren Temperaturen ihrer Wärmequellen. Bei vergleichbaren Betriebsbedingungen auf der Wärmesenkenseite spiegelt es sich in einem höheren Arbeitszahlniveau wider. So lagen die Jahresarbeitszahlen im Mittel bei 4,0 („WP Monitor“) bzw. 4,1 („WPsmart im Bestand“) ermittelt. Eine JAZ über 4,5 wurde bei acht von 47 Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen („WP Monitor“) bzw. zwei von 12 („WPsmart im Bestand“) erreicht.

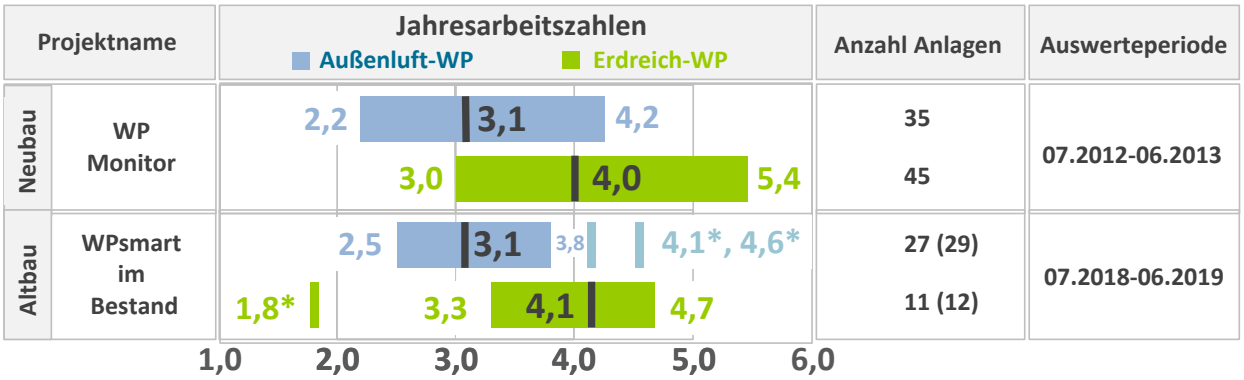


*Abbildung A4 - 9: Gemessene JAZ von Luft/Wasser-Wärmepumpen und Sole/Wasser-Wärmepumpen, jeweils inkl. Heizstab, in Einfamilienhäusern der Projekte „WP Monitor“ und „WPsmart im Bestand“ (Günther 2014) bzw. (Günther 2020). *Ausreißer, die bei der Ermittlung des Mittelwertes nicht berücksichtigt wurden; Anzahl der Anlagen: Wert in Klammern inkl. Ausreißer*

5 Anlagenwirtschaftlichkeit

Die nachfolgenden Ausführungen zu den Investitionskosten basieren auf einer Stichprobe von BAFA geförderten Anlagen des Förderjahres 2019. Die Stichprobe umfasst 370 Wärmepumpenanlagen. Nach Auswertung der eingereichten Unterlagen konnten 108 Luft/Wasser-Wärmepumpen und 109 Sole/Wasser-Wärmepumpen in die Auswertung der Investitionskosten einfließen. Nicht alle ausgewerteten Rechnungen können für jeden Auswertungsaspekt genutzt werden, sodass sich die Anlagenzahl in bestimmten Auswertungen deutlich reduziert.

Die nicht auswertbaren Stichproben enthalten entweder keine vollständigen Rechnungen oder die vorliegenden Unterlagen sind aus unterschiedlichen Gründen nicht auswertbar. Dies sind insbesondere Rechnungen, bei denen die Kosten der Wärmepumpenanlage nicht separat ausgewiesen, sondern bspw. in einer Summenposition mit einer Solaranlage, Fußbodenheizung o.ä., zusammengefasst wurden.

5.1 Investitionskosten

Dies Kapitel teilt sich in die Darstellung der Gesamtkosten und von Komponenten(gruppen)kosten auf.

5.1.1 Gesamtkosten

Die im folgenden dargestellten Gesamtkosten der Investition umfassen neben dem Wärmepumpengerät auch Pumpen und Sicherheitseinrichtungen der quellen- und senkenseitigen Wärmepumpenkreise, MSR-Technik (Strom- und Wärmemengenzähler, Temperatursensoren, Wärmepumpenmanager), Speicher und deren Verrohrung. Der Umfang der Verrohrung ist unterschiedlich und reicht von einem Wärmepumpentausch mit geringem Installationsaufwand bis zu einer kompletten Heizraumvorrohrung, sei es im Neubau oder bei einer umfänglichen Erneuerung der Heizrauminstallation. Zudem sind die Rechnungspositionen, die dem Einbau und der Einrichtung der Wärmepumpenanlage zuzurechnen sind (Montage, Anlagenbefüllung, Inbetriebnahme) inbegriffen. Kosten für das Verteil- und Wärmeübergabesystem sind nicht inbegriffen. Die Kosten für den elektrischen Anschluss sind – wenn möglich – nicht inbegriffen. Diese Kostenposition wird im Bilanzraum hier nicht berücksichtigt, da diese Kosten oftmals in den eingereichten Rechnungen nicht enthalten sind. Falls diese Kosten in den Rechnungen enthalten und separat ausgewiesen sind, wurden diese Kostenposition bei der Auswertung nicht berücksichtigt. In wenigen Fällen waren diese Kosten in den Montagekosten inbegriffen und konnten nicht separiert werden.

In Abbildung A4 – 10 sind die spezifischen Gesamtkosten der auswertbaren einstufigen invertergeregelten Luft/Wasser-Wärmepumpen bezogen auf die Nenn-Heizleistung der jeweiligen Wärmepumpe im Betriebspunkt (A2/W35) dargestellt. Die Nennleistung leistungsgeregelter Wärmepumpen entspricht i.d.R nicht der Maximalleistung in dem Betriebspunkt, sondern einer Teillast. Die Einschränkung auf diesen Wärmepumpentyp wurde vorgenommen, um eine bessere Vergleichbarkeit der einzelnen Kostenangaben zu erreichen. Rund 90% der Stichproben von Luft/Wasser-Wärmepumpen entfallen in diese Wärmepumpenkategorie. In der Darstellung der Ergebnisse wurden zwei Gruppen unterteilt. Eine Gruppe enthält Anlagen, bei denen kein Trinkwasserspeicher in der – ansonsten vollständig wirkenden – Rechnung inbegriffen sind. Vermutlich wird hier der bestehende Trinkwasserspeicher weiterhin genutzt. In der

anderen Gruppe beinhalten alle Rechnungen einen Trinkwasserspeicher, sei es integriert in das Wärmepumpengerät oder als separaten Speicher.

Bei Sole/Wasserwärmepumpen überwiegen die fixed-speed Geräte. Der Anteil von invertergeregelten Wärmepumpen beträgt weniger als ein Viertel. Aus diesem Grund wurde die Auswertung auf fixed-speed Wärmepumpen begrenzt, sei es einstufige oder zweitstufige Geräte. Bei zweistufigen Geräten wurde die Heizleistung in Volllast der Auswertung zu Grunde gelegt. In zwei Fällen sind Kaskadengeräte, die aus zwei getrennten Wärmepumpengeräten bestehen, berücksichtigt. Hier ist ebenfalls die Gesamtleistung berücksichtigt. Der Betriebspunkt von Sole/Wasser-Wärmepumpen ist (B0/W35). Die in Abbildung A4 – 10 gezeigten Kosten umfassen quellenseitig nur die Installation vom Wärmepumpengerät bis zur Gebäudekante. Die Wärmequellenanlage ist hier nicht inbegriffen. Diese wird in Kapitel 5.1.2 separat ausgewertet.

Es ist die zu erwartende Degression der spezifischen Gesamtkosten mit steigender Heizleistung zu erkennen. Die Bandbreite der Gesamtkosten ist jedoch sehr groß. So unterscheiden sich die Anlagen mit den geringsten und höchsten Kosten bei gleicher Heizleistung um den Faktor zwei bis drei. Die hohe Bandbreite der spezifischen Gesamtkosten ist auf unterschiedliche Aspekte, insbesondere den sehr unterschiedlichen Leistungsumfang, zurückzuführen. Dies sind neben unterschiedlichen Margen bei Installateuren und Herstellern insbesondere folgende Aspekte:

- Funktionalität (und Qualität) der einzelnen Komponenten
- Leistungsumfang der erforderlichen Arbeiten: So unterscheidet sich bspw. der Aufwand der Montage und der Umfang der Heizraumverrohrung deutlich in Abhängigkeit von den räumlichen Gegebenheiten und im Falle von Bestandsgebäuden von der „Nutzbarkeit“ der vorhandenen Anlage. Insbesondere bei Stichproben von Bestandsgebäuden mit Austausch einer Wärmepumpe sind der Aufwand der Arbeit und der Umfang der erforderlichen Komponenten oftmals gering.
- Leistungsumfang der in der Rechnung ausgewiesenen Kosten: Hier bestehen große Unterschiede insbesondere hinsichtlich der Positionen Heizraumverrohung und Montage. Einige Rechnungen umfassen die gesamte Heizraumverrohrung andere beziehen sich (auch im Neubau) nur auf den Einbau des Wärmepumpengerätes.
- Datenbasis: Unschärfe der Kostenpositionen in den einzelnen Rechnungen
- Angabe der Heizleistung im Falle der leistungsgeregelten Luft/Wasser-Wärmepumpen: Die Herstllerangabe der Heizleistung erfolgt ggf. für unterschiedliche Teillastfaktoren.

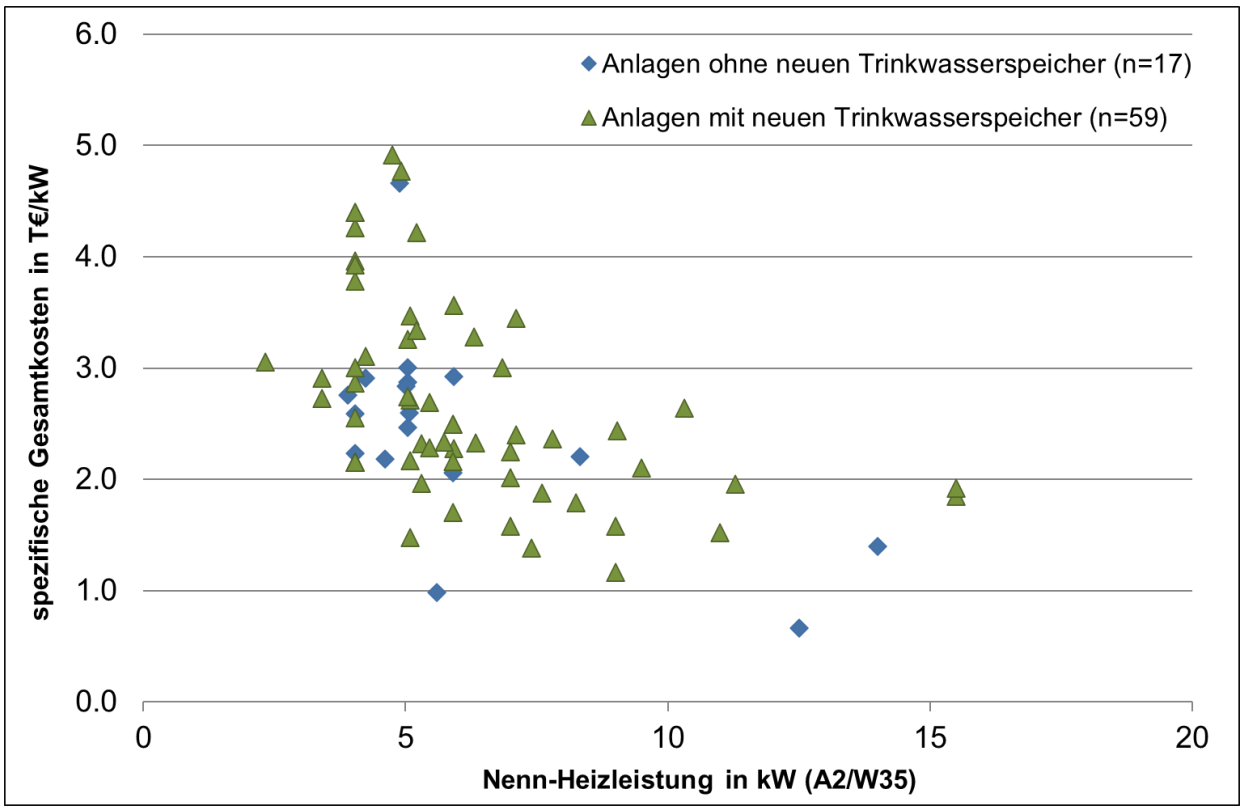


Abbildung A4 - 10: Spezifische Gesamtkosten der invertergeregelten Luft/Wasser-Wärmepumpenanlagen; Nenn-Heizleistung bezieht sich i.d.R. auf einen Teillastbetrieb

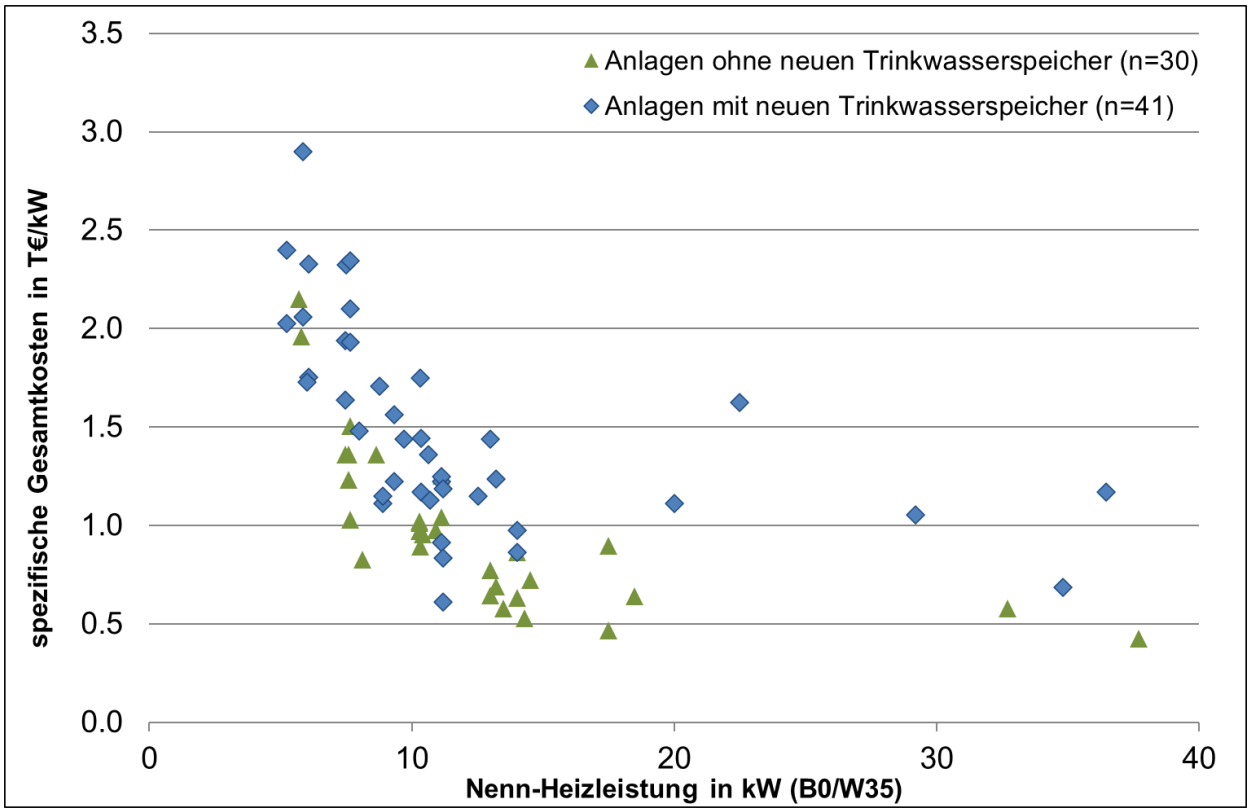


Abbildung A4 - 11: Spezifische Gesamtkosten der fixed-speed einstufigen, zweistufigen bzw. Kaskaden-Sole/Wasser-Wärmepumpenanlagen

5.1.2 Komponentenkosten

Nachfolgend werden die Kosten der Kostengruppe „Wärmepumpe“ und „Wärmequelle“ auswertet. Da die ausgewerteten Rechnungen in unterschiedlicher Form (Kostenstruktur) und Umfang vorliegen, können nicht in allen der folgenden Auswertungen die gesamten Stichproben einfließen.

Wärmepumpe

Abbildung A4 - 12 zeigt die spezifischen Kosten der Rechnungsposition „Wärmepumpe“ bezogen auf die Nenn-Heizleistung von fixed-speed Sole/Wasser-Wärmepumpen (ein-, zweistufig oder Kaskaden). Die Auswertung umfasst nur Stichproben, in denen diese Rechnungsposition neben dem Wärmepumpengerät kein oder nur in einem geringen Umfang Zubehör beinhaltet, bspw. Anschlussset. Allgemein unterscheiden sich Rechnungen dahingehend, ob die Personalkosten für die Installation als eine separate Kostenposition ausgewiesen oder auf alle Materialkosten (anteilig) aufgeschlagen sind. Diese zwei Rechnungsarten wurden zunächst getrennt ausgewertet. Es hat sich gezeigt, dass die Streuung der spez. Wärmepumpenkosten nicht vorrangig auf den Positionsumfang mit oder ohne Montage zurückzuführen ist. Die Bandbreite der Kosten wird u.a. auf folgende Punkte hervorgerufen:

- „Qualität“ und Effizienz des Wärmepumpengerätes
- Umfang der in der Wärmepumpe verbauten Komponenten: bspw. Pumpe(n), Sicherheitseinrichtung, Umschaltventil, Heizstab, Wärmemengenzähler, Wärmepumpenmanager und Speicher.
- Umfang des in der Kostenposition als Zubehör inbegriffenen Komponenten: üblich sind bspw. Anschlussset, Wärmepumpenmanager. (Stichproben, bei denen umfängliches Zubehör enthalten ist (bspw. ein separater Speicher) wurden nicht berücksichtigt.)
- Umfang des in der Kostenposition berücksichtigten Personalaufwandes für die Montage (Stichproben, bei denen umfängliche Montagekosten inbegriffen waren (bspw. inkl. Heizraumverrohrung wurden nicht berücksichtigt))
- Unterschiedliche Margen bei Installateuren sowie Herstellern
- Unschärfe der Kostenpositionen in den einzelnen Rechnungen (Zubehör und Montagekosten werden teilweise nicht detailliert spezifiziert, sodass bei der Auswertung auf Basis des Rechnungskontextes auf dessen Umfang geschlossen und über die Nicht-/Berücksichtigung der Stichprobe entschieden wird)

Die Auswertung erfolgt getrennt für Wärmepumpengeräte, die einen Speicher im Gerät enthalten und die keinen Speicher enthalten. Es zeigt sich eine klare Degression der spezifischen Wärmepumpenkosten mit steigender Heizleistung der Sole/Wasser-Wärmepumpen bei einer deutlichen Bandbreite. Der Unterschied zwischen den geringsten und höchsten spezifischen Kosten bei gleicher Heizleistung liegt in der Größenordnung vom Faktor zwei. So wurden in den Rechnungen für Wärmepumpen ohne integrierten Speicher mit einer Nenn-Heizleistung (B0/W35) von rund 10 kW Kosten zwischen 500 €/kW und 1.000 €/kW ausgewiesen.

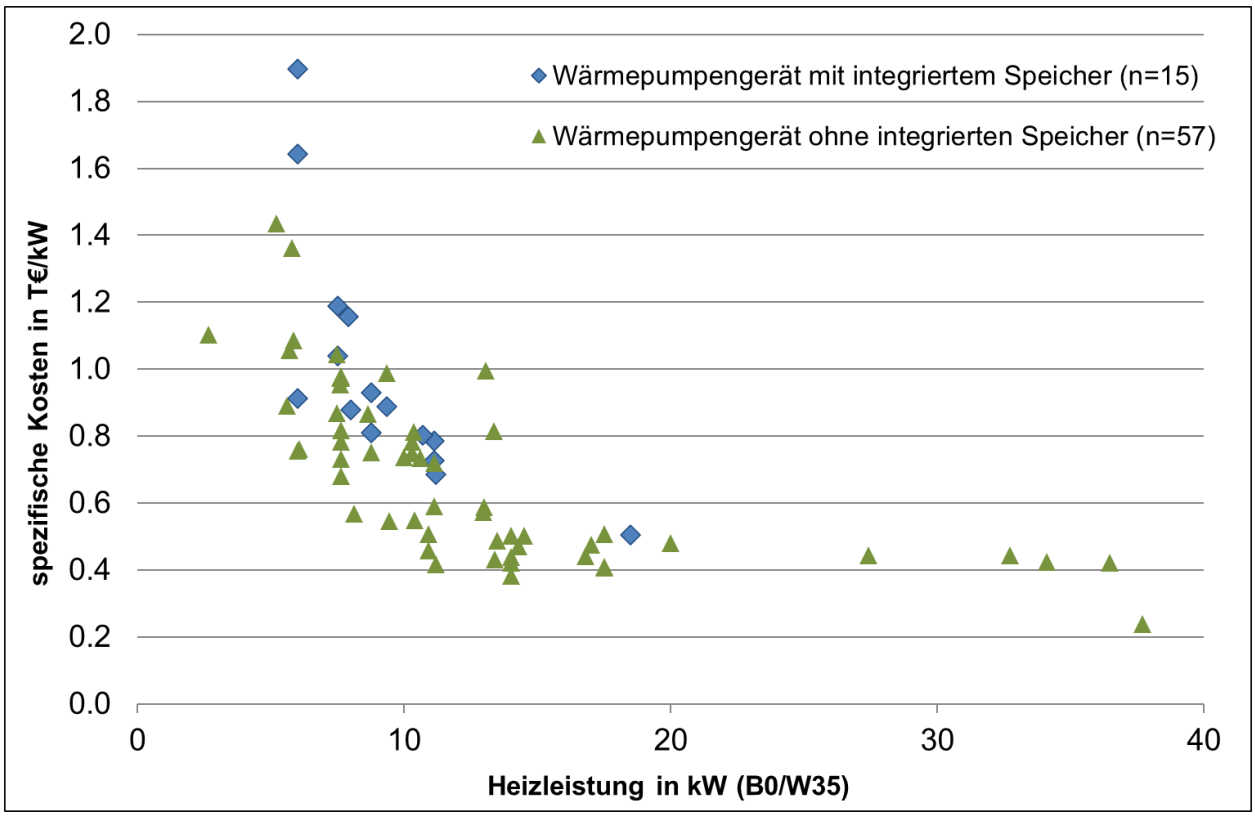


Abbildung A4 - 12: Spezifische Kosten der fixed-speed Sole/Wasser-Wärmepumpen (einstufig, zweistufig, Kaskade)

Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen erfolgt die Auswahl der zu berücksichtigenden Stichproben weitestehend nach den gleichen Kriterien wie bei Sole/Wasser-Wärmepumpen. Ein Unterschied besteht bei dem berücksichtigten Wärmepumpentyp: es werden – wie den den Gesamtkosten – invertergeregelte Luft/Wasser-Wärmepumpen ausgewertet. Die dargestellten Kosten der Luft/Wasser-Wärmepumpen enthalten – soweit es in der Rechnung separat oder in der Kostenposition Wärmepumpen ausgewiesen ist – im Falle von Splitgeräten die Anbindung von Außen- und Inneneinheit, bei außen aufgestellten Monoblocks die Anbindung in den Heizraum und bei innenaufgestellten Wärmepumpen den Luftkanal. Wärmepumpen, die ein Lüftungsgerät beinhalten, werden in die Auswertung nicht aufgenommen.

Die Darstellung der Ergebnisse unterscheidet auch hier, ob ein Speicher in der Wärmepumpe enthalten ist oder nicht. Zudem wird unterschieden, ob die Kosten für die Verbindung Außeneinheit / Inneneinheit bzw. außenaufgestellter Monoblock zu Heizungskeller bzw. Luftanschluss von innenaufgestelltem Monoblock in den auswertbaren Kosten inbegriffen ist oder nicht.

Die ausgewerteten Kosten der Luft/Wasser-Wärmepumpen zeigen eine leicht höhere Bandbreite als bei Sole/Wasser-Wärmepumpen. Ein Aspekt ist, dass mit dem zusätzlichen Kostenfaktor der Außenanbindung eine weitere Position mit unterschiedlichen Kostenumfang enthalten ist. Zum anderen besteht die oben erläuterte Unschärfe bzgl. der Angabe der Heizleistung bei leistungsgeregelten Wärmepumpen.

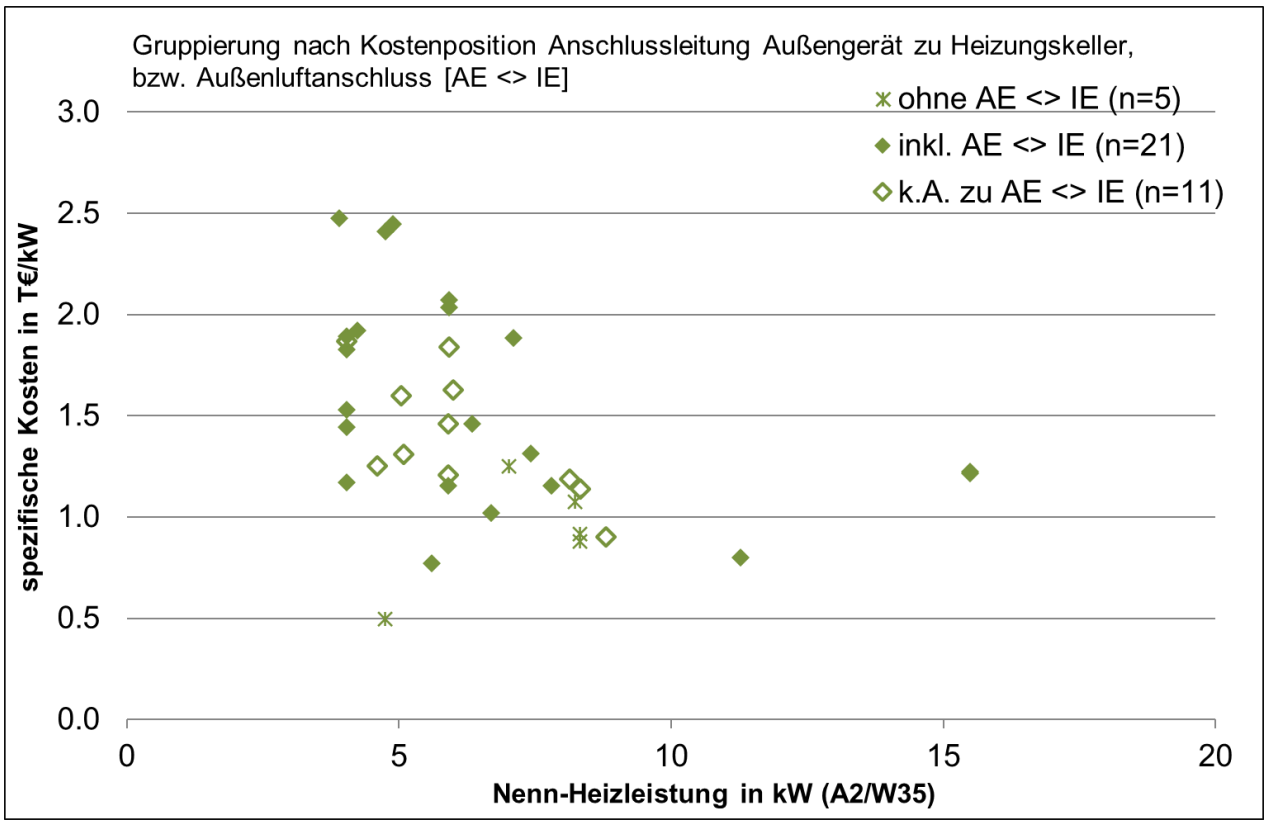


Abbildung A4 - 13: Spezifische Kosten der leistungsgeregelten Luft/Wasser-Wärmepumpen, die keinen Speicher in der Inneneinheit enthalten; Nenn-Heizleistung bezieht sich i.d.R. auf einen Teillastbetrieb

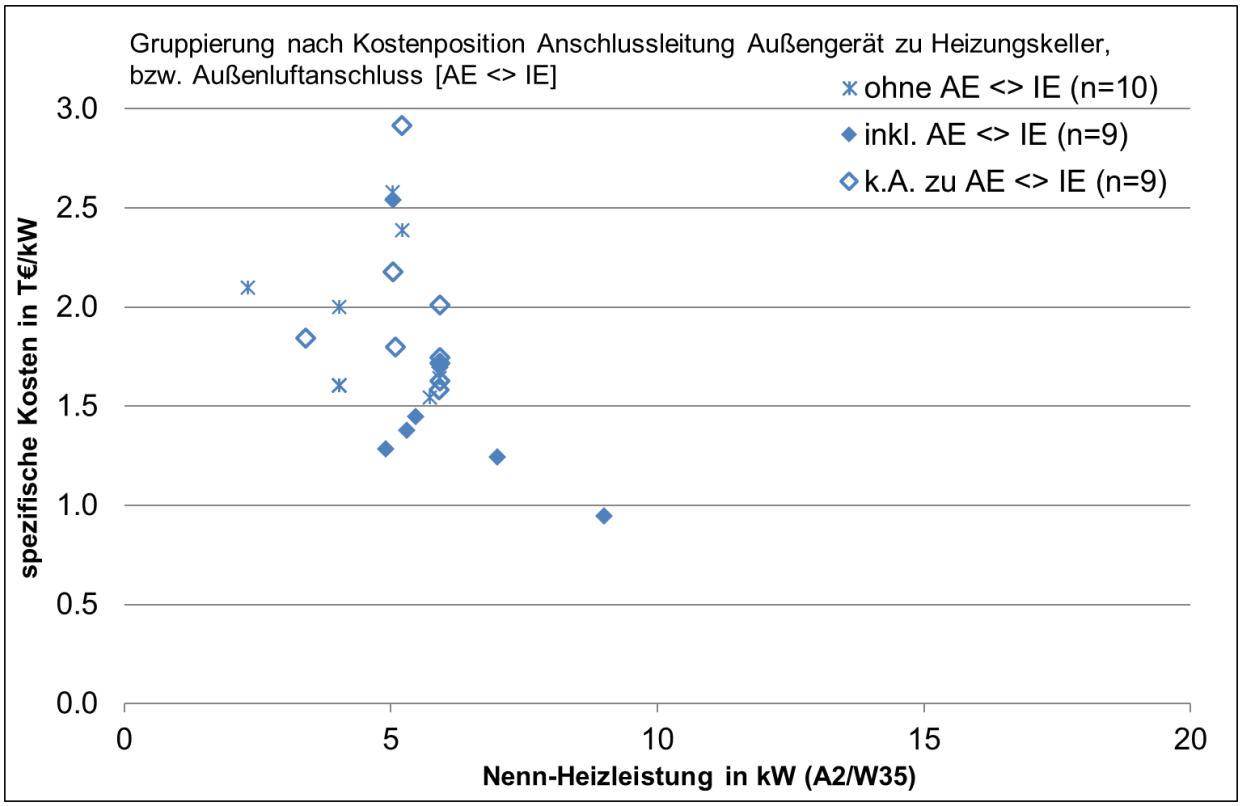


Abbildung A4 - 14: Spezifische Kosten der leistungsgeregelten Luft/Wasser-Wärmepumpen, die einen Speicher in der Inneneinheit enthalten; Nenn-Heizleistung bezieht sich i.d.R. auf einen Teillastbetrieb

Wärmequellenanlage

In Abbildung A4 - 19 sind die Kosten der Erdwärmesondenanlagen von fixed-speed Sole/Wasser-Wärmepumpen abhängig von der Gesamtsondenlänge (linke Grafik) und der Nenn-Heizleistung der Wärmepumpe im Betriebspunkt (B0/W35) (rechte Grafik) dargestellt. Es zeigt sich eine klare lineare Abhängigkeit der Kosten von der Gesamtlänge der Erdwärmesonden. Die Bandbreit zwischen den höchsten und geringsten Kosten von Anlagen mit gleicher Gesamtlänge liegt beim Faktor zwei. Für Erdwärmesondenanlagen mit einer Gesamtlänge von 200 m betragen die Kosten zwischen 42 €/m und 88 €/m.

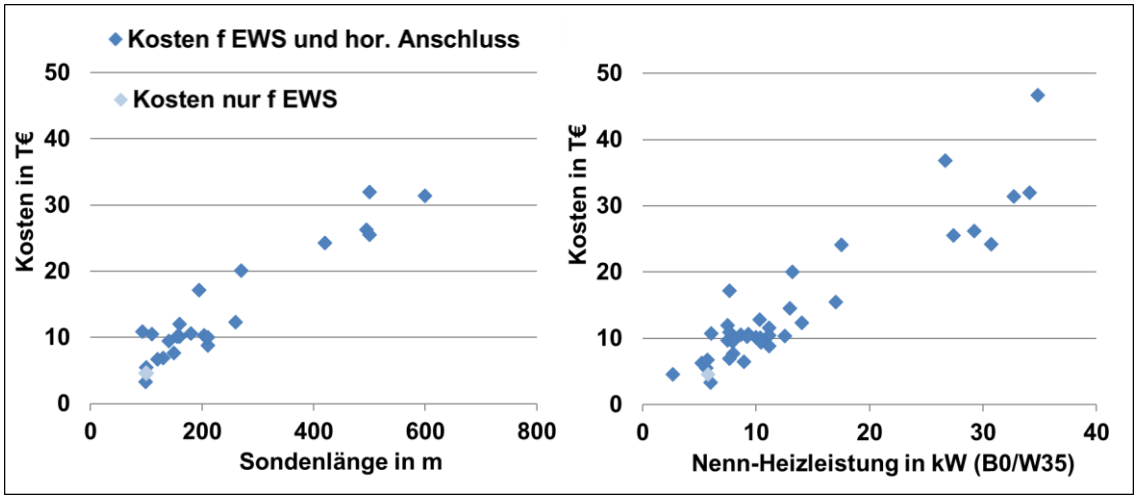


Abbildung A4 - 15: Spezifische Kosten von Erdwärmesondenanlage mit fixed-speed Wärmepumpen (ein-, zweistufig oder Kaskade)

5.2 Wärmegestehungskosten

Zur umfassenden ökonomischen Bewertung von Heizsystemen können die Wärmegestehungskosten (WGS; auch Wärmepreis) herangezogen werden. Dabei werden pro Wärmeerzeuger sämtliche kapital-, verbrauchs- sowie betriebsgebundenen Kosten addiert und auf die zu deckende Nutzenergie bezogen.

In Abbildung A4 - 16 werden die WGS von Sole/Wasser-Wärmepumpen und Luft/Wasser-Wärmepumpen denen von Gas-Brennwertgeräten gegenübergestellt. Dabei wird angenommen, dass die Wärmeerzeuger in einem Einfamilienhaus mit einem spezifischen Heizwärmebedarf von 110 kWh/(m^2*a) eingesetzt werden. Zur Ermittlung der notwendigen Endenergie wird für die Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage im Raumheizbetrieb (Trinkwassererwärmungsbetrieb) eine JAZ von 4,5 (1,7) und für die Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage von 3,4 (1,4) angesetzt. Die Werte der JAZ beziehen sich auf die Bilanzgrenze „nach" dem Speicher. Die Effizienz des Gasgerätes wird mit 98 % (33 %) berücksichtigt. Den verbrauchsgebundenen Kosten werden aktuellen Energiepreise zugrunde gelegt. Für die kapitalgebundenen Kosten der Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage (17.900 €) und der Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage (15.200 €) mit dazugehörigen Wärmequellenanlage (12.300 €) wird auf Ergebnisse der Analysen aus Kapitel 5.1 zurückgegriffen. Für das Heizungssystem mit Gas-Brennwertkessel wurden 9.800 € (inkl. Gasanschluss) angesetzt. Hinzu kommen für alle Wärmeerzeuger weitere kapitalgebundenen Kosten für geringinvestive Maßnahmen und Elektroanschluss. Die kapitalgebundenen Kosten der Sole/Wasser-Wärmepumpe (Luft/Wasser-Wärmepumpe) werden durch eine Förderung in Höhe von 4.500 € (1.300 €) verringert. Die betriebsgebundenen Kosten fallen für keinen der Wärmeerzeuger ins Gewicht. Bei der Bewertung der kapitalgebundenen Kosten ist die Unschärfe des Leistungsumfangs, die

sich bei Ermittlung von Kosten aus Rechnungen unterschiedlicher Installationskonfigurationen ergeben, im Blick zu behalten (Kapitel 5.1.1).

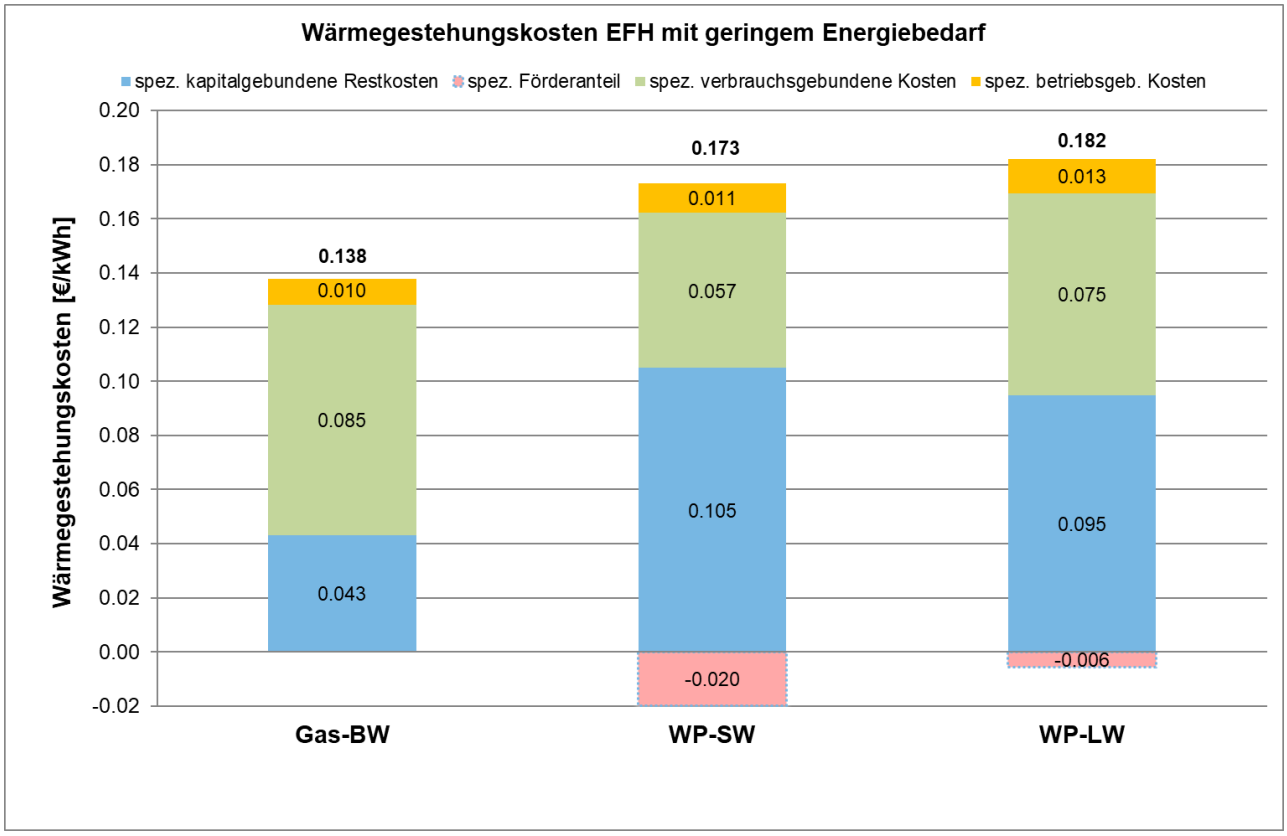


Abbildung A4 - 16: Berechnete Wärmegestehungskosten für Gas-Brennwertgeräte, Luft/Wasser- und Sole-/Wasser-Wärmepumpen

Die im Diagramm dargestellten Ergebnisse verdeutlichen einerseits die gegenläufigen Einflüsse von Invest- und Verbrauchskosten bei beiden Wärmeerzeugerarten. Während die kapitalgebundenen Kosten beim Gas-Brennwertkessel weniger als halb so hoch sind wie die der Wärmepumpe, betragen die verbrauchsgebundenen Kosten das 1,5 bzw. 1,1-fache. Zum anderen wird der Einfluss der angesetzten Förderung deutlich. Die Förderung verringert die kapitalgebundenen Kosten bei der Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage (Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage) um 16 % (6 %).

Literatur

BAFA (2019): Liste der förderfähigen Wärmepumpen. Veröffentlicht: 20.12.2019. https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ee_waermepumpen_anlagenliste_bis_2019.html

BDEW (2021): Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland 2019. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW). Berlin. 2021. https://www.bdew.de/media/documents/Beheizungsstruktur_Wohnungsbestand_Entw_ab_1995_online_o_jaehrlich_CMi_2801202_udEP16f.pdf. Zugriff am 16.03.2021

BDH (2020a): Gesamtbestand zentraler Wärmeerzeuger 2019. Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e.V. Köln. 2020. (BDH). Zugriff am 16.03.2021. https://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/Gesamtbestand_Waermeerzeuger_2019_DE.pdf

BDH (2020b): 10-Jahres-Verlauf Absatz Wärmeerzeuger Deutschland. Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e.V. (BDH). Köln. 2020. https://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Pressegrafiken/Marktstruktur_2009_bis_2019.pdf. Zugriff am 16.03.2021

BWP (2020): Wärmepumpenabsatz 2019: Leichtes Wachstum bei schwungvollem Start und zunehmender Zurückhaltung. Pressemitteilung vom 29. Januar 2020. Bundesverband Wärmepumpe (BWP). Berlin. Januar 2020. Zugriff am 16.03.2021. https://www.waermepumpe.de/presse/pressemitteilungen/details/waermepumpenabsatz-2019-leichtes-wachstum-bei-schwungvollem-start-und-zunehmender-zurueckhaltung/#content

Eschmann (2017): Qualitätsüberwachung von Kleinwärmepumpen und statistische Auswertung der Prüfresultate 2017. Interstaatliche Hochschule für Technik NTB. Buchs. 2017

Günther (2014): Danny Günther, Marek Miara, Robert Langner, Sebastian Helmling, Jeannette Wapler. WP Monitor: Feldmessung von Wärmepumpenanlagen (Endbericht). Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE. Projektdauer: 01.12.2009 bis 30.06.2013. Förderkennzeichen: 03ET1272A. Freiburg 15. Juli 2014

Günther (2020): Danny Günther, Jeannette Wapler. Robert Langner, Marek Miara, David Fischer, Dirk Zimmermann, Tobias Wolf, Bernhard Wille-Hausmann, Abschlussbericht Wärmepumpen in Bestandsgebäuden – Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand". Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. Version 2.1. Juli 2020

Miara (2021): Marek Miara. Wie schaffen wir mehr Wärmepumpen im Bestand? https://blog.innovation4e.de/2021/05/20/wie-schaffen-wir-mehr-waermepumpen-im-bestand Zugriff am 16.06.2021

StatBA (2020): Bauen und Wohnen - Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, Lange Reihen ab 1980. Statistisches Bundesamt (2020). Wiesbaden. 2020

VDI 4650-1 (2009): VDI 4650 Blatt 1: Berechnungen von Wärmepumpen. Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen. Elektro-Wärmepumpen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung. März 2009

VDI 4650-1 (2016): VDI 4650 Blatt 1: Berechnungen von Wärmepumpen. Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen. Elektro-Wärmepumpen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung. Dezember 2016

VDI 4645-1 (2018): VDI 4645 Blatt 1: Heizungsanlagen mit elektrisch angetriebenen Wärmepumpen in Ein- und Mehrfamilienhäusern - Planung, Errichtung, Betrieb - Schulungen, Prüfungen, Qualifizierungsnachweise. März 2018

Zech (2018a): Daniel Zech et al. Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017; Evaluation des Förderjahres 2015. Stuttgart. 2018

Zech (2018b): Daniel Zech et al. Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2015 bis 2017; Evaluation des Förderjahres 2016. Stuttgart. 2018

FICHTNER

Appendix 5

Situation im Fördersegment Tiefengeothermie

Begleitung des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderjahr 2019

Gerd Schröder
Leipziger Institut für Energie GmbH
Website: www.ie-leipzig.com

ENGINEERING CONSULTING

1 Einführung

Als Tiefengeothermie wird die Nutzung der Wärme des Untergrunds ab einer Tiefe von ca. 400 m bezeichnet. Flachere Bohrungen oder anderweitige Nutzungen bis zu dieser Tiefe sind als oberflächennahe Geothermie bekannt. Generell gilt, dass mit der Tiefe die Temperatur im Untergrund zunimmt. Der Temperaturgradient, welcher die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe bezeichnet, ist regional jedoch nicht überall gleich. Im Mittel kann in Deutschland mit einer Zunahme von ca. 3 °C je 100 Meter Tiefe gerechnet werden.

Grundsätzlich werden bei der tiefen als auch oberflächennahen Geothermie zwei unterschiedliche Ansätze unterschieden:

- Offene Systeme im Bereich der Tiefengeothermie sind in Deutschland die bisher am weitesten verbreiteten Konzepte. Hierbei wird eine wasserführende Schicht, ein sogenannter Aquifer, im tiefen Untergrund erschlossen. Das Thermalwasser wird zutage gefördert und stofflich oder nur thermisch, mittels geeigneter Wärmeübertragung, genutzt. Die gewinnbaren Energiemengen sind daher direkt von der Temperatur und der möglichen Fließrate des Fluids abhängig. Das Thermalwasser wird nach der energetischen Nutzung überwiegend wieder in den Untergrund geleitet.
- Geschlossene Systeme, bisher meist als Sonden realisiert, bestehen aus einem verrohrten Kreislaufsystem, welches gegenüber dem Untergrund abgeschlossen ist. Es wird nur die Wärme des Untergrunds durch das Trägerfluid aufgenommen und übertage an das Heizsystem abgegeben. Es findet kein stofflicher Austausch bzw. keine Entnahme statt. Diese Ausführungen sind vielfach bei der oberflächennahen Geothermie zu finden, wo die gewonnene Wärmeenergie zur energetischen Nutzung mittels Wärmepumpe auf ein geeignetes Temperaturniveau angehoben wird bzw. werden muss. Im Bereich der Tiefengeothermie sind diese Systeme bisher eher die Ausnahme, da die damit gewinnbaren Energiemengen aufgrund der bedingt guten Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds und des relativ großen Aufwands für die Bohrungsniederbringung im Vergleich zu offenen Systemen sehr gering sind. Für eine direkte Nutzung, ohne den Einsatz einer Wärmepumpe, müssen, je nach Anwendungsfall, relativ große Tiefen erschlossen werden. Die Wärmeleitung in die Sonde aus der Umgebung begrenzt aber die entnehmbaren Energiemengen maßgeblich.

Da im Bereich der Tiefengeothermie im Jahr 2019 keine Zuwendungen zu beantragten Projekten bewilligt bzw. wertgestellt wurden, handelt es sich bei diesem Bericht nicht um einen Evaluationsbericht im engeren Sinne. Um trotz dessen einen Eindruck dieses Sektors zu vermitteln, wird auf den aktuellen Stand der bisherigen Entwicklungen in Deutschland im Bereich der Tiefengeothermie eingegangen und ein kurzer Ausblick angeführt.

2 Aktueller Stand der tiefen Geothermie

Aufgrund der oben dargestellten Rahmenbedingungen ist die Tiefengeothermie in Deutschland, bis auf wenige Ausnahmen, auf günstige geologische Gebiete mit wasserführenden Schichten in geeigneter Tiefe begrenzt. Zu nennen sind hier das Norddeutsche Becken, der Oberrheingraben sowie das Molassebecken in Süddeutschland (GtV, 2020).

Im Norddeutschen Becken (insbesondere in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg) sind nur wenige geothermische Heizwerke installiert. Die norddeutschen Geothermie-Heizwerke sind zum Teil schon mehrere Jahrzehnte in Betrieb und haben im Vergleich zu modernen Anlagen aus dem Süden Deutschlands (Molasse-Becken) eine eher geringe thermische Leistung. Dies ist u. a. auch auf die anderen geologischen Randbedingungen mit tendenziell geringeren Fließraten und/oder Temperaturgradienten im Vergleich zu den Süddeutschen Standorten zurückzuführen (GeotIS, 2020).

In den vergangenen Jahren wurden aufgrund der günstigeren geologischen Bedingungen, die Mehrzahl der geothermischen Wärmebereitstellungssysteme im Süden und Südwesten von Deutschland (d. h. Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen) realisiert. Hier wird aktuell ca. ¾ der in Deutschland bereitgestellten geothermischen Wärme gewonnen (ITG, 2021).

Der gesamte geothermisch erzeugte Strom in Deutschland kommt aktuell aus diesem Gebiet, wenn auch die erste geothermische Stromerzeugung Deutschlands einem Projekt des Norddeutschen Beckens im Jahr 2003 vorbehalten war (ITG, 2019). Das dort zusätzlich installierte System der Stromerzeugung wurde jedoch bereits 2012 zurückgebaut, da sich dessen Betrieb nicht wirtschaftlich darstellen ließ. Am genannten Standort findet jedoch weiterhin tiefengeothermische Wärmenutzung statt.

Aufgrund unterschiedlicher Ursachen hat sich die energetische Nutzung der tiefen Geothermie in Deutschland in den letzten Jahrzehnten nur relativ verhalten entwickelt. Diesbezüglich können folgende Punkte genannt werden:

- lange Projektentwicklungszeiten für Geothermie-Projekte
- hohe Investitionsvolumina
- hohe Restrisiken (Fündigkeitsrisiko)
- geologische Randbedingungen schränken, abgesehen von Forschungsprojekten oder neuen innovativen Ansätzen, die wirtschaftliche Nutzung auf bestimmte Gebiete in Deutschland ein (Molasse Becken, Oberrheingraben, Norddeutsches Becken, siehe oben)
- zum Teil Akzeptanzprobleme bei Anrainern aufgrund seismischer Ereignisse bei Betrieb oder Erschließung

Nachfolgend wird der Stand der Nutzung für geothermische Anlagen zur Wärme-, Strom- bzw. kombinierten Strom- und Wärmebereitstellung in Deutschland bis Ende 2019 skizziert.

2.1 Anzahl und bereitgestellte Energiemengen

Bei der Darstellung der Gesamtzahl und Entwicklung von Projekten zur Nutzung der Tiefen Geothermie zur Bereitstellung von Energie wird zwischen ausschließlicher geothermischer Wärmebereitstellung und geothermischer Strom- bzw. kombinierter Strom- und Wärmebereitstellung unterschieden. Die Daten stützen sich auf (GeotIS, 2020) und (GtV, 2020).

2.1.1 Ausschließliche Wärmebereitstellung

In Deutschland waren Ende 2019 rund 27 geothermische Anlagen für eine Nah- oder Fernwärmeversorgung in Betrieb. Die thermische Leistung aller in Deutschland vorhandenen Geothermieanlagen für eine ausschließliche Wärmebereitstellung betrug dabei rund 344 MW. Mit diesen Anlagen wurden im Jahr 2019 rund 1.002 GWh an Wärme bereitgestellt (GeotIS, 2020). Das entspricht einer leichten Zunahme gegenüber dem Vorjahr.

2.1.2 Strom- und kombinierte Strom- und Wärmebereitstellung

In Deutschland waren Ende 2019 zehn geothermische Kraft- bzw. Heizkraftwerke in Betrieb. Die gesamte elektrische Leistung aller in Deutschland am Netz angeschlossenen Kraft- und Heizkraftwerke betrug Ende 2019 rund 41 MW. Die gesamte thermische Leistung der gekoppelten Wärmebereitstellung in den Heizkraftwerken lag bei ca. 100 MW (GeotIS, 2020) .

Während es bei der geothermischen elektrischen Leistung im Laufe des Jahres 2018 zu einem Rückgang gekommen war, da im Heizkraftwerk Unterhaching der Kraftwerksteil stillgelegt wurde (ITG, 2019), ist mit der Inbetriebnahme eines adäquaten Kraftwerksblocks in Holzkirchen im Jahr 2019 wieder ein Zuwachs zu verzeichnen. Die mit den Kraft- bzw. Heizkraftwerken erzeugte Strommenge beträgt rund 0,176 TWh/a (2018: 0,166 TWh, 2017: 0,16 TWh, 2016: 0,17 TWh, 2015: 0,13 TWh, 2014: 0,08 TWh). In Koppelproduktion wurden nach gegenwärtigem Kenntnisstand rund 300 GWh/a an Wärme bereitgestellt (GeotIS, 2020).

3 Entwicklungen und Trends

Trotz vermeintlich ungünstigerer geologischer Randbedingungen sind in Norddeutschland unterschiedliche Aktivitäten zu beobachten. Einerseits wurden z. B. in Schwerin erfolgreich Bohrungen abgeteuft, um die Wärmebereitstellung im Fernwärmenetz der Stadt geothermisch zu unterstützen. Andererseits plant z. B. auch die Stadt Potsdam eine Umstellung der Wärmeerzeugung für das Fernwärmenetz mit Geothermie. Hier ist bis zum Jahr 2022 ein Pilotprojekt geplant, welches mit einer ca. 2.000 m tiefen Bohrung die Wärme erschließen soll (GtV, 2020).

Vor allem im Molassebecken sind für die kommenden Jahre eine Vielzahl von neuen Geothermieprojekten in der Entwicklung. So haben z. B. die Stadtwerke München einen ehrgeizigen Masterplan für eine CO_2-freie Fernwärme, u. a. mit Geothermie, bis zum Jahr 2040 veröffentlicht. Darüber hinaus gibt es Ideen, einzelne Projekte im Großraum München durch Fernwärmeleitungen miteinander zu verbinden, um höhere geothermische Anteile bei der Wärmebereitstellung sowie geringere Risiken und Ausfallzeiten gewährleisten zu können (ITG, 2021).

In einem ähnlichen Zusammenhang bzw. mit einer ähnlichen Zielrichtung kann die Initiative „Wärmewende durch Geothermie“ eingeordnet werden (Wärmewende durch Geothermie, 2021). Die Initiative ist ein Zusammenschluss von Geothermie-Unternehmen, die als kommunale und privatwirtschaftliche Energieversorger fungieren und z. T. seit Jahrzehnten Fernwärme aus tiefer Geothermie an Endkunden liefern. Die Initiative sieht in der Geothermie einen Schlüssel, um vorhandene Infrastrukturen in Form von Wärmenetzen, schnell und kostengünstig klimafreundlicher zu machen. Wird der Geothermie der Zugang zu solchen vorhandenen Netzen ermöglicht, soll dadurch eine schnelle Dekarbonisierung in diesem Sektor erreicht werden. Durch die Initiative werden Problempunkte benannt, welche für einen schnelleren Ausbau der Geothermie essenziell sind (Wärmewende durch Geothermie, 2021).

Resultierend aus dem bisher verhaltenen Ausbau der tiefen Geothermie in Deutschland ist das entsprechende Marktvolumen noch sehr überschaubar. Mögliche Kostenreduktionspotenziale wurden noch nicht erschlossen. Insbesondere bei der Bohrungsabteufung sind noch technische Verbesserungen (z. B. Erhöhung der Lebensdauer von Bohrwerkzeugen, deutliche Reduktion von Energie- und Materialverbrauch, geringere Bohrzeiten) und dadurch Kostensenkungen möglich. Entsprechende Entwicklungen werden immer noch im Wesentlichen von der Erdöl-/Erdgasindustrie getrieben.

Auch andere Entwicklungen und Innovationen können für eine Beschleunigung im Bereich der tiefen Geothermie sorgen.

So eröffnet z. B. die Gewinnung von nachhaltigem, geothermischen Lithium aus Thermalwässern bei der Nutzung von tiefer Geothermie neue Möglichkeiten der Refinanzierung für einzelne Projekte. Das auf diesem Weg gewonnene Lithium weist einen deutlich geringeren CO_2-Ausstoß je kg Lithium auf als Lithium aus dem Tagebau oder aus Verdunstungsbecken. Neben der Energieerzeugung soll bei lithiumhaltigen Thermalwässern, auch eine stoffliche Nutzung etabliert und damit eine Querfinanzierung aufgebaut werden können (Vulcan, 2021).

In eine völlig andere Richtung geht ein Ansatz des kanadischen Unternehmens Eavour Technologies Inc. (Eavor, 2021). Der sogenannte Eavor Loop ist ein geschlossenes System zur Nutzung der tiefen Geothermie. Ein stofflicher Austausch mit dem Untergrund soll ausgeschlossen werden. Das

Grundkonzept besteht aus zwei vertikalen tiefen Bohrungen (verrohrt), welche mittels vieler paralleler Horizontalbohrungen (sogenannte rock-pipes), die viele Kilometer lang sind, miteinander verbunden werden. Da es sich um ein geschlossenes Kreislaufsystem handelt, kann einerseits das Fluid auf natürliche Weise aufgrund des Thermosiphoneffekts[1] zirkulieren. Zum Anstarten des Kreislaufs ist nur anfänglich ein Pumpeneinsatz erforderlich. Andererseits ist das Konzept nicht auf bestimmte Regionen mit guten geologischen Bedingungen wie Aquifere in geeigneter Tiefe mit hohen Fließraten begrenzt, sondern weitläufig einsetzbar. Je nach Bedarf kann laut Entwickler die Größe und Tiefe der Loops in der Planung angepasst und damit die erzeugbare Energiemenge skaliert werden.

Eine erste Demonstrationsanlage, mit der Bezeichnung Eavor-Lite, wurde in Alberta, Kanada errichtet. Die Ergebnisse von Tests und Messungen bestätigen laut Entwickler bisher die thermodynamische Performance des Systems und die Lösung der bohrtechnischen Herausforderungen. Inwieweit sich die hohen Kosten für die vertikalen und horizontalen Bohrungen in einem Projekt wirtschaftlich darstellen lassen, muss noch unter Beweis gestellt werden.
Es könnten die Risiken, welche bei offenen Systemen aufgrund von Nichtfündigkeit, zu vereinzelten Abbrüchen von Projekten geführt haben, minimiert werden. Den hohen Kosten für Bohrung und Ausbau steht, laut Entwickler, eine relativ exakt kalkulierbare Energiemenge gegenüber. Es müssen keine Tiefpumpen, welche aufgrund der gewünscht hohen Volumenströme und Temperaturen sehr teuer und ausfallanfällig sind, zur Förderung des Thermalwassers eingesetzt oder Stimulationen, welche das Risiko ungewollter Seismizität innehaben, zur Erhöhung der Fließrate angewandt werden. Zudem muss bei geschlossenen Systemen nicht mit ungewollten Inhaltsstoffen im Thermalwasser gerechnet werden. Insgesamt lassen sich damit einige Vorteile benennen, welche in den nun folgenden bzw. geplanten, kommerziellen Projekten bestätigt werden müssen. Wie schnell sich z. B. die initiale Fördertemperatur im Betrieb absenkt, hat natürlich starke Auswirkungen auf das Betriebsergebnis des Konzeptes.
Aktuell wird von Eavor versucht, die trockene Bohrung in Geretsried im Großraum München mit Hilfe eines Eavor-Loops für eine energetische Nutzung zu aktivieren (Eavor, 2021).

[1] der Thermosiphoneffekt beruht, auf der unterschiedlichen spezifische Dichte des Wassers bei unterschiedlichen Temperaturen, um einen Wasserkreislauf anzutreiben. Erhitztes Wasser steigt aufgrund seines geringeren spezifischen Gewichts nach oben, während gleichzeitig kälteres Wasser in einer anderen Leitung abwärts sinkt.

4 Literaturverzeichnis

Agemar, T.; Weber, J.; Schulz, R. (01. Juli 2021). Deep Geothermal Energy Production in Germany - Energies 2014, Band 7 Heft 7, 4397-4416. Von Geothermisches Informationsportal für Deutschland: Geothermische Standorte: www.GeotIS.de abgerufen

Eavor. (26. Juni 2021). Technology. Von Eavour Technologies Inc.: eavor.com abgerufen

GeotIS. (2020). Geothermische Standorte. Von Geothermische Informationsportal für Deutschland: www.geotis.de abgerufen

GtV. (2020). Geothermie in Zahlen. Von Bundesverband Geothermie: www.geothermie.de abgerufen

GtV. (25. Juni 2021). Aktuelles/Nachrichten. Von Bundesverband Geothermie: www.geothermie.de abgerufen

ITG. (2019). News. Von Informationsportal Tiefe Geothermie: www.tiefengeothermie.de abgerufen

ITG. (25. Juni 2021). News. Von Informationsportal Tiefe Geothermie: www.tiefengeothermie.de abgerufen

Vulcan. (25. Juni 2021). Zero Carbon Lithium. Von Vulcan Energie Ressourcen GmbH: https://v-er.eu abgerufen

Wärmewende durch Geothermie. (26. Juni 2021). Zahlen & Fakten. Von Wärmewende durch Geothermie: www.waermewende-durch-geothermie.de abgerufen

FICHTNER

Appendix 6

Indikatoren der Erfolgskontrolle

Evaluation und Perspektiven des Marktanreizprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt im Förderzeitraum 2019 bis 2020

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

ENGINEERING CONSULTING

Inhaltsverzeichnis

1 Indikatoren der Zielerreichung 3

1.1 Indikator 1: Erhöhung des EE-Anteils für Wärme- und Kältebedarf 3

1.2 Indikator 2: Senkung der Energiegestehungskosten 3

1.3 Indikator 3: Marktstruktur und Wettbewerb 5

1.4 Indikator 4: Technologischer Standard 6

1.5 Indikator 5: Einsparungen nach EED 6

2 Indikatoren der Wirkungskontrolle 8

2.1 Indikator 6: Förderanteil 8

2.2 Indikator 7: Reaktion des Marktes auf Änderung der Fördersätze und Änderungen an die Förderanforderungen 8

2.3 Indikator 8: Mitnahmeeffekt bei Endkunden 9

2.4 Indikator 9: Vorzieheffekte 9

2.5 Indikator 10: Maßnahmenumfang 10

2.6 Indikator 11: Bekanntheit des Programms 10

3 Indikatoren der Wirtschaftlichkeitskontrolle 11

3.1 Indikator 12: Verhältnis ausgelöstes Investitionsvolumen zu Fördervolumen 11

3.2 Indikator 13: CO_2-Fördereffizienz 11

1 Indikatoren der Zielerreichung

1.1 Indikator 1: Erhöhung des EE-Anteils für Wärme- und Kältebedarf

Erläuterung:	Die Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien an dem Endenergieverbrauch für die Wärme- und Kältebereitstellung wird gemessen, getrennt nach Wärme- und Kältebereitstellung und getrennt nach Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme.
Aussagekraft:	Um Hinweise für eine effektive Programmsteuerung zu geben, sollte nach Wärme- und Kälteversorgung unterschieden werden. Während bei der Umsetzung von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt in den vergangenen Jahren schon gute Erfolge erzielt werden konnten, hinkt der Einsatz erneuerbarer Energien zur Kühlung u.a. aufgrund eines nur eingeschränkten Angebots am Markt verfügbarer Anlagen, hoher Investitionskosten und geringerer Bekanntheit hinterher.
Zielwert:	1.700 GWh/a im Zeitraum 2015-2020
Beispiel:	--
Datenherkunft:	▪ Förder-/Antragsdaten ▪ Die Zielwerte werden aus folgenden Studien abgleitet: BMWi (2015): Energieeffizienzstrategie Gebäude – Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Berlin. 2015. Prognos/ifeu/IWU (2015): Wissenschaftliche Begleitforschung zur Erarbeitung einer Energieeffizienz-Strategie Gebäude. Berlin/Heidelberg/Darmstadt. 2015

1.2 Indikator 2: Senkung der Energiegestehungskosten

Erläuterung:	Es wird die Entwicklung der spezifischen Wärme- bzw. Kältegestehungskosten je Kilowattstunde dargestellt
Aussagekraft:	Dieser Wert lässt Aussagen über die aktuelle Wettbewerbsfähigkeit mit fossilen Energieträgern zu. Der sich in der Vergangenheit nur unstetig entwickelnde Markt für erneuerbare Energien zur Wärmegestehung hat darüber hinaus dazu geführt, dass kurzfristige Kostensenkungen nicht in Preissenkungen umgesetzt wurden. Aus diesem Grund wird empfohlen, die durchschnittlichen Energiegestehungskosten einer bestimmten Technologie und Anlagengröße über zwei Jahre mit den entsprechenden durchschnittlichen Energiegestehungskosten der zweijährigen Vorperiode zu vergleichen. Mit einem längeren Zeitraum als zwei Jahre ließen sich aus der Sicht der Evaluatoren die Effekte des MAP nur noch unzureichend messen. Die Investitionskosten sind ein wesentliches Kostenelement der Energiegestehungskosten erneuerbarer Energien. Eine gesonderte Bewertung scheint daher nicht notwendig.

Zielwert:	Stete Senkung der Differenzkosten zu fossilen Energieträgern
Beispiel:	Wärmegestehungskosten von kleinen solarthermischen Anlagen in Cent pro Kilowattstunde.
Datenherkunft:	▪ Stichprobe von Rechnungen geförderter Anlagen (nicht bei der Evaluation des Förderjahrgangs 2015) ▪ Statistik zu Brennstoff- und Strompreisen
Berechnung:	$\textit{Jährliche Kostensenkung}\ \Delta k_{j,i,n} = \frac{1 - \frac{k_{j,i,n} + k_{j,i,n-1}}{k_{j,i,n-2} + k_{j,i,n-3}}}{2}$ mit $k_{j,i,n}$: spezifische Wärmegestehungskosten der Technologie j in der Anwendung i im Jahr n n: Zu evaluierendes Förderjahr

1.3 Indikator 3: Marktstruktur und Wettbewerb

Erläuterung:	Hier erfolgt eine quantitative Bewertung der Marktstruktur bzw. der Wettbewerbsintensität in den unterschiedlichen Technologiesektoren auf Grundlage des Herfindahl-Hirschmann-Indexes[1].
Aussagekraft:	Mit diesem Indikator kann gemessen werden, ob ein wettbewerbsorientierter und nachhaltiger Markt für Wärme- und Kältetechnologien basierend auf erneuerbaren Energien vorherrscht, bei welchem kein Anbieter eine marktbeherrschende Stellung einnimmt.[2] Die qualitativen Ergänzungen geben Aufschluss darüber, ob der Markt ausreichend Transparenz für den Endkunden bietet, ob ggf. Markteintrittsbarrieren bestehen und wie sich die Vertriebskanäle entwickeln.
Zielwert:	▪ Geringe bis moderate Anbieterkonzentration mit HHI-Werten bis maximal 1.800 ▪ Vollständige Zielerreichung bei einem HHI-Wert kleiner/gleich 750.
Beispiel:	Mögliche Dominanz einzelner Anbieter
Datenherkunft:	▪ Herstellerliste aus BAFA/KfW-Statistik ▪ Auswertung von Brancheninformationen und Fachzeitschriften
Berechnung:	$HHI = \sum_{i=1}^{N} a_i^2 * 10.000$ ai: Marktanteile von Unternehmen auf einem bestimmten Markt N: Anzahl der auf einem bestimmten Markt miteinander im Wettbewerb stehenden Unternehmen Marktanteil a_i des Unternehmens i: $a_i = \frac{Absatz(Umsatz)volumen\ des\ Anbieters\ i}{Gesamtabsatz(Umsatz)aller\ Anbieter}$ Marktanteil a_i des Anbieters i: $a_i = \frac{Anzahl\ erichteter\ Anlagen\ des\ Anbieters\ i\ im\ Technologiesegment\ j}{Gesamtstückzahl\ errichteter\ Anlagen\ im\ Technologiesegment\ j}$ $HHI_{Technologie\ j} = \sum_{i=1}^{N} a_i^2 * 10.000$ a_i: Marktanteile von Unternehmen im Technologiesegment j N: Anzahl der innerhalb des Technologiesegmentes j aktiven Unternehmen ▪ Falls HHI ≤ 750: Zielerreichungsgrad zj = 100 %, ▪ Falls 750 < HHI ≤ 1.800: Zielerreichungsgrad zj = $1 - \frac{HHI-750}{1800-750}$ (kontinuierliches Maß) ▪ Falls HHI > 1.800: Zielerreichungsgrad zj = 0 % $HHI_{MAP} = \sum_{j=1}^{M} x_j * z_j$ x_j: Anteil der Anträge für Technologie j im MAP an der Gesamtantragszahl z_j: Zielerreichungsgrad für das Technologiesegment j M: Anzahl der betrachteten Technologiesegmente (M=7)

1.4 Indikator 4: Technologischer Standard

Erläuterung:	Bewertung der technologischen Anforderungen aus der MAP Richtlinie
Aussagekraft:	Sind die Anforderungen über den Zeitraum verschärft worden?
Zielwert:	Erhöhung der Leistungsfähigkeit (festgelegtes Förderkriterium)
Beispiel:	Anforderung an Effizienz Wärmepumpe, Emissionsanforderungen Biomassekessel.
Datenherkunft:	▪ Förderrichtlinien aus verschiedenen Jahren ▪ Stand der Technik zum Veröffentlichungszeitpunkt der Richtlinie

1.5 Indikator 5: Einsparungen nach EED

Erläuterung:	Erfassung und Berechnung der mit den geförderten Anlagen erzielten ▪ Primärenergieeinsparungen, ▪ Endenergieeinsparungen und ▪ CO_2-Einsparungen ▪ unter Anwendung der im Rahmen der EED etablierten Berechnungsverfahren (insbesondere COM 2010 und COM 2013)
Aussagekraft:	Der Indikator gibt Auskunft darüber, in welcher Quantität Einsparungen erfolgen und damit, welchen Beitrag die Förderung zur Entwicklung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur leistet. Um Wirkungsüberschneidungen mit anderen Fördermaßnahmen und -programmen zu beachten, wird ein Instrumentenfaktor in die Berechnungen aufgenommen.
Zielwert:	--
Beispiel:	▪ Endenergieeinsparungen in [PJ]/Berichtsjahr nach EED ▪ Primärenergieeinsparungen (im Sinne der deutschen Energiebilanz) in [PJ]/Berichtsjahr nach EED ▪ Einsparungen nicht erneuerbarer Primärenergie (nach aktuellem Energiesparrecht) in [PJ]/Berichtsjahr ▪ CO_2-Einsparungen in [t] /Berichtsjahr nach EED ▪ Energiekosteneinsparungen [EUR] / Berichtsjahr
Datenherkunft:	Antragsdaten

Berechnung:	$\Delta E_m = n_m \times \Delta e_m \times f_i$ Mit ΔE_m neue Einsparung der Maßnahme m im Förderjahrgang n_m Aktivitätsgröße der Maßnahme m im Förderjahrgang Δe_m Einheitseinsparwert der Maßnahme m im Förderjahrgang Der Einheitseinsparwert unterscheidet sich je nach Fördergegenstand. Grundsätzlich wurde den Guidance Notes der EU-Kommission zu Art. 7 EED gefolgt f_i Instrumentenfaktor Der Instrumentenfaktor soll die Überschneidungen mit anderen im Rahmen von Art. 7 EED gemeldeten Maßnahmen (u.a. Energie- & Stromsteuer, Ordnungsrecht) bereinigen. Hierzu wird bei der Meldung auf die Setzungen in einem parallel laufenden Projekt BfEE 16/2017 (IIB1) zurückgegriffen.

2 Indikatoren der Wirkungskontrolle

2.1 Indikator 6: Förderanteil

Erläuterung:	Dargestellt wird der spartenspezifische Förderanteil an den gesamten Wärmegestehungskosten.
Aussagekraft:	Wenn der Förderanteil zu gering ist, kann dies ein Hinweis darauf sein, dass das Marktanreizprogramm wenig Anreizwirkung entfaltet. Ein solcher Befund ist allerdings im Zusammenhang mit der parallel durchzuführenden Befragung von Geförderten zu interpretieren. Vielfach können selbst niedrige Förderanteile hohe Anreize (Symbolwirkung) entfalten. Ein geringer Förderanteil führt darüber hinaus auch zu einer hohen Fördereffizienz, das heißt mit geringem Fördermitteleinsatz werden große Investitionen angestoßen.
Zielwert:	--
Beispiel:	Anteil der MAP-Förderung an Wärmegestehungskosten der Solaranlagen.
Datenherkunft:	▪ Investitionskosten aus der Evaluierung inkl. Stichprobenauswertung (nicht für Evaluation des Förderjahrgangs 2015) ▪ Fördersumme aus der MAP-Richtlinie für Referenzsysteme; andere Kosten, z. B. Brennstoffkosten, aus der Wirtschaftlichkeitskontrolle
Berechnung	$spezifischer\ Förderanteil = \frac{Förderung * Wiedergewinnungsfaktor\ Technik\&Installation}{Wärmebedarf\ Heizung\ und\ Warmwasser}$

Die spezifischen kapitalgebundenen Restkosten sowie die spezifischen verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten berechnen sich ebenfalls durch die Division des Wärmebedarfs von Heizung und Warmwasser. Erstere ergeben sich zudem aus der Multiplikation der Investitionskosten mit dem Wiedergewinnungsfaktor für die Technik sowie Installation, welcher nach der VDI 2067 0,08 beträgt, während sich die verbrauchsgebundenen Kosten aus den Energiekosten und den Kosten für den Strom- bzw. Hilfsstromverbrauch zusammensetzen. Die betriebsgebundenen Kosten bestehen dagegen je nach Technologie aus den Kosten für Wartung, Instandsetzung, Versicherung, Schornsteinfegerleistungen sowie Reinigungs- und Betriebskosten.

2.2 Indikator 7: Reaktion des Marktes auf Änderung der Fördersätze und Änderungen an die Förderanforderungen

Erläuterung:	Dargestellt wird die qualitative Entwicklung der geförderten Systeme und des Indikators 1 (Anteil geförderter Anlagen) nach etwaigen Änderungen der Fördersätze oder -tatbestände.
Aussagekraft:	Wenn der Markt signifikant auf eine Änderung der Förderquote oder die Einführung neuer Fördertatbestände reagiert, kann dies ein Hinweis darauf sein, dass das Marktanreizprogramm eine wichtige Anreizwirkung entfaltet. Andernfalls könnte es sein, dass andere Hemmnisse, Fördermechanismen oder Anreizgründe für die Marktentwicklung verantwortlich sind.

Zielwert:	--
Beispiel:	Entwicklung der geförderten Anlagenzahl bzw. der entsprechenden Investitionssumme nach einer Verdopplung der Förderquote für einen spezifischen Fördertatbestand
Datenherkunft:	Anzahl der Zusagen aus der BAFA-/KfW-Statistik

2.3 Indikator 8: Mitnahmeeffekt bei Endkunden

Erläuterung:	Abgefragt wird durch verschiedene Fragen, wie viele der Geförderten auch ohne Marktanreizprogramm eine Anlage gekauft hätten, ergänzt durch eine oder mehrere Kontrollfragen.
Aussagekraft:	Somit ist quantifizierbar, wie viel Prozent der Geförderten ohne Förderung in gleichem Umfang, wie viel mit Einschränkungen und wie viele nicht investiert hätten. Zugleich werden die Gründe für die Installation der Anlage genannt. Indirekt kann zusätzlich gefragt werden, zu welchem Zeitpunkt die Entscheidung für die Investition getroffen wurde.
Zielwert:	--
Beispiel:	
Datenherkunft:	Befragung (dreijährlich) bei BAFA-Geförderten sowie schriftl. Befragung bei KfW-Endkreditnehmern (wegen des Prinzips der Bankendurchleitung) sowie Abgleich der Ergebnisse mit Indikator 12 der Wirtschaftlichkeitskontrolle. Der Indikator wird für die Evaluation nicht erhoben, ggfs. erfolgt eine Befragung im Rahmen der Evaluation 2020.

2.4 Indikator 9: Vorzieheffekte

Erläuterung:	Untersucht wird, ob die Förderung den Investitionszeitpunkt beeinflusst hat und die Investition früher als notwendig/ursprünglich geplant erfolgte.
Aussagekraft:	Die Befragung von Geförderten kann aufklären, ob ohne eine Förderung die EE-Anlage zwar installiert worden wäre, jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt. Vorzieheffekte durch das Förderprogramm können so quantifiziert werden, welche wiederum Auswirkungen auf die Marktentwicklung haben.
Zielwert:	--
Beispiel:	
Datenherkunft:	Befragung (dreijährlich) (BAFA-Teil)

2.5 Indikator 10: Maßnahmenumfang

Erläuterung:	Es wird untersucht, ob die Förderung den Umfang der durchgeführten Maßnahmen (Investitionen) verändert bzw. erhöht hat.
Aussagekraft:	Auch der Einfluss des Marktanreizprogramms auf den Maßnahmenumfang der installierten Anlage gibt zusätzliche Hinweise auf die Ursächlichkeit des Programms. So wird durch jeweils eine Frage erhoben, ob ohne Zugang zur Förderung eine kleinere, eine preisgünstigere oder eine technisch weniger anspruchsvolle bzw. neuartige Anlage installiert worden wäre. Auch eine aufgrund von nicht vorhandener Förderung erfolgende Eigenleistung bei Planung und Installation der Anlage kann zur Operationalisierung der Frage nach dem Maßnahmenumfang dienen.
Zielwert:	--
Beispiel:	
Datenherkunft:	Befragung (dreijährlich)

2.6 Indikator 11: Bekanntheit des Programms

Erläuterung:	Bezüglich der Bekanntheit des Programms sind verschiedene Fragen im Fragebogen möglich (vgl. Langniß et al. 2010): ▪ Woher ist das Förderprogramm bekannt (z.B. Presse, Architekt, Handwerker, Hersteller, Internet etc.) ▪ Wird die Information in der Öffentlichkeit als ausreichend empfunden?
Aussagekraft:	Verbesserungsvorschläge bezüglich Vermarktung des Marktanreizprogramm und Zielgruppen
Zielwert:	--
Beispiel:	
Datenherkunft:	Befragung der Geförderten. Telefonbefragung (BAFA) und Auswertung der Homepage-Besuche der BMWi (ehemals BMU)-MAP-Seiten. Befragung von ausgewählten Handwerkern und Verbänden.

3 Indikatoren der Wirtschaftlichkeitskontrolle

3.1 Indikator 12: Verhältnis ausgelöstes Investitionsvolumen zu Fördervolumen

Erläuterung:	Dieser Indikator ergibt sich aus dem Bezug der im Rahmen des MAP getätigten Investitionen in erneuerbare Wärmeanlagen auf die dafür aufgewendeten Fördermittel.
Aussagekraft:	Das Verhältnis ist ein guter Indikator für den effizienten Einsatz der Fördermittel. Allerdings sollte das Ergebnis einer Abstimmung mit den Ergebnissen der Stichprobenauswertung der Wirkungskontrolle zur Identifikation möglicher Mitnahmeeffekte unterzogen werden. Dies wird vor allem dort notwendig sein, wo große Investitionsvolumina vermeintlich durch sehr geringe Förderbeträge ausgelöst werden. Ein um die Mitnahmeeffekte bereinigtes Verhältnis zwischen Investitionen und Förderung ist damit vor dem Hintergrund der Zielsetzung des Förderprogramms auch ein Indikator für die Notwendigkeit und die Berechtigung der eingesetzten Fördermittel. Dieser Abgleich kann für die Förderjahrgänge 2015/2016 nicht erfolgen. Bei der Interpretation des Hebeleffektes sollten auch weitere Entwicklungen berücksichtigt werden, die die Investitionsentscheidungen der Antragsteller beeinflussen, und dabei in den Bereich der Wirkungskontrolle fallen wie z.B. die Entwicklung der Brennstoff- und Materialpreise oder parallele Förderprogramme.
Zielwert:	Die Festlegung eines konkreten Zielwertes ist aufgrund des komplexen Wirkungszusammenhangs schwierig. Weiterhin besteht ein Zielkonflikt zwischen diesem Indikator und dem übergeordneten Ziel „Erhöhung des Absatzes“.
Beispiel:	Investitionsvolumen aller geförderten Anlagen zum Volumen der Förderung
Datenherkunft:	Die Datengrundlage zur Bestimmung dieses Indikators ergibt sich direkt aus den Angaben von BAFA und KfW (Antragsdaten).

3.2 Indikator 13: CO_2-Fördereffizienz

Erläuterung:	Höhe der aufgewendeten Fördermittel je vermiedener Einheit an CO_2e-Emissionen
Aussagekraft:	Die CO_2-Fördereffizienz bezieht sich auf CO_2e-Emissionen, d.h. neben reinem CO_2 werden auch andere Treibhausgasemissionen mit ihren entsprechenden CO_2-Emissionsäquivalenten berücksichtigt. Der Indikator drückt aus wie fördermittelinvestiv die Reduktion einer Einheit an CO_2e-Emissionen ist. Die CO_2e-Emissionen werden über die Lebensdauer der Anlage aufsummiert. In der Bewertung des MAP beschränkt sich dieser Indikator ausschließlich auf die Förderung durch das BAFA und auf die Zuschüsse der KfW. Der Indikator wird somit aus der Perspektive des Fördermittelgebers dargestellt.

	Soweit möglich wird dieser Indikator für die unterschiedlichen Technologiesparten erhoben, welche BAFA oder KfW Förderung erhalten. Die Ergebnisse ermöglichen einerseits eine Aussage, welche Technologiesparten eine besonders hohe Fördereffizienz aufweisen und bei welchen Technologien die Fördereffizienz eher gering ist. Andererseits kann der Indikator aggregiert für die BAFA Förderung und KfW Förderung ausgewiesen werden und ermöglich somit einen Vergleich der beiden Förderteile BAFA und KfW. Darüber hinaus können mit dieser statistischen Kennzahl längerfristige Entwicklungen im Sinne einer Zeitreihe abgebildet werden. Der Indikator kann – soweit verfügbar - mit gewissen Einschränkungen mit den Ergebnissen anderer Förderprogramme verglichen werden. Beispielsweise wurde der Indikator auch im Ersten Fortschrittsbericht zur Energiewende für das KfW Förderprogramm „Effizient Sanieren“ ausgewiesen (Quelle: BMWi, 2014). Dennoch scheint ein direkter Vergleich nur eingeschränkt sinnvoll, da die Datenbasis und die Berechnung des Indikators mitunter verschieden sind. So basiert beispielweise der entsprechende Indikator für das KfW-Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ auf CO_2-Vermeidungsfaktoren und nicht auf CO_2e-Vermeidungsfaktoren, wie für die MAP Evaluation, die auch weitere Treibhausgase außer CO_2 berücksichtigen. Weiterhin kann die Basis für die CO_2-Vermeidungsfaktoren unterschiedlich sein (z.B. UBA oder programmspezifisch hergeleitet). Auch können unterschiedliche Kosten zu Grunde gelegt werden (Zuschüsse und Kosten für die Kreditförderung). Ebenso ist die angenommene Lebensdauer, mit der eine Maßnahme bewertet wird, unter Umständen verschieden. Besonders wichtig ist die Perspektive, aus der die CO_2-Fördereffizienz berechnet wird. Dies kann die Perspektive des Fördermittelgebers als auch die des Investors, der die Gesamtkosten trägt, sein. Die Ergebnisse sind dabei sehr unterschiedlich. All diese Parameter beeinflussen die Ergebnisse der Indikatoren, die zu Vergleichszwecken herangezogen werden könnten. Eine vereinheitlichte Herleitung dieses Indikators scheint daher sinnvoll, soll der Indikator für den Vergleich verschiedener Förderprogramme genutzt werden
Zielwert:	kein Zielwert definiert; ein Vergleich mit anderen Förderprogrammen erfordert die Berücksichtigung der oben beschriebenen methodischen Unterschiede bei der Ermittlung der Einsparung. Eine Aussage zum Effekt der Förderung ist trotzdem möglich, auch wenn dafür kein konkreter Zielwert vorgegeben ist
Beispiel:	€ Fördermitteleinsatz/t CO_2e
Datenherkunft:	jährliche Daten zur Förderhöhe bzw. Zuschüssen in € (BAFA und KfW), CO_2e-Vermeidungsfaktoren in g/kWh (UBA, aktuelle Publikation), Berechnungen zur eingesparten Endenergie (GWh/a)
Berechnung:	$CO_2 Fördereffizienz = \frac{Fördermitteleinsatz\ [€]}{vermiedene\ Menge\ an\ CO_2e\ [t]}$