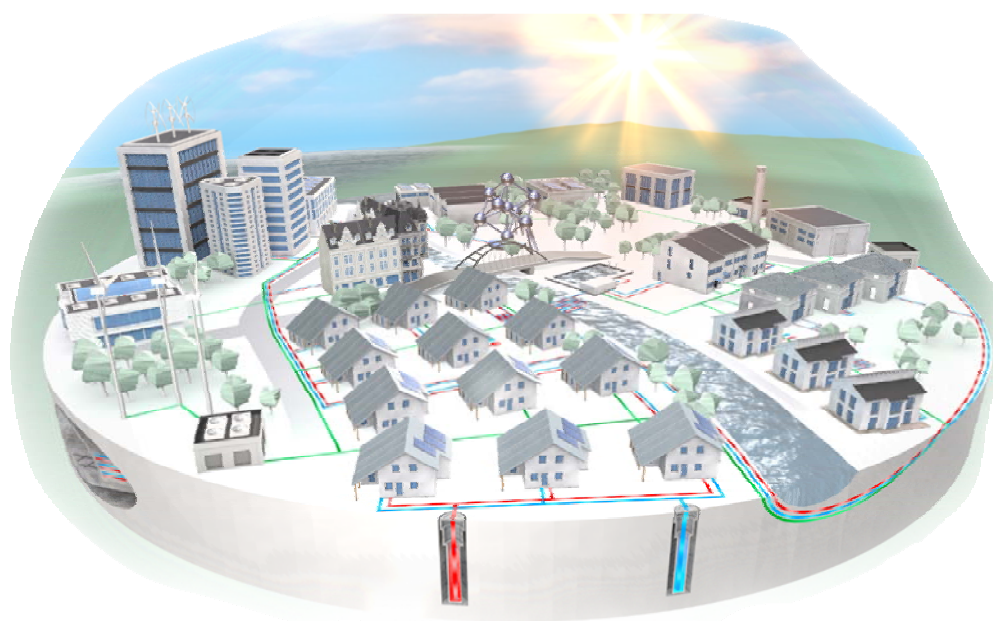


# Österreichische Technologie-Roadmap für Wärmepumpen

M. Hartl  
P. Biermayr  
A. Schneeberger  
P. Schöfmann



Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 8/2016

## **Danksagung:**

Der vorliegende Bericht über die Technologie- und Marktentwicklung der Wärmepumpe in Österreich bis 2030 ist durch die Mithilfe zahlreicher Personen in Unternehmen, insbesondere aus der nationalen Wärmepumpenbranche, den Landesregierungen und Institutionen zur Abwicklung von Förderungen sowie in den beteiligten Forschungseinrichtungen zustande gekommen. Ihnen sei für die konstruktive Kooperation während der Projektarbeit herzlich gedankt!

Das Projektteam

## **AutorInnen:**

*Technologie-Roadmap und Forschungsagenda:*

Dipl.-Ing.(FH) Dr. Michael Hartl, Mag. Annemarie Schneeberger, PMSc,

Dipl.-Ing.(FH) Petra Schöfmann

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

*Markt-Roadmap:*

Dipl.-Ing. Dr. Peter Biermayr

Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think)

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula  
Koordination: Mag. Sabine Mitter

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

## **Quellennachweis Titelbild:**

EHPA European Heat Pump Association

# Österreichische Technologie-Roadmap für Wärmepumpen

**AIT Austrian Institute of Technology GmbH**

Dipl.-Ing.(FH) Dr. Michael Hartl  
Mag. Annemarie Schneeberger, PMSc  
Dipl.-Ing.(FH) Petra Schöfmann



**Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt  
(e-think)**

Dipl.-Ing. Dr. Peter Biermayr



Wien, Juni 2016

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie  
und dem Verein Wärmepumpe Austria





## Vorwort



Für ein zukunftsfähiges, klimaverträgliches Energiesystem müssen wir die erneuerbaren Energien massiv ausbauen und die Energieeffizienz weiter steigern. Um das zu erreichen, braucht es die öffentliche Hand, die in die Forschung und Entwicklung investiert.

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie hat in dem Zusammenhang die Technologie-Roadmap für Wärmepumpen beauftragt. Denn Wärmepumpen sind eine vielfältig einsetzbare Technologie. Sie können sehr viel dazu beitragen, das Energiesystem CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten.

An der Erstellung der vorliegenden Roadmap haben in einem österreichweiten partizipativen Prozess Expertinnen und Experten der Wärmepumpenindustrie, von Forschungseinrichtungen, des öffentlichen Sektors und AnwenderInnen aus Industrie, Energieversorgung und Wohnbau mitgewirkt. Dafür möchte ich Ihnen herzlich danken.

Die Technologie-Roadmap zeigt das Entwicklungspotential der Wärmepumpe in Österreich bis 2030, bietet Handlungsempfehlungen für Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik, erörtert, welche Rahmenbedingungen notwendig sind und welche Marktentwicklung abschätzbar ist. Damit ist die Roadmap auch für HerstellerInnen und AnlagenplanerInnen eine nützliche Unterlage.

Große Potentiale für die Wärmepumpe sehen die ExpertInnen in den Anwendungsbereichen der thermischen Netze, in Industrie- und Gewerbeunternehmen sowie beim Lastmanagement in intelligenten elektrischen Netzen. Klar ist, dass wir weiter in Forschung und Entwicklung investieren müssen, um die Technologie noch effizienter und breiter einsetzbar zu machen.

Ich bin davon überzeugt, dass Innovationen im Bereich der Energietechnologien nicht nur zu nachhaltiger und sicherer Energieversorgung beitragen, sondern auch den Produktionsstandort stärken und hochwertige Arbeitsplätze in Österreich sichern.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jörg Leichtfried'. The signature is fluid and cursive, with a large initial 'J' and 'L'.

Mag. Jörg Leichtfried  
Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort



Die Wärmepumpe ist durch die Nutzung regenerativer Umweltwärme das unabhängige Heizsystem der Zukunft und trägt maßgeblich zur Verbesserung der energie- und umweltpolitischen Situation Österreichs bei. Die Wärme wird aus Luft, Wasser und dem Erdreich gewonnen und ist jederzeit verfügbar. Das bedeutet langfristige Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Steigerung von Effizienz und Senkung der Kosten.

Die Wärmepumpentechnologie gewinnt rasant an Bedeutung und entwickelt sich heute zu einer Schlüsseltechnologie für die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau erneuerbarer Energie. Andere Länder wie Schweden zeigen mit ihrem deutlichen Fokus auf Wärmepumpen bereits, welchen großen Nutzen für die Volkswirtschaft Wärmepumpen generieren können.

Um zielgerichtet neue Anwendungsgebiete zu erschließen, sind fördernde Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung wichtig. Für die Etablierung einer bewährten Technologie in neuen Anwendungsgebieten ist die Erstellung eines zeitlichen Fahrplans notwendig. Mit der Roadmap ist es gelungen, einen solchen Fahrplan mit Prioritäten zu versehen, um die nötige Unterstützung in den verschiedenen Anwendungsgebieten auf richtige Art und Weise und zum richtigen Zeitpunkt zu erhalten.

Dieser Fahrplan beschreibt dabei neben Technologie und Marktentwicklung auch die Herausforderungen und Barrieren der kommenden Jahre und Jahrzehnte. Es liegt an allen Beteiligten, an den direkten und indirekten Adressaten dieser Roadmap, die Entwicklung der Wärmepumpentechnologie zur Sicherung effizienter und sauberer Energieversorgung in Österreich zu unterstützen. Gemeinsam können wir die Herausforderungen der Zukunft meistern und unsere Umwelt-, Energie- und Klimaziele erreichen. Unser Dank gilt dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), dem Austrian Institute of Technology (AIT), dem Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think), allen teilnehmenden Unternehmen und dem Team der hier vorliegenden Veröffentlichung.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Freimüller', written in a cursive style.

Richard Freimüller  
Präsident Wärmepumpe Austria





## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund der Technologieroadmap .....	22
1.1	Motivation, Zielsetzungen und Aufbau .....	22
1.2	Methodik und Daten .....	23
2	Wärmepumpenmarkt in Österreich .....	28
2.1	Historische Marktentwicklung bis 2015 .....	28
2.2	Die österreichische Wärmepumpenbranche .....	34
2.3	Energiepolitische Instrumente .....	35
2.4	Fördernde und hemmende Faktoren der Marktentwicklung .....	38
3	Aktuelle Situation der Wärmepumpentechnologie .....	48
3.1	Aktuelle Anwendungsfelder .....	48
3.1	Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Österreich .....	49
3.2	Stärkefelder und Herausforderungen der österreichischen Wärmepumpenindustrie .....	56
4	Zukünftige Potenziale der Wärmepumpentechnologie .....	61
4.1	Vision der nationalen Wärmepumpenbranche .....	61
4.2	Positionierung der österreichischen Akteure bis 2030 .....	61
4.3	Szenarien für die Marktentwicklung in Österreich bis 2030 .....	63
4.4	Forschungs- und Innovationsbedarf bis 2030 .....	100
5	Empfehlungen .....	120
5.1	Empfehlungen im Bereich der F&E Förderung .....	121
5.2	Empfehlungen im Bereich anreizorientierter Instrumente .....	121
5.3	Empfehlungen im Bereich normativer Instrumente .....	122
5.4	Empfehlungen im Bereich informatorische Instrumente .....	122
6	Literatur .....	123



## Zusammenfassung

**Motivation/Ausgangssituation:** Die Einhaltung ambitionierter Klima-, Energie- und Umweltziele verlangt den Umbau der Energieversorgung in ein CO<sub>2</sub>-armes, effizientes und erneuerbares Energiesystem. Wärmepumpen sind eine vielfältig einsetzbare, erneuerbare Energie- sowie Energieeffizienztechnologie. Sie haben großes Potenzial einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen, Steigerung der Energieeffizienz sowie Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien und damit zur Bewältigung der zentralen zukünftigen Herausforderungen der nationalen Energieversorgung zu leisten. Die Anwendungsfelder der Technologie reichen von der umweltschonenden Beheizung und Kühlung von Gebäuden, zur optimierten Wärme- und Kältebereitstellung via thermische Netze bis hin zum effizienten Energieeinsatz in Industrie- und Gewerbeunternehmen. Des Weiteren können sie eine wichtige Rolle beim Lastmanagement in zukünftigen intelligenten elektrischen Netzen spielen.

Mit der vorliegenden Roadmap wird eine nationale Technologieroadmap auf Basis der Stärken der nationalen Wärmepumpenbranche sowie den Anforderungen der AnwenderInnen im Rahmen eines umfassenden partizipativen Stakeholder Prozesses erarbeitet. Es werden insbesondere Szenarien der Marktentwicklung in Österreich in verschiedenen Einsatzfeldern der Technologie entwickelt und der damit verbundene technologische Forschungs- und Entwicklungsbedarf bis 2030 aufgezeigt. Auf dieser Basis werden konkrete Handlungsempfehlungen für Politik, Anwender, Industrie sowie Forschung und Entwicklung abgeleitet, um eine möglichst breite Marktdurchdringung von Wärmepumpen in Österreich zu forcieren. Die vorliegende Roadmap wurde vom BMVIT sowie dem Verband Wärmepumpe Austria beauftragt und finanziert, und von einem Projektteam bestehend aus AIT Austrian Institute of Technology GmbH und dem Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think) durchgeführt.

**Inhalt der Arbeit:** Im Rahmen dieser Roadmap, die sich in ihrer Struktur an den vier Hauptanwendungs- bzw. Innovationsbereichen „Wärmepumpen für Wohn- und Nichtwohngebäude“, „Wärmepumpen in Smart Electric Grids“, „Wärmepumpen in thermischen Netzen“ und „Wärmepumpen für Industrieprozesse“ orientiert, wurden insbesondere folgende Themenschwerpunkte bearbeitet:

- Analyse der fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktdiffusion von Wärmepumpen in Österreich,
- Entwicklung von Zukunftspfaden der Wärmepumpentechnologie in Österreich auf Basis der Ergebnisse aus einem Workshopzyklus mit ExpertInnen und detaillierten Marktanalysen,
- Erhebung und Analyse der Stärkefelder und Herausforderungen der Österreichischen Wärmepumpenindustrie sowie deren Positionierung in 2030,
- Darstellung der zukünftigen Einsatzfelder sowie des technologischen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs der Wärmepumpentechnologien bis 2030, und
- Ableitung von Empfehlungen zur Erreichung der Ziele der österreichischen Akteure im Wärmepumpensektor entsprechend den Anforderungen der Anwendungsfelder.

**Methodik und Daten:** Die vorliegende Roadmap wurde in Anlehnung an den IEA Leitfaden zur Erstellung von Energietechnologie-Roadmaps im Rahmen eines umfassenden, partizipativen Stakeholder Prozesses entwickelt im Zuge dessen mehr als 140 VertreterInnen aus Politik, Wirtschaft, Industrie und der Forschungs-Community teilgenommen haben. Es wurde ein

Workshopzyklus bestehend aus drei ExpertInnenworkshops, eine Herstellerbefragung sowie zahlreiche Gespräche mit ExpertInnen durchgeführt. Zusätzlich wurden 44 nationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Forschungsbereich ausgewertet, Modellrechnungen zur Entwicklung von Marktszenarien und diffusionstheoretische Analysen durchgeführt.

**Ergebnisse:** Die wesentlichen Ergebnisse in den vier Anwendungs- und Innovationsfeldern der Wärmepumpentechnologie sind:

### Wärmepumpen für Wohn- und Nichtwohngebäude

- Der Absatz von Heizungswärmepumpen ist in den letzten Jahren insbesondere aufgrund wachsender Verkaufszahlen im kleinsten Leistungssegment bis 10kW kontinuierlich gestiegen. Luft/Wasser Wärmepumpen stellen aufgrund ihrer geringen Investitionskosten sowie der einfachen Installation den dominanten Wärmepumpentyp dar. Diese Trends werden in den Szenarien bis 2030 bestätigt.
- Schallemissionen von Luft/Wasser Split-Wärmepumpen und die damit verbundenen potenziellen Akzeptanzprobleme werden als die größte Herausforderung bei der Entwicklung des Massenmarktes in den Leistungssegmenten bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW gesehen. Die weitere Marktentwicklung in diesen Segmenten hängt maßgeblich von dieser Thematik ab. Forschungsschwerpunkte betreffen hierbei die Reduktion der Schallemissionen durch technische und normative Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.
- Heizungswärmepumpen für den Einsatz im Neubau sind technologisch ausgereift. Potenzial für Forschung und Entwicklung gibt es bis 2030 beim Einsatz der Wärmepumpe im Zuge der Gebäudesanierung. Der Sanierungsmarkt wird von zahlreichen ExpertInnen als der größte Zukunftsmarkt gesehen. Die identifizierten Forschungsthemen betreffen dabei kombinierte Wärmepumpensysteme und deren effiziente Integration, Automatisierung und Regelung, Konzepte für Wärmepumpen zum simultanen Heizen und Kühlen und Großwärmepumpen für den Einsatz in sanierten großvolumigen Gebäuden.

### Wärmepumpen in Smart Electric Grids

- Wärmepumpen gelangten in den letzten Jahren immer stärker in den Fokus von Power-to-Heat und Lastflexibilisierungsmaßnahmen. Seitens der nationalen Wärmepumpenbranche wurden dafür „Smart Grid Ready“ Wärmepumpen entwickelt und auf den Markt gebracht. Die Wärmepumpenindustrie ist damit für diese Anwendungen bereits gerüstet.
- Der Handlungsbedarf liegt im Moment bei den Netzbetreibern und Energieversorgern. Für eine breite Anwendung von Wärmepumpen in Smart Electric Grids bedarf es zum einen eines Ausbaus von Smart Electric Grid Technologien, zum anderen sind seitens der Netzbetreiber und Energieversorger offene Fragen zur physikalischen Schnittstelle und zum Informationsaustausch zu klären sowie geeignete Markt- und Geschäftsmodelle zu entwickeln.

### Wärmepumpen in thermischen Netzen

- Die Integration von Wärmepumpen in thermische Netze wurde im Ausland bereits vielfach erfolgreich demonstriert. In Österreich ist diese Anwendung jedoch sehr innovativ. Mit Stand der Technik Wärmepumpen sind die in Österreich üblichen Vorlauftemperaturen von Wärmenetzen von bis zu 120°C sowie Quellentemperaturen von 55°C machbar, die Anwendung stellt bislang eine betriebswirtschaftliche Herausforderung dar.

- Eine zukünftige Absenkung der Vorlauftemperaturen thermischer Netze, wie sie insbesondere im Kontext der vermehrten Einspeisung industrieller Abwärme bzw. der verstärkten Nutzung von Umweltwärme diskutiert wird, verlangt nach sogenannten „Booster-Wärmepumpen“, das sind Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung vor Ort. Das Potenzial derartiger Wärmepumpen wird von nationalen Herstellern gesehen. Entsprechende Produkte wurden bisher noch nicht entwickelt.

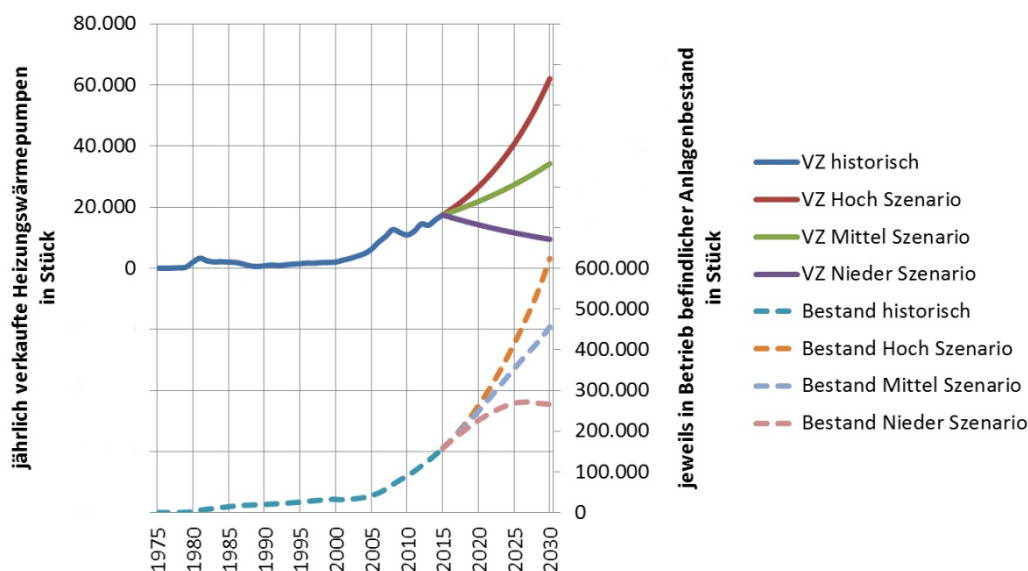
### Wärmepumpen für Industrieprozesse

- Die Integration von Wärmepumpen in Industrieprozesse befindet sich trotz des großen technischen Potenzials noch in einer sehr frühen Diffusionsphase, die aufgrund der geringen nationalen Absatzzahlen noch keine seriöse Trendabschätzung erlaubt. So sind derzeit nur wenige nationale Innovatoren und frühe AnwenderInnen am Markt tätig.
- Die größten Hemmnisse bei der Marktdiffusion von Industrierärmepumpen liegen im informatorischen Bereich. Der Bekanntheitsgrad der technischen Möglichkeiten und der wirtschaftlich umsetzbaren Anwendungspotenziale ist bei den relevanten AkteurInnen gering. Auch die erforderliche Vernetzung von AnwenderInnen, AnlagenplanerInnen und ProduzentInnen ist in einem sehr frühen Stadium. Die Dokumentation und Verbreitung einer größeren Zahl von nationalen „Good Practise“ Beispielen wäre in diesem Bereich ein wichtiger Schritt.
- Rahmenbedingungen wie z.B. der Anstieg der Erneuerbaren in der Elektrizitätsversorgung und die erweiterten technischen Möglichkeiten der Technologie durch die Verfügbarkeit neuer Kältemittel bieten der nationalen Wärmepumpenbranche einen weiten Bereich für Innovationen, Patente und neue Märkte.
- Von Seiten nationaler Forschungseinrichtungen und der öffentlichen Hand wurde dieses Marktpotenzial erkannt. So ist das Fördervolumen der nationalen Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Fokussierung auf der Entwicklung neuer Konzepte für Industrierärmepumpen in den Jahren 2013 und 2014 besonders stark gestiegen.
- Die Forschungs- und Entwicklungsthemen bis 2030 umfassen insbesondere die Umsetzung von Musterlösungen und Pilotanlagen unter Einsatz der bereits am Markt verfügbaren Wärmepumpentechnologie in ausgewählten Branchen und Prozessen, die Entwicklung verbesserter Industrierärmepumpen für höhere Nutzungstemperaturen und die Erarbeitung neuer Konzepte für Industrierärmepumpen.

**Marktszenarien bis 2030:** Bei der Entwicklung der Marktszenarien wurden Erkenntnisse aus abgeschlossenen Forschungsprojekten, Analysen der historischen Marktentwicklung und Erkenntnisse aus den ExpertInnenworkshops zusammengeführt. Marktszenarien wurden für die unterschiedlichen Wärmepumpentypen und Leistungsklassen entwickelt und auf Basis der jährlichen Verkaufszahlen und der in Betrieb befindlichen Anlagen für den Zeitraum von 2015 bis 2030 quantitativ und qualitativ dargestellt. Für jeden Wärmepumpentyp und jede Leistungsklasse wurde ein Nieder, ein Mittel und ein Hoch Szenario entwickelt. Die Ergebnisse der Szenarien sind für das Jahr 2030 in **Tabelle 1** dokumentiert und für das Aggregat der Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen) in **Abbildung 1** dargestellt.

**Table 1:** Zusammenfassung der Szenarien-Ergebnisse

	HZ-WP bis 20 kW	HZ-WP größer 20 kW bis 50 kW	HZ-WP größer 50 kW	Wohn- raum- lüftungs WP	In- dustrie WP	Brauch- wasser WP	Summen
jährlich neu installierte Wärmepumpen in Stück (Verkaufszahlen)							
Status quo 2015	16.070	1.201	180	49	18	5.482	23.000
2030 Nieder Szenario	8.193	960	331	130	26	6.460	16.099
2030 Mittel Szenario	31.030	2.020	1.176	1.393	277	11.895	47.791
2030 Hoch Szenario	56.403	3.288	2.365	2.814	512	46.992	112.374
in Betrieb befindliche Wärmepumpen in Stück (Bestandszahlen)							
Status quo 2015	143.118	13.511	1.453	4.685	102	78.700	241.569
2030 Nieder Szenario	242.302	19.200	4.500	2.600	485	113.987	383.074
2030 Mittel Szenario	418.078	28.841	9.076	7.368	1.658	151.549	616.571
2030 Hoch Szenario	572.504	36.940	14.555	12.333	2.570	335.193	974.095



**Abbildung 1:** Ergebnisse der Szenarien bis 2030 für das Aggregat der Heizungsärmepumpen (alle Leistungsklassen). Dargestellt sind die jährlichen Verkaufszahlen und die Anzahl der jeweils in Betrieb befindlichen Anlagen. Abkürzung: VZ...jährliche Verkaufszahlen

Die Verteilung der Heizungsärmepumpen (HZ-WP) bis 20 kW auf die erst seit 2012 getrennt erfassten Leistungsklassen bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW wird bis 2030 von der zukünftigen Qualität thermischer Sanierungen abhängen. Bei hoher durchschnittlicher Sanierungsqualität wird das kleinste Leistungssegment stark dominieren, bei niedriger Sanierungsqualität das höhere Leistungssegment. Die zukünftigen Verkaufszahlen von Heizungsärmepumpen werden davon abhängen, wie gut der Sanierungsbereich ab 2020 besetzt werden kann, wie gut es gelingt die Herausforderung der Schallemissionen bei Luft/Wasser Systemen zu meistern und wie sich exogene Faktoren wie der Heizöl- und Erdgaspreis bis 2030 entwickeln. Der Einfluss nationaler Marktanzreizprogramme wird von ExpertInnen der Branche als abnehmend eingestuft, da 2015 in Österreich bereits zwei von drei Heizungsärmepumpen ohne Förderung installiert wurden.

Im Hoch Szenario des Aggregats Heizungsärmepumpen (alle Leistungsklassen) werden im Jahr 2030 62.056 Heizungsärmepumpen verkauft, dies sind 3,6-mal so viele Wärmepumpen wie im

Jahr 2015. Der in Betrieb befindliche Anlagenbestand wächst im selben Zeitraum auf 624.000 Stück. Im Jahr 2030 sind in diesem Szenario in Österreich damit ca. 4-mal viele Heizungs-wärmepumpen in Betrieb, wie dies im Jahr 2015 der Fall war.

Die durch den Einsatz von Wärmepumpen erzielten Nettoeinsparungen der Treibhausgas-emissionen können im Vergleich mit dem Referenzjahr 2015 bis zum Jahr 2030 bis zu einen Faktor 5,4 erhöht werden und damit zu einer Einsparung von mehr als 3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>äqu führen. Einen besonderen Stellenwert nehmen dabei Industrierärmepumpen ein, die trotz vergleichsweise geringer Stückzahlen einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtbilanz erbringen. Im Hochszenario werden bis zu 4.500 neue Arbeitsplätze geschaffen, wobei ein Branchenumsatz von 1,2 Mrd. Euro zu verzeichnen ist. Die wichtigsten Elemente bis 2030 sind dabei einerseits die Entwicklung des Heizungswärmepumpen Massenmarktes und andererseits die Entwicklung eines Wachstumsmarktes im Bereich der Industrierärmepumpen.

**Empfehlungen (E1 bis E20):** Aus den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich folgende Empfehlungen für die Bereiche Förderung von Forschung und Entwicklung, anreizorientierte, normative und informatorische Instrumente ableiten:

---

### *Förderung von Forschung und Entwicklung*

---

- E1 Entwicklung von Wärmepumpenlösungen für den Einsatz im sanierten (großvolumigen) Wohnbau unter besonderer Berücksichtigung der Themen Energieeffizienz, Akustik von Luft/Wasser Wärmepumpen, kombinierte Wärmepumpensysteme, und Weiterbildungsprogramme für InstallateurInnen und AnlagenplanerInnen, insbesondere für komplexe Heizungssysteme mit Wärmepumpen. Adressierte Institutionen: BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder
- 
- E2 Forschung im Bereich der Schnittstelle der Wärmepumpen zum elektrischen Netz inklusive Definition des normativen Handlungsbedarfs zur Definition der Schnittstelle. Adressierte Institutionen: BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder
- 
- E3 Entwicklung von Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung (Brauchwassererwärmung und Raumheizung) unter der Voraussetzung der Verfügbarkeit von Niedertemperaturwärmenetzen (Stichwort Booster-Wärmepumpen). Adressierte Institutionen: BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder
- 
- E4 Förderung von Technologieentwicklung der Industrierärmepumpe bis zu einer Nutzungstemperatur von 155 °C zur Abwärmenutzung und Prozessintegration. Adressierte Institutionen: BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder
- 

### *Anreizorientierte Instrumente*

---

- E5 Ergänzung des Maßnahmenkatalogs im Sinne des Energieeffizienzgesetzes in Hinblick auf Wärmepumpen in industriellen Prozessen. Adressierte Institutionen: BMWFW
- 
- E6 Technologieneutrale Förderung von Niedertemperaturheizungssystemen im Bereich der Wohnbau- und Energieeffizienzförderung. Adressierte Institutionen: Landesstellen im Bereich Wohnbau und Wohnbauförderung
- 
- E7 Bundeseinheitliche und zwischen Ländern harmonisierte Programme im Bereich der Wohnbau- und Anlagenförderung. Adressierte Institutionen: Landesstellen im Bereich Energie und Wohnbau
- 
- E8 Entwicklung und Implementierung technologieneutraler bundeseinheitlicher Markt-anreizprogramme. Adressierte Institutionen: KLIEN, KPC
- 
- E9 Bundes- bzw. Landesdarlehen zur Unterstützung von Contracting-Modellen im großvolumigen Wohnbau sowie Gewerbe- und Dienstleistungsgebäuden. Adressierte Institutionen: AWS
- 
- E10 Sonderregelungen für oder Herausnahme von Wärmepumpen Systemen aus allfälligen
-

m<sup>2</sup>-bezogenen Errichtungs-Investitionsobergrenzen beim geförderten (Wohn-)Bau. Adressierte Institutionen: Förderstellen der Länder.

---

E11 Gezielte Steigleitungs- und Wärmeabgabe-Systemförderung (Heizkörperaustausch und Anbindungsleitung) in der Sanierung zur Substitution von Gasthermen und Etablierung von Wärmepumpen. Adressierte Institutionen: Förderstellen der Länder

---

E12 Anreize zur Weiterbildung der FachplanerInnen bzw. -installateurInnen durch höhere Förderungen für Endkunden, sowie beim Einsatz zertifizierter Produkte. Adressierte Institutionen: Landesstellen im Bereich Umweltschutz und Baurecht, BMFLUW, Umweltbundesamt Forum Schall, Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL)

---

#### *Normative Instrumente*

---

E13 Ausstieg und Verbot von Heizungssystemen auf Basis fossiler Energieträger im Neubau. Festlegung von maximalen CO<sub>2</sub> Emissionen oder (Primär-)Energieindikatoren von Gebäuden entsprechend den Anforderungen zur Erreichung der Ziele 2050. Adressierte Institutionen: BMWFW

---

E14 Bundesweit harmonisierte und wirtschaftsverträgliche Regelung für Schallimmissionen durch den Betrieb von Luft/Wasser Wärmepumpen. Adressierte Institutionen: ÖAL Österreichische Arbeitsgruppe Lärm, Arbeitsgruppe 146

---

E15 Akzeptanz von Wärmeabgabesystemen mit Heizkörper in einem teilsanierten Haus als Niedertemperaturabgabesystem. Adressierte Institutionen: Landesstellen aus dem Bereich Wohnbau und Wohnbauförderung.

---

E16 Weiterentwicklung eines bundeseinheitlichen regulatorischen Rahmens für Netzentgelte für unterbrechbare Tarife. Adressierte Institutionen: Energie-Control Austria

---

#### *Informatorische Instrumente*

---

E17 Verstärkte Integration des Themas Wärmepumpe in die Lehrlingsausbildung, über die hydraulischen Grundschaltungen hinausgehend, z.B. Integration kombinierter Wärmepumpensysteme etc. Adressierte Institutionen: Bundesinnungen für HKLS- und ElektroinstallateurInnen

---

E18 Förderung der Entwicklung von Weiterbildungsmodulen für Kurse für InstallateurInnen, EnergieberaterInnen und AnlagenplanerInnen. Adressierte Institutionen: BMLFUW, klimaaktiv, KLIEN, FFG

---

E19 Förderung von Informationsveranstaltungen zu "Good Praxis" Beispielen im großen Leistungsbereich insbesondere im mehrgeschossigen Wohnbau. Adressierte Institutionen: BMLFUW, klimaaktiv

---

E20 Förderung von Informationsveranstaltungen im Bereich Industriegewärmepumpen zu branchenspezifischen Musterlösungen und Fördermöglichkeiten. Adressierte Institutionen: BMLFUW, klimaaktiv

---



## Executive Summary

**Motivation:** Ambitious climate, energy and environmental targets require the transformation of today's energy system into an efficient and renewable one with low CO<sub>2</sub>-emissions. Heat pumps are a versatile, renewable energy and energy efficiency technology with great potential in contributing significantly to the reduction of greenhouse gas emissions and the increase of both, energy efficiency and share of renewable energy. Hence, heat pumps can play a vital role in overcoming the key challenges in transforming the energy system. Heat pumps can be used to provide environmentally friendly space heating and cooling as well as hot water, they can be integrated into industrial and commercial processes to improve on their energy efficiency or they can optimise/stabilize the performance of the future smart electric grids.

This national technology and implementation roadmap was developed in a comprehensive participatory stakeholder process considering the established strengths of the national heat pump sector and the users' needs. Different scenarios of market development in Austria in the various fields of application of the heat pump technology, and the corresponding technological research and innovation demand, till 2030 were worked out. To enable widest possible market penetration of heat pumps in Austria, specific recommendations for policy makers, heat pump manufacturers, users, as well as research and development institutions were developed. The roadmap was commissioned and financed by BMVIT and the national heat pump association Wärmepumpe Austria and executed by a project team of AIT Austrian Institute of Technology GmbH and the Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think).

**Content of the work:** The roadmap is structured in accordance with the four main fields of application respectively innovation which are: "heat pumps for residential and non-residential buildings", "heat pumps in smart electric grids", "heat pumps in thermal grids" and "heat pumps for industrial processes". The work focusses especially on the following topics:

- analysis of the driving and limiting factors for the market diffusion of heat pumps in Austria;
- development of future pathways for the heat pump technology in Austria based on the results of the series of expert workshops held and detailed market analysis;
- collection and analysis of strengths and challenges of the Austrian heat pump sector and their positioning in 2030;
- specification of the future fields of application for heat pumps as well as the corresponding technological research and innovation demand till 2030; and
- development of recommendations for reaching the aims of the Austrian heat pump sector according to the needs of the fields of application.

**Methodology and data:** The roadmap was generated in the framework of a comprehensive, participative stakeholder process following the IEA guide on the development and implementation of energy technology roadmaps. A series of three workshops with more than 140 national experts from politics, industry, trade, and research community participating, an online survey amongst national heat pump manufacturers and numerous expert interviews were conducted. Furthermore, 44 national research and development projects in the research area were analysed in depth, model calculations for the development of market scenarios and a diffusion theory-based analysis were conducted.

**Results:** The main results in the four fields of application and innovation of the heat pump technology are as follows:

### Heat pumps for residential and non-residential buildings

- The sales of heat pumps for space heating increased continuously over the last years especially due to improved sales volumes in the smallest capacity range up to 10kW. Air/Water heat pumps are the dominant heat pump type sold with low investment costs and easy installation. These trends were confirmed in the scenario development till 2030.
- Noise emissions of air/water split units and the corresponding problems of acceptance are seen as the greatest challenge to overcome in developing mass markets in both capacity ranges, up to 10kW and from 10 to 20kW. The further market development in these segments will depend heavily on this topic. Research topics concern the reduction of noise emissions by technical and normative research and development work.
- Heat pumps for space heating in new buildings are technically mature. However, there is potential for research and development till 2030 in the area of renovation. The market for modernization/renovation of buildings is seen by numerous experts as the largest future market for heat pumps. The research topics identified concern especially combined heat pump systems and their efficient integration, automatization and control, concepts for simultaneous heating and cooling, and large heat pump systems for the use in refurbished multi-family houses.

### Heat pumps in smart electric grids

- In the last years, heat pumps gained on importance in context with so called power-to-heat and load balancing measures. The national heat pump industry developed and introduced heat pumps fulfilling the criteria of the German “SG ready”-label. Hence, they are prepared for the use of heat pumps in smart electrical grids. Need for action is required on the side of grid operators and utility companies.
- A broad application of heat pumps in smart electric grids requires on one hand the expansion of smart electric grid technologies; on the other hand grid operators and utility suppliers need to answer open questions concerning physical interfaces and information exchange. In addition, adequate market and business models need to be developed.

### Heat pumps in thermal grids

- The integration of heat pumps in thermal grids was demonstrated successfully abroad numerous times. However, in Austria this application is still very innovative. State-of-the art heat pumps can make use of the usual supply temperature of national heat networks of up to 120°C as well as sink temperatures of 55°C. This application is currently more of an economic than technical challenge.
- A future reduction of the supply temperatures of thermal grids as discussed in context with an increased utilisation of industrial waste heat respectively an intensified use of ambient heat requires so called “booster heat pumps”. The national heat pump sector recognises the potential of such heat pumps, which are employed in a decentral manner to increase the temperature level. Corresponding products need to be developed by national manufacturers.

### Heat pumps for industrial processes

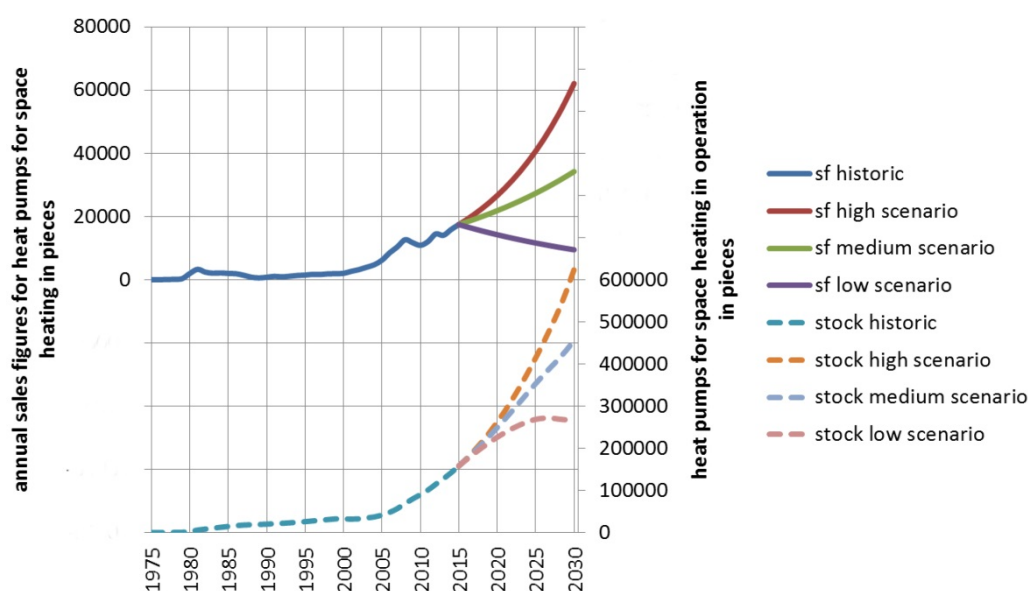
- Heat pumps for industrial processes are still in a very early phase of market diffusion with small national sales numbers, few innovators and early users, although their large technical potential. Hence, a serious trend prediction cannot be made.
- The largest challenges to overcome in broadly disseminating industrial heat pumps are seen in informational topics. All relevant stakeholders (plant operators, plant engineers and planners, heat pump manufacturer) show a low level of awareness of the technical possibilities and the economic feasible application potential. In addition, the stakeholders are barely linked to each other. The documentation and dissemination of a larger number of national “Good Practise” examples would be an important next step to increase the awareness level.
- Favourable boundary conditions such as e.g. the increased use of renewables in the power generation and the extended technical possibilities of the heat pump technology enabled by new refrigerants opens up a broad field of innovation, patents and new markets for the national heat pump sector.
- National research institutes and public bodies have recognised this trend. The funding volume for research projects aiming at the development of new concepts for industrial heat pumps has increased considerably from the year 2013 onwards.
- The research topics till 2030 concern particularly the implementation of model solutions and pilot systems to be realised by integrating the heat pump technology already available in selected industries and processes, the development of improved heat pump technologies for higher supply temperatures and the elaboration of new concepts for industrial heat pumps.

**Market scenarios till 2030:** The market scenarios developed are based on findings from finished research projects, analysis of the historical market development and results from the series of expert workshops held. They are presented for the different heat pump types and capacities as yearly sales numbers and numbers of heat pump systems in operation for the period 2015 to 2030 quantitatively and qualitatively. For each heat pump type and capacity range three scenarios – low, medium, high – were developed.

**Table 1** and **Figure 1** show the results of the scenario development. The distribution of heat pumps for space heating (H-HP) onto the two capacity ranges up to 10kW and from 10 to 20kW will depend on the quality of thermal renovation work undertaken till 2030. In case the average quality of renovation is high, the lower capacity range will dominate. If the quality of renovation is low, the higher of the two capacity ranges will profit. The future sales figures of heat pumps for space heating will mainly depend on how heat pumps will be recognised as sustainable heating system in the refurbishment segment, on how the challenge of noise emission of air/water systems can be overcome, and how the exogenous factors such as the prices for heating oil or natural gas will develop till 2030. According to industry experts, the influence of national market stimulating programmes will decrease. In 2015, two of three heat pumps are sold without state subsidies.

**Table 1:** Summary of scenario results

	Newly installed heat pump units per year (sales figures)						
	H-HP up to 20 kW	H-HP 20 kW to 50 kW	H-HP >50 kW	Exhaust air HP	Industri al HP	Hot water HP	Total
2015 status quo	16,070	1,201	180	49	18	5,482	23,000
2030 low scenario	8,193	960	331	130	26	6,460	16,099
2030 medium scenario	31,030	2,020	1,176	1,393	277	11,895	47,791
2030 high scenario	56,403	3,288	2,365	2,814	512	46,992	112,374
	Heat pump units in operation (stock figures)						
2015 status quo	143,118	13,511	1,453	4,685	102	78,700	241,569
2030 low scenario	242,302	19,200	4,500	2,600	485	113,987	383,074
2030 medium scenario	418,078	28,841	9,076	7,368	1,658	151,549	616,571
2030 high scenario	572,504	36,940	14,555	12,333	2,570	335,193	974,095



**Figure 1:** Results of the scenarios up to 2030 for the aggregate of the heat pumps for space heating (all power classes). Shown are the annual sales and the number of systems in operation. Abbreviation: sf ... annual sales figures

In the best case, the net savings on greenhouse gas emissions induced by heat pumps can be increased up to a factor 5.4 by 2030 compared to the reference year 2015, which leads to savings of 3.025.992 t CO<sub>2</sub>äqu in 2030. Of importance in this context are industrial heat pumps which will contribute substantially to the overall balance although their comparatively small number of installations. In addition, up to 3400 new jobs can be created. The key elements until 2030 are on one hand the development of a mass market segment for heat pumps for heating purposes, and on the other hand the development of a growing market for industrial heat pumps.

**Recommendations:** The insights gained lead to the following recommendations (R1 to R20):

---

*Support of Research and Development*

---

- R1 Development of heat pump solutions for the refurbishment sector with a special focus on energy efficiency, acoustics of air-based heat pumps, combined systems, and educational programmes for installers and planners, especially for complex heating systems with heat pumps. Addressee: BMVIT, KLIEN, FFG, provincial funding agencies
- R2 Support of research and development especially in context with the interface of the heat pump to the electric grid including the definition of the normative need for action for the definition of the interface. Addressee: BMVIT, KLIEN, FFG, provincial funding agencies
- R3 Support of research and development of heat pumps for the decentralised temperature increase (hot water and space heating) provided that low-temperature thermal grids are available (“booster heat pumps”). Addressee: BMVIT, KLIEN, FFG, provincial funding agencies
- R4 Support of technological development of industrial heat pumps to be used for supply temperatures up to 155 °C for harvesting waste heat potentials and for process integration. Addressee: BMVIT, KLIEN, FFG, provincial funding agencies
- R5 Supplement the measures to be recognised in context with the implementation of the national energy efficiency law in regard to industrial processes. Addressee: BMVIT, KLIEN, FFG, provincial funding agencies
- 

*Incentive based instruments*

---

- R6 Technologically neutral support of low temperature heating systems. Addressee: provincial authorities in the areas of residential buildings and promotion of residential buildings
- R7 Common, on provincial and state level harmonized, programs for the promotion of residential buildings and heating/cooling systems. Addressee: provincial authorities in the areas of residential buildings and energy
- R8 Development and implementation of technologically neutral, common market incentive programmes. Addressee: KLIEN, KPC
- R9 Loans on provincial respectively state level for supporting contracting models for commercial housing as well as commercial and service buildings. Addressee: AWS
- R10 Special provision for or exclusion of heat pump systems from publicly supported housing schemes which use ceilings for investment costs Addressee: provincial funding agencies
- R11 Financial support for risers and heat distribution systems (change of radiators and connecting pipeline) in the refurbishment sector to substitute gas-fired boilers and establish heat pumps. Addressee: provincial funding agencies
- R12 Incentive for training of planners and installers by providing higher funding rates for consumers, in addition to certified products. Addressee: provincial funding agencies
- 

*Normative Instruments*

---

- R13 Withdrawal and ban of fossil based heating systems in newly erected buildings. Determination of maximum CO<sub>2</sub> emissions or (primary) energy indicators of buildings according to the requirements for achieving the targets in 2050 Addressee: BMVIT, KLIEN, FFG, provincial funding agencies
- R14 Establishment of harmonised and economically viable regulations for noise emission on state level for the operation of air-based heat pump systems. Addressee: Austrian Working Group on Noise Emissions
- R15 Acceptance of heat distribution systems in partly refurbished buildings as low temperature heat distribution system. Addressee: provincial authorities in the areas of residential buildings and promotion of residential buildings
- R16 Further development of a common regulatory framework on state level for grid charges for interruptible tariffs. Addressee: Energy-Control Austria
-

---

*Informational Instruments*

---

- R17 Stronger focus on heat pump technology in the apprentice training program for installers, going beyond basic hydraulic circuits, for example, Integration of combined heat pump systems etc. Addressee: Federal guilds for installers and electricians
- 
- R18 Promotion/financial support for the development of training modules for installers, energy consultants and planners. Addressee: BMLFUW, klimaaktiv, KLIEN, FFG
- 
- R19 Promotion of information events for “Good Practise” examples in the higher capacity ranges e.g. heat pumps for multi-storey housing. Addressee: BMLFUW, klimaaktiv
- 
- R20 Promotion of information events on sector specific model solutions and funding possibilities. Addressee: BMLFUW, klimaaktiv
-

### 1 Hintergrund der Technologieroadmap

#### 1.1 Motivation, Zielsetzungen und Aufbau

Die Einhaltung ambitionierter Klima-, Energie- und Umweltziele verlangt den Umbau der Energieversorgung in ein CO<sub>2</sub>-armes, effizientes und erneuerbares Energiesystem. Wärmepumpen sind eine vielfältig einsetzbare, erneuerbare Energie- sowie Energieeffizienztechnologie. Sie haben großes Potenzial einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen, Steigerung der Energieeffizienz sowie Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien und damit zur Bewältigung der zentralen zukünftigen Herausforderungen der nationalen Energieversorgung zu leisten. Die Anwendungsfelder der Technologie reichen von der umweltschonenden Beheizung und Kühlung von Gebäuden, zur optimierten Wärme- und Kältebereitstellung via thermische Netze bis zum effizienten Energieeinsatz in Industrie- und Gewerbeunternehmen. Des Weiteren können sie eine wichtige Rolle beim Lastmanagement in zukünftigen intelligenten elektrischen Netzen spielen.

Mit der vorliegenden Arbeit wurde eine nationale Technologie- und Umsetzungsroadmap entwickelt, um das große technologische sowie wirtschaftliche Potenzial dieser Technologie in einem zukünftigen Energiesystem aufzuzeigen sowie Handlungsempfehlungen für die nationale Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik, für HerstellerInnen von Wärmepumpenanlagen sowie deren Komponenten, für AnlagenplanerInnen sowie AnwenderInnen aus Industrie und Gewerbe abzuleiten.

Die Roadmap basiert auf den Stärken der nationalen Wärmepumpenbranche sowie den Anforderungen der AnwenderInnen und baut auf früheren Veröffentlichungen auf. Dazu zählen insbesondere das „Positionspapier Forschung und Innovation für Heizen und Kühlen mit Erneuerbaren“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT 2014) sowie die Roadmaps der europäischen Renewable Heating and Cooling Technology and Innovation Platform (RHC-TIP). Die vorliegenden Ergebnisse wurden im Rahmen eines breiten nationalen Stakeholder Prozesses unter Mitwirkung von VertreterInnen der Wärmepumpenindustrie, von Forschungseinrichtungen, des öffentlichen Sektors und AnwenderInnen aus Industrie, Energieversorgung und Wohnbau erarbeitet.

Im Zuge der Entwicklung dieser Roadmap wurden insbesondere folgende Themenschwerpunkte bearbeitet:

- Analyse der treibenden und hemmenden Faktoren für die Marktdiffusion von Wärmepumpen in Österreich,
- Erarbeitung von drei Zukunftspfaden der Wärmepumpenentwicklung in Österreich unter Zugrundelegung von mit Stakeholdern und Branchenvertretern diskutierten exogenen und endogenen Faktoren;
- Erarbeitung einer Vision der österreichischen Akteure im Wärmepumpensektor
- Darstellung der zukünftigen Einsatzfelder sowie des technologischen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs der Wärmepumpentechnologien bis 2030, und
- Ableitung von Empfehlungen zur Erreichung der Ziele der österreichischen Akteure im Wärmepumpensektor entsprechend den Anforderungen der Anwendungsfelder.

Parallel zur Erarbeitung der vorliegenden Roadmap wird auf Ebene der EU von der Kommission der European Integrated Strategic Energy Technology Plan (SET Plan)<sup>[1]</sup> konsolidiert und überarbeitet. Der SET Plan bildet die Grundlage für die Forschungs- und Innovationsförderung des EU Rahmenprogramms Horizon 2020. Er beinhaltet 10 Schlüsselthemen, sogenannte Key-Actions, die bis 2020 bzw. 2050 implementiert werden sollen. Die Wärmepumpentechnologie spielt insbesondere eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung der Key Actions 3 und 4, die sich mit der Umsetzung des zukünftigen, smarten EU Energiesystems mit dem Konsumenten im Mittelpunkt beschäftigen, sowie Key Actions 5 und 6, die auf die Realisierung effizienter Energiesysteme fokussieren.

In Europa stellen elektrische angetriebene Kompressionswärmepumpen den am meisten eingesetzten und verbreiteten Wärmepumpentyp dar. Österreichische Wärmepumpenhersteller nahmen bei der Entwicklung dieser Technologie für Anwendungen im Bereich der Brauchwasserbereitung und Raumheizung eine führende Position ein und zählen heute zu den Technologieführern in Europa. Aufgrund der gegebenen Marktrelevanz behandelt die vorliegende Roadmap ausschließlich diesen Wärmepumpentyp. Für die nachfolgenden Ausführungen wird der Begriff „Wärmepumpe“ daher synonym für elektrisch angetriebene Kompressionswärmepumpen verwendet.

Grundlegend können vier Hauptanwendungs- bzw. Innovationsbereiche für diese Wärmepumpenart identifiziert werden, die einen unterschiedlichen Entwicklungs- und Marktdiffusionsstand aufweisen:

- Wärmepumpen für Wohn- und Nichtwohngebäude
- Wärmepumpen in Smart Electric Grids
- Wärmepumpen in thermischen Netzen
- Wärmepumpen für Industrieprozesse

Die Roadmap orientiert sich in ihrer thematischen Struktur an diesen Anwendungsfeldern und ist wie folgt aufgebaut. Die Kapitel 2 und 3 stellen die aktuelle Situation der Wärmepumpen in Österreich aus Markt- sowie Technologiesicht dar. Im Kapitel 4 werden zukünftige Potentiale der Wärmepumpe in Österreich bis zum Jahr 2030 vorgestellt und diskutiert. Dabei werden unter Berücksichtigung unterschiedlicher rechtlicher, ökonomischer und regulatorischer Randbedingungen, sowie der Stärken der österreichischen Akteure im Wärmepumpensektor, mögliche Entwicklungsszenarien aus Marktsicht entwickelt und die Themen für den zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsbedarf der Technologie in den jeweiligen Anwendungsfeldern definiert. In Kapitel 5 werden abschließend konkrete Handlungsempfehlungen dargestellt, die der Wärmepumpentechnologie dazu verhelfen sollen, ihr Potenzial zur Lösung der Herausforderungen im nationalen Energiesystem auszuschöpfen und gleichzeitig die nationale Wärmepumpenbranche zu stärken.

### 1.2 Methodik und Daten

Die vorliegende Roadmap wurde in Anlehnung an den IEA Leitfaden zur Erstellung von Energietechnologie Roadmaps im Rahmen eines partizipativen Stakeholder Prozesses entwickelt (IEA 2014). Dazu wurden ExpertInnenworkshops, eine Herstellerbefragung, eine Auswertung nationaler Forschungs- und Entwicklungsprojekte, ExpertInnenengespräche, Modellrechnungen zur Entwicklung von Marktszenarien sowie diffusionstheoretische Analysen durchgeführt.

---

<sup>[1]</sup> SET Plan Information System [online]: <https://setis.ec.europa.eu/> (10.05.2016)



### 1.2.1 ExpertInnenworkshops

Wie in **Abbildung 2** veranschaulicht, wurden drei aufeinander aufbauende ExpertInnen-Workshops durchgeführt. Der erste Workshop zur Bedarfsermittlung in Bezug auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsbereiche der Technologie sowie deren Potential in neuen Anwendungsfeldern wurde von insgesamt 85 TeilnehmerInnen besucht. Die TeilnehmerInnen teilten sich auf unterschiedliche Sektoren wie folgt auf: Wärmepumpenhersteller und Handelsunternehmen (34 %), potentielle BetreiberInnen von Wärmepumpen aus den Bereichen Wohnbau, Energieversorgung und Industrie (21 %), TeilnehmerInnen aus Forschungs- und nicht-industriellen Instituten (37 %) sowie PlanerInnen und InstallateurInnen von Wärmepumpenanlagen (8 %).



**Abbildung 2:** Inhalte der drei durchgeführten Workshops

Der zweite Workshop zum Thema Roadmapping zielte darauf ab, die im ersten Workshop erarbeiteten Forschungsthemen zu priorisieren sowie die mittel- und langfristigen F&E-Ziele in den zuvor genannten Hauptanwendungs- und Innovationsbereichen zu definieren. Von 34 geladenen Wärmepumpenhersteller und In-Verkehr-Bringen haben 23 teilgenommen.

Der dritte Workshop zur Erarbeitung von Umsetzungsstrategien war an öffentlicher Stellen und Förderstellen gerichtet, um geeignete Förderinstrumente auf Technologie- und Marktebene zu definieren. Er wurde von insgesamt 12 TeilnehmerInnen besucht.

### 1.2.2 Online-Befragung der Wärmepumpenbranche

Im Rahmen der Roadmap Entwicklung wurde eine anonyme, webbasierte Umfrage unter 34 Unternehmen der nationalen Wärmepumpenbranche durchgeführt. An der Umfrage haben sich 26 Firmen beteiligt, was einer Rücklaufquote von 76 % entspricht. Die allgemeinen Daten der teilnehmenden Unternehmen stellen sich zusammenfassend wie folgt dar:

- 70% der Firmen zählen zur Gruppe der Klein- und Mittelunternehmen.
- 62% der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Österreich, 27% der Befragten sind Teil einer internationalen Unternehmensgruppe mit Standort in Österreich.
- 46% der TeilnehmerInnen produzieren Wärmepumpen in Österreich; 30% haben ihren Produktionsstandort im Ausland; der Rest hat seine Produktion an OEMs ausgelagert.
- 65% der Firmen betreibt Forschung und Entwicklung in Österreich, 74 % davon hat eine eigene F&E Gruppe bzw. Abteilung.

Abbildung 3 bis Abbildung 7 stellen die Kenndaten der teilnehmenden Firmen im Detail dar.

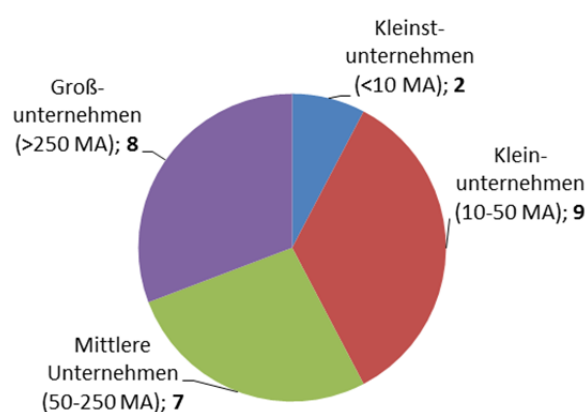


Abbildung 3: Größenstruktur

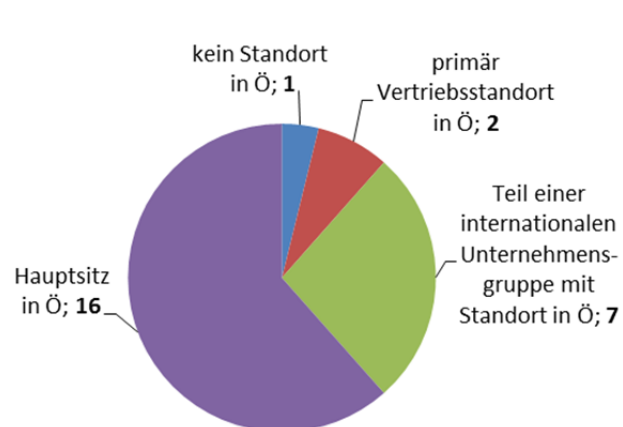


Abbildung 4: Standort

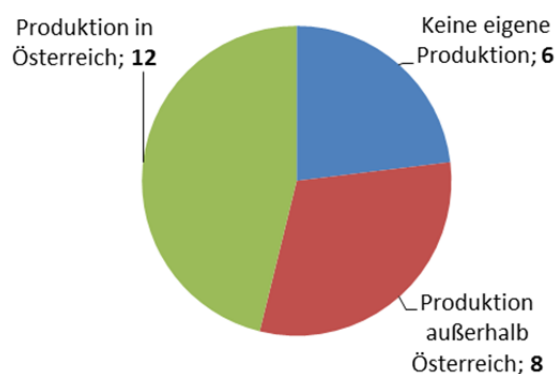


Abbildung 5: Produktionsstandorte

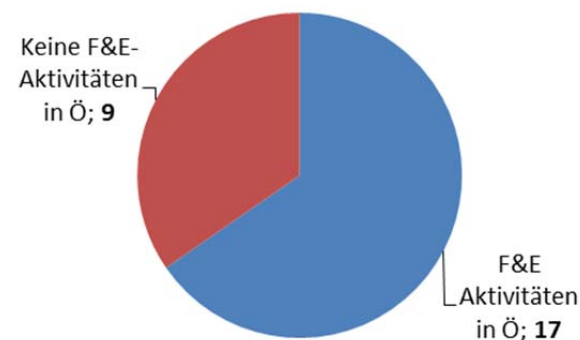


Abbildung 6: Nationale F&E-Aktivitäten

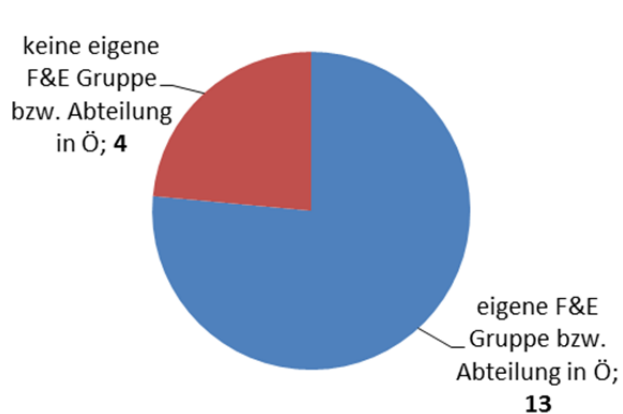


Abbildung 7: Unternehmensinterne Organisation der F&E

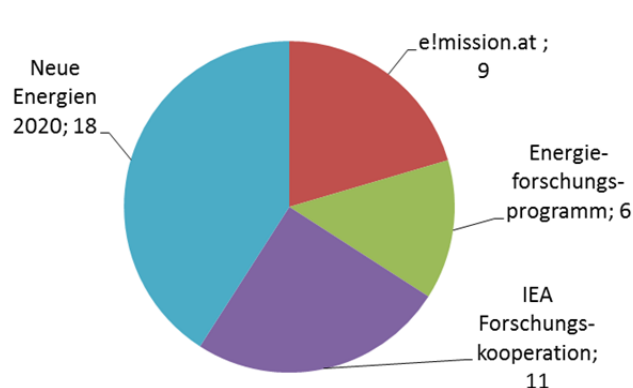
### 1.2.3 Auswertung von nationalen Forschungs- und Entwicklungsprojekten

Zudem wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit insgesamt 44 nationale Forschungs- und Entwicklungsprojekte<sup>1</sup> aus dem Bereich Wärmepumpe, die vom Klima- und Energiefonds sowie vom BMVIT im Zeitraum 2008 bis 2014 in den betrachteten Hauptanwendungs- und Innovationsfeldern gefördert wurden, ausgewertet. Davon erfasst sind Projekte, die in den Forschungsförderungsprogrammen Neue Energien 2020 (Jahre 2007 bis 2011), e!mission.at

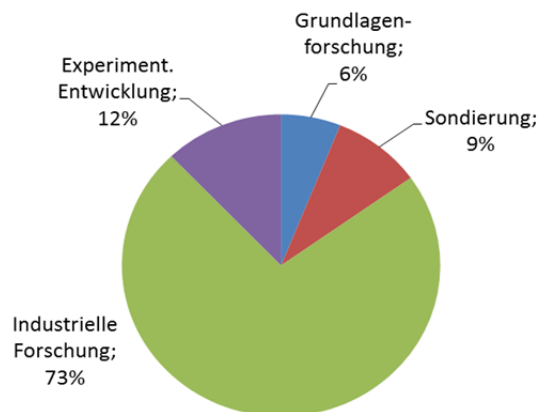
<sup>1</sup> Die vollständige Liste der in Betracht gezogenen Projekte enthält Anhang A.

(Jahre 2012 bis 2013), Energieforschungsprogramm (Jahr 2014) gefördert wurden, sowie alle Wärmepumpen-Projekte der Ausschreibungen der IEA Forschungskoooperation aus den Jahren 2008 bis 2014.

Wie in **Abbildung 8** dargestellt, stammt ein Viertel der ausgewerteten Projekte aus dem Programm IEA Forschungskoooperationen, der Rest verteilt sich auf die unterschiedlichen Energieforschungsprogramme des Klima- und Energiefonds. Mehr als die Hälfte der geförderten Projekte wurde von außeruniversitären Forschungseinrichtungen als Antragsteller eingereicht und ist der Projektart „Industrielle Forschung“ zuzurechnen (vgl. **Abbildung 9**)



**Abbildung 8:** Verteilung der bewerteten Projekte nach Förderprogrammen



**Abbildung 9:** Verteilung der bewerteten Projekte nach Projektart

### 1.2.4 Marktszenarien und diffusionstheoretische Analysen

Die Erstellung der Marktszenarien bis zum Jahr 2030 basiert auf der Auswertung der folgenden drei Datenquellen:

- Ergebnisse der Forschungsarbeiten von Müller et al. (2010) aus dem Forschungsprojekt Heizen 2050 - Systeme zur Wärmebereitstellung und Raumklimatisierung im österreichischen Gebäudebestand: Technologische Anforderungen bis zum Jahr 2050. In diesem Forschungsprojekt wurde die Entwicklung des österreichischen Gebäudebestandes und die Entwicklung der zugehörigen Heizungsinfrastruktur auf Basis eines komplexen betriebswirtschaftlichen Entscheidungsmodells in Form von Szenarien bis zum Jahr 2050 abgebildet. Aus dem Bereich der Ergebnisse dieses Forschungsprojektes wird im Folgenden sowohl die qualitative und quantitative Entwicklung des Gebäudebestandes als auch die Diffusion der Wärmepumpentechnologie sowie die Diffusion weiterer Technologien verwertet.
- Ergebnisse der jährlichen Marktanalysen von Faninger (2007) und frühere Arbeiten von Faninger sowie Ergebnisse der jährlichen Marktanalysen von Biermayr et al. (2016) und frühere Arbeiten von Biermayr et al. In den zitierten Arbeiten wurden langjährige Zeitreihen über die Marktdiffusion der Wärmepumpentechnologie erhoben und dokumentiert.
- Ergebnisse aus drei ExpertInnenworkshops, welche integraler Bestandteil des vorliegenden Forschungsprojektes waren. Die Struktur und Methode dieser Workshops wurde bereits oben dargestellt. Die Ergebnisse der Workshops sind größtenteils qualitativer Natur, es wurden jedoch auch quantitative Aussagen in die Szenarien integriert.

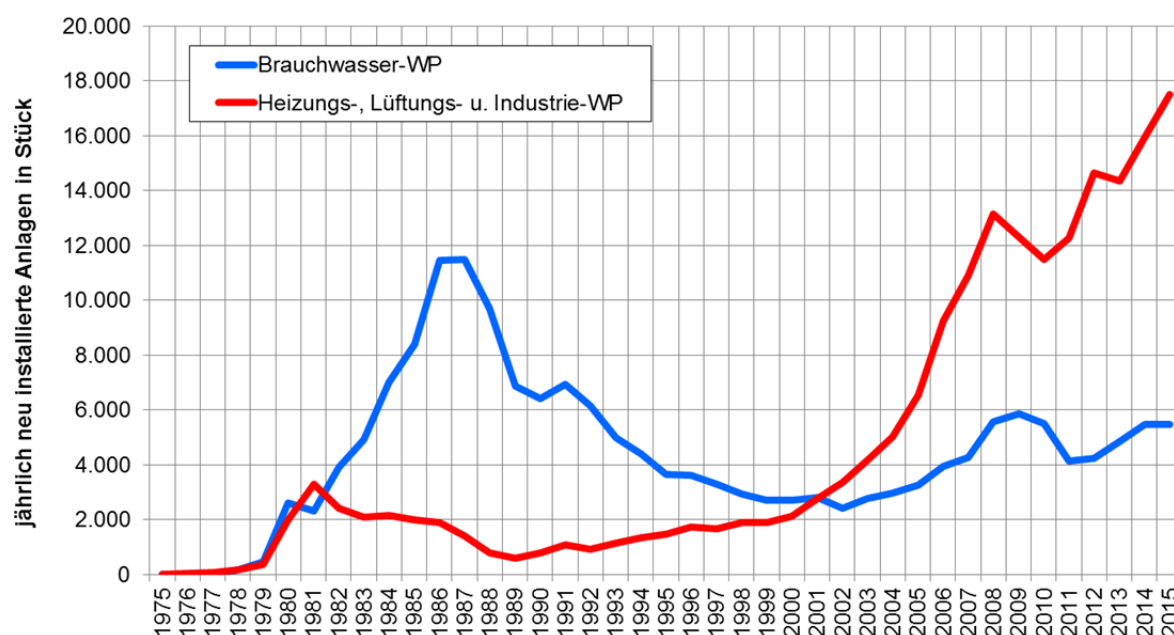
Zusätzlich kommen bei den folgenden Analysen und Darstellungen diffusionstheoretische Aspekte zur Anwendung. Hierbei wird ein Diffusionsmodell von Rogers (2003) verwendet, welches in Anhang A detaillierter erläutert ist.

## 2 Wärmepumpenmarkt in Österreich

Die nachfolgenden Darstellungen und Analysen des österreichischen Wärmepumpenmarktes stützen sich auf Datengrundlagen, welche von Faninger (2007) und in vorangegangenen Arbeiten dieses Autors sowie von Biermayr et al. (2016) und in vorangegangene Arbeiten dieser AutorInnen erarbeitet und dokumentiert wurden. Die Datengrundlagen von Faninger umfassen dabei den Zeitraum von 1975 bis 2006, jene von Biermayr et al. den Zeitraum von 2007 bis 2015. Die damit verfügbaren Zeitreihen decken den gesamten Verlauf der Marktdiffusion der Wärmepumpen in Österreich von der Markteinführung bis zum aktuellen Zeitpunkt ab. Die dargestellten Zeitreihen sind bezüglich der wesentlichen Charakteristika in sich konsistent und wurden mittels jährlicher empirischer standardisierter schriftlicher Erhebungen bei den österreichischen Wärmepumpenproduzenten und Wärmepumpen-Handelsunternehmen ermittelt. Im Zuge der aktuellsten Erhebung für das Datenjahr 2015 konnten insgesamt 38 Wärmepumpenfirmer erfasst werden. Direktimporte z.B. von Installationsunternehmen oder Wärmepumpenanwendern konnten in den Erhebungen nicht erfasst werden und sind damit in den dargestellten Zeitreihen nicht dokumentiert. Der dadurch entstehende Fehler wird von den AutorInnen der vorliegenden Arbeit jedoch als gering eingeschätzt.

### 2.1 Historische Marktentwicklung bis 2015

Die historische Entwicklung des österreichischen Wärmepumpen-Inlandsmarktes von 1975 bis 2015 ist in **Abbildung 10** einerseits für Brauchwasserwärmepumpen und andererseits für Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen) inklusive Lüftungs- und Industrierärmepumpen dargestellt.



**Abbildung 10:** Entwicklung der Verkaufszahlen von Brauchwasser- und Heizungswärmepumpen inkl. Lüftungswärmepumpen und Industrierärmepumpen im österreichischen Inlandsmarkt von 1975 bis 2015. Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2016)

Der Beginn der Wärmepumpen-Marktdiffusion wurde in den 1970er Jahren durch die damaligen Energie-Hochpreisphasen (Energiekrisen 1973 und 1979) eingeleitet. Hierbei kam es zunächst im Bereich der Wärmepumpen zur Brauchwassererwärmung zu einem starken Marktwachstum, die Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen blieb von Anfang an verhalten.

Hauptmotiv zur ersten Implementierung von Wärmepumpen war die Suche nach Alternativen zur heizölbasierten Wärmebereitstellung. Der maßgebliche relative Vorteil von Wärmepumpen bestand dabei aus der Verwendung einer inländisch verfügbaren Antriebsenergie mit entsprechender Versorgungssicherheit (elektrischer Strom aus Österreich) und einem erwarteten geringeren Wärmepreis. Das Maximum der jährlichen Verkaufszahlen von Brauchwasserwärmepumpen wurde 1986 erreicht. Bedingt durch sinkende Ölpreise und ein mangelhaftes Qualitätsmanagement reduzierten sich die Verkaufszahlen von Brauchwasserwärmepumpen während der 1990er Jahre deutlich und von Heizungswärmepumpen blieben die Verkaufszahlen noch geraume Zeit auf einem sehr geringen Niveau.

Ein deutlicher Anstieg der Verkaufszahlen von Heizungswärmepumpen ist ab dem Jahr 2000 zu verzeichnen. Die weiterentwickelte Heizungswärmepumpen-Technik traf ab diesem Zeitpunkt auf einen kompatiblen Einsatzbereich in energieeffizienten Gebäuden mit Niedertemperaturwärmeverteilsystemen. Der hauptsächliche Einsatzbereich von Heizungswärmepumpen liegt seither im neu gebauten Wohngebäude, vornehmlich im Einfamilienhaus. Parallel zur Marktentwicklung der Heizungswärmepumpen kam es ab dem Jahr 2000 auch im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen zu einem neuen Marktwachstum, welches allerdings stets deutlich geringer war, als jenes der Heizungswärmepumpen. Die im Jahr 2008 beginnende Finanz- und Wirtschaftskrise führte vor allem durch die Auswirkungen auf die Bauwirtschaft und auf die Verfügbarkeit von privaten Bankkrediten zu einem Trendbruch. Die Effekte der Finanz- und Wirtschaftskrise, welche zusätzlich von einer hohen Ölpreisvolatilität überlagert wurden, waren sowohl im Bereich der Heizungswärmepumpen als auch im Bereich der Brauchwasserwärmepumpen deutlich zu sehen. Ab dem Jahr 2011 konnten in der Folge – auch unterstützt durch einen anhaltend hohen Ölpreis – neuerlich steigende Verkaufszahlen von Heizungswärmepumpen beobachtet werden.

Die österreichischen Marktzahlen für die Jahre 2014 und 2015 sind in **Tabelle 2** dargestellt. Die dokumentierten Zahlen wurden im Jänner und Februar 2016 erhoben. Die Zahlen für 2014 wurden nacherhoben, wodurch kleine Abweichungen zu früheren Publikationen möglich sind. Dokumentiert sind der österreichische Inlandsmarkt, der Exportmarkt und der Gesamtabsatz für unterschiedliche Wärmepumpentypen und Leistungsklassen.

Der Gesamtabsatz von Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen, exkl. Wohnraumlüftung) wuchs von 2014 auf 2015 um 7,3 % und betrug im Jahr 2015 25.116 Stück. Dieser merkliche Anstieg ist ausschließlich auf eine deutliche Steigerung der Absätze im kleinsten Leistungssegment bis 10 kW um 21,7 % zurückzuführen. Alle anderen Leistungssegmente waren bezüglich der Gesamtabsatzzahlen mehr oder weniger rückläufig.

Der Inlandsmarkt für Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen, exkl. Wohnraumlüftung) wuchs mit 9,8 % deutlich stärker als der Exportmarkt (+1,9 %). Neben dem starken Zuwachs im kleinsten Leistungssegment von 21,4 % wuchs der Inlandsmarkt auch im Leistungssegment von 20 kW bis 50 kW um 12,2 %. In allen anderen Leistungssegmenten waren Rückgänge zu verzeichnen.

Der Exportmarkt für Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen, exkl. Wohnraumlüftung) wuchs im Jahr 2015 im Vergleich zum Vorjahr um 1,9 %, wobei starke Zugewinne im kleinsten Leistungssegment teils hohe Rückgänge in allen anderen Leistungssegmenten kompensierten.

Der Gesamtabsatz von Brauchwasserwärmepumpen steigerte sich von 2014 auf 2015 um 1,6 %, wobei im Jahr 2015 insgesamt 7.683 Brauchwasserwärmepumpen verkauft wurden.

Steigerungen konnten hier vor allem im Exportmarkt (+4,9 %) beobachtet werden. Der Inlandsmarkt blieb mit einem Plus von 0,3 % fast konstant.

Der Gesamtabsatz von Industrierärmepumpen reduzierte sich sowohl im Inlands- als auch im Exportmarkt um ca. 28 % und betrug im Jahr 2015 28 Stück. Da Industrierärmepumpen in zahlreichen industriellen und gewerblichen Prozessen Anwendung finden, kann vermutet werden, dass dieser Markt teilweise durch nicht erfasste Direktimporte der Hardware sowie der Planungs- u. Installationsdienstleistungen abgedeckt wird.

Der Gesamtabsatz von Wärmepumpen für die Wohnraumlüftung wies im Jahr 2015 im Vergleich zum Vorjahresergebnis einen Rückgang von 16,8 % auf, wobei sowohl der Inlandsmarkt als auch der Exportmarkt betroffen waren. Insgesamt konnten von den meldenden Unternehmen im Jahr 2015 104 Wärmepumpen zur Wohnraumlüftung verkauft werden.

Zusammenfassend ist für das Jahr 2015 eine deutliche Steigerung der Absätze von Heizungsärmepumpen im kleinsten Leistungssegment festzustellen. Diese Steigerungen treten dabei sowohl im Inlandsmarkt (+21,4 %) als auch im Exportmarkt (+22,3 %) auf und überkompensieren die Rückgänge der Absatzzahlen in den größeren Leistungsbereichen

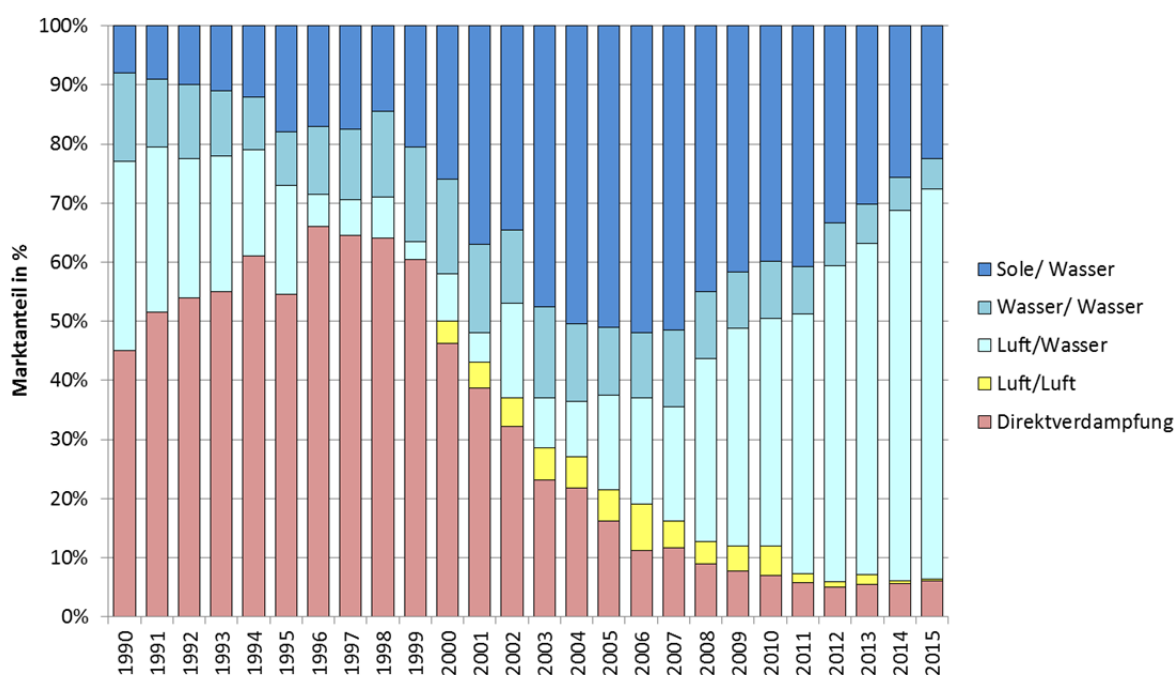
**Tabelle 2:** Absatz von Wärmepumpen der österreichischen Wärmepumpenbranche in den Jahren 2014 und 2015. Quelle: Biermayr et al. (2016).

Art und Leistungsklassen	Absatz	2014 (Stück)	2015 (Stück)	Veränderun g 2014/2015
Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung <b>bis 10 kW</b>	Gesamtabsatz	9.551	11.622	+21,7%
	Inlandsmarkt	6.905	8.385	+21,4%
	Exportmarkt	2.646	3.237	+22,3%
Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung <b>größer 10 kW bis 20 kW</b>	Gesamtabsatz	11.585	11.263	-2,8%
	Inlandsmarkt	7.721	7.685	-0,5%
	Exportmarkt	3.864	3.578	-7,4%
Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung <b>größer 20 kW bis 50 kW</b>	Gesamtabsatz	1.853	1.836	-0,9%
	Inlandsmarkt	1.070	1.201	+12,2%
	Exportmarkt	783	635	-18,9%
Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung <b>größer 50 kW</b>	Gesamtabsatz	421	395	-6,2%
	Inlandsmarkt	193	180	-6,7%
	Exportmarkt	228	215	-5,7%
Alle Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung	Gesamtabsatz	23.410	25.116	+7,3%
	Inlandsmarkt	15.889	17.451	+9,8%
	Exportmarkt	7.521	7.665	+1,9%
Industrierärmepumpen	Gesamtabsatz	39	28	-28,2%
	Inlandsmarkt	25	18	-28,0%
	Exportmarkt	14	10	-28,6%
Brauchwasserärmepumpen	Gesamtabsatz	7563	7683	+1,6%
	Inlandsmarkt	5465	5482	+0,3%
	Exportmarkt	2098	2201	+4,9%
Wohnraumlüftungswärmepumpen	Gesamtabsatz	125	104	-16,8%
	Inlandsmarkt	60	49	-18,3%
	Exportmarkt	65	55	-15,4%
Alle Wärmepumpen	Gesamtabsatz	31.137	32.931	+5,8%
	Inlandsmarkt	21.439	23.000	+7,3%
	Exportmarkt	9.698	9.931	+2,4%

### Die Entwicklung des Inlandsmarktes nach Leistungsklassen und Wärmequellentyp

Die historische Entwicklung der Anteile der Wärmequellensysteme am Heizungswärmepumpen-Inlandmarkt inkl. Lüftungs- und Industrierärmepumpen ist für den Zeitraum von 1990 bis 2015 in **Abbildung 11** dargestellt. War in den 1990er Jahren noch das Direktverdampfersystem dominierend, so wandelte sich diese Struktur um das Jahr 2000 zu Gunsten von Sole/Wasser Wärmepumpen und in etwa ab dem Jahr 2008 zeichnete sich der stark steigende Absatz von Luft/Wasser Systemen ab, wobei sich dieser Trend konstant bis in die Gegenwart fortsetzt. Im Jahr 2015 waren bereits zwei von drei verkauften Heizungswärmepumpen inkl. Lüftungs- und Industrierärmepumpen Luft/Wasser Wärmepumpen. Dieses Wärmequellensystem verdrängte im Zeitraum von 2003 bis 2007 vorwiegend Direktverdampfersysteme, danach in wachsendem Ausmaß auch Sole/Wasser Systeme und zuletzt fast ausschließlich Sole/Wasser Systeme.

Der Trend zu Luft/Wasser Systemen zeigt im Zeitraum von 2008 bis 2015 eine konstante und rasche Verschiebung der Marktanteile zu eben diesen Systemen. Die Hintergründe dieser Entwicklung liegen einerseits an den geringeren Investitionskosten von Luft/Wasser Wärmepumpensystemen, andererseits ist die Wärmequelle Luft in der Regel einfacher zu erschließen als das Erdreich oder das Grundwasser. In manchen Gebäudestrukturen ist Luft überhaupt die einzig mögliche Wärmequelle. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird deshalb angenommen, dass sich der Trend zu Luft/Wasser Systemen auch in Zukunft weiter fortsetzen wird.



**Abbildung 11:** Entwicklung der Marktanteile der unterschiedlichen Wärmequellensysteme bei Heizungswärmepumpen inklusive Lüftungswärmepumpen und Industrierärmepumpen im österreichischen Inlandmarkt. Quellen: bis 2006: Faninger (2007), ab 2007: Biermayr et al. (2016)

In **Tabelle 3** und **Tabelle 4** bzw. in **Abbildung 12** ist die Entwicklung des Inlandsmarktes für Heizungswärmepumpen und Wärmepumpen zur Wohnraumlüftung nach Leistungsklassen und Wärmequellentyp für die Jahre 2014 und 2015 dokumentiert.



**Table 3:** Wärmepumpen-Inlandsmarkt nach Leistungsklassen und Wärmequellentypen in den Jahren 2014 und 2015. Quelle: Biermayr et al. (2016).

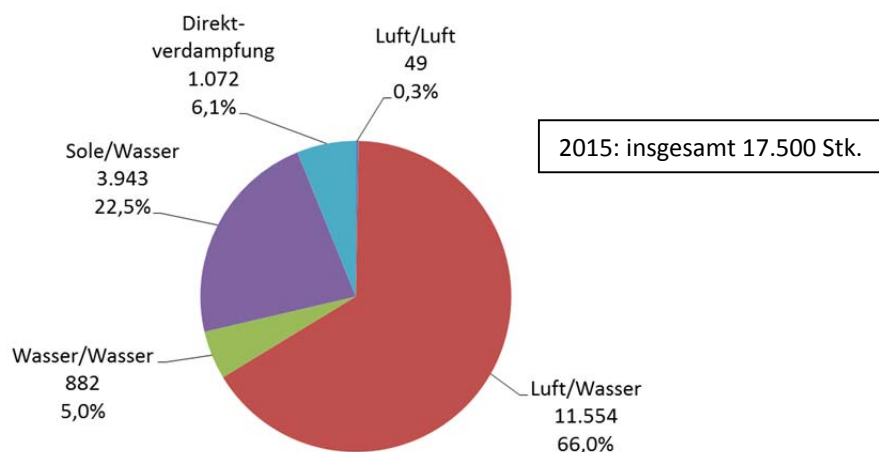
Leistungsklassen	Typ	Inlandsmarkt	Inlandsmarkt	Veränderung
		2014 (Stück)	2015 (Stück)	2014/2015 (%)
bis 10 kW	Luft/Luft	60	49	-18,3%
	Luft/Wasser	4.738	6.192	+30,7%
	Wasser/Wasser	246	255	+3,7%
	Sole/Wasser	1.597	1.574	-1,4%
	Direktverdampfung	324	364	+12,3%
	<b>Summe</b>	<b>6.965</b>	<b>8.434</b>	<b>+21,1%</b>
>10 kW bis 20 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	4.835	4.892	+1,2%
	Wasser/Wasser	443	439	-0,9%
	Sole/Wasser	1.977	1.839	-7,0%
	Direktverdampfung	466	515	+10,5%
	<b>Summe</b>	<b>7.721</b>	<b>7.685</b>	<b>-0,5%</b>
>20 kW bis 50 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	431	437	+1,4%
	Wasser/Wasser	138	148	+7,2%
	Sole/Wasser	395	443	+12,2%
	Direktverdampfung	106	173	+63,2%
	<b>Summe</b>	<b>1.070</b>	<b>1.201</b>	<b>+12,2%</b>
ab 50 kW	Luft/Luft	0	0	0,0%
	Luft/Wasser	0	33	>
	Wasser/Wasser	81	40	-50,6%
	Sole/Wasser	112	87	-22,3%
	Direktverdampfung	0	20	>
	<b>Summe</b>	<b>193</b>	<b>180</b>	<b>-6,7%</b>
alle Heizungs- Wärmepumpen (inkl. Wohnraumlüftung)	Luft/Luft	60	49	-18,3%
	Luft/Wasser	10.004	11.554	+15,5%
	Wasser/Wasser	908	882	-2,9%
	Sole/Wasser	4.081	3.943	-3,4%
	Direktverdampfung	896	1.072	+19,6%
	<b>Summe</b>	<b>15.949</b>	<b>17.500</b>	<b>+9,7%</b>

- Der Inlandsmarkt der Heizungswärmepumpen inkl. Lüftungswärmepumpen wuchs vom Jahr 2014 auf das Jahr 2015 um 9,7 %, wobei sich die Entwicklung der einzelnen Leistungsklassen jedoch stark unterschiedlich darstellt. Der stärkste Zuwachs war mit 21,1 % im kleinsten Leistungssegment festzustellen. Ein weiterer deutlicher Zuwachs von 12,2 % stellte sich in der Leistungsklasse von 20 kW bis 50 kW ein. In den Leistungsklassen 10 kW bis 20 kW und größer 50 kW waren hingegen Rückgänge von 0,5 % bzw. 6,7 % zu verzeichnen.
- Der langjährige Trend zu Luft/Wasser Wärmepumpen hielt auch im Jahr 2015 an. Die Zahl der im Inlandsmarkt verkauften Luft/Wasser Wärmepumpen stieg von 10.004 Stück im Jahr 2014 auf 11.554 Stück im Jahr 2015 an. Der relative Anteil dieses Wärmequellensystems stieg damit von 62,7 % im Jahr 2014 auf 66,0 % im Jahr 2015. Sole/Wasser Wärmepumpen

hatten im Jahr 2015 nur noch einen Anteil von 22,5 % des Inlandsmarktes. Zu beobachten ist weiters ein Anstieg der Verkaufszahlen von Direktverdampfersystemen in allen Leistungsbereichen.

**Tabelle 4:** Heizungswärmepumpen-Inlandsmarkt nach Typen in den Jahren 2014 und 2015. Quelle: Biermayr et al. (2016).

Leistungsklasse	Typ	Anzahl im Jahr 2014	Anteil im Jahr 2014	Anzahl im Jahr 2015	Anteil im Jahr 2015
alle Heizungs- Wärmepumpen (inkl. Wohnraumlüftung)	Luft/Luft	60	0,4%	49	0,3%
	Luft/Wasser	10.004	62,7%	11.554	66,0%
	Wasser/Wasser	908	5,7%	882	5,0%
	Sole/Wasser	4.081	25,6%	3.943	22,5%
	Direktverdampfung	896	5,6%	1.072	6,1%
	<b>Summe</b>		<b>15.949</b>	<b>100,0%</b>	<b>17.500</b>



**Abbildung 12:** Inlandsmarkt für Heizungs- u. Lüftungswärmepumpen in Österreich im Jahr 2015 nach Wärmequellsystemen (alle Leistungsklassen). Quelle: Biermayr et al. 2016.

### 2.2 Die österreichische Wärmepumpenbranche

Die inländische Wertschöpfung aus dem Bereich der Wärmepumpentechnologie entsteht in folgenden Wirtschaftsbereichen:

- Wärmepumpenproduktion und inländische Vorleistungen
- Wärmepumpenhandel (Import, Export, inländischer Handel)
- Installationsdienstleistungen (Installateure und Haustechnikfirmen)
- Herstellung von vertikalen Erdsonden (Bohrunternehmer, Wärmetauscher)
- Herstellung von horizontalen Erdkollektoren (Erdbau, Wärmetauscher)
- Herstellung von Brunnen für Wasser/Wasser Systeme
- Anlagen-Planungsdienstleistungen (für Großwärmepumpen)
- Wartung, Service und Reparatur
- Elektrizitätswirtschaft
- Forschung

Zur Bereitstellung der in der gegenständlichen Arbeit benötigten Datengrundlage wurden die Verkaufszahlen folgender 38 Wärmepumpenhersteller und Wärmepumpen-Handelsunternehmen ausgewertet (in alphabetischer Reihung):

- Alpha Innotec GmbH
- Austria Email AG
- Bauer Ges.m.b.H.
- Buderus Austria Heiztechnik GesmbH
- Daikin Airconditioning Central Europe GmbH
- Dencohappel
- Dimplex Austria GmbH
- Drexel und Weiss energieeffiziente Haustechniksysteme GmbH
- Elco Austria GmbH
- GEA Klimatechnik GmbH
- Glen Dimplex
- Harreither Gesellschaft m.b.H.
- Heliotherm Wärmepumpentechnik
- Herz Energietechnik GmbH
- Hoval Gesellschaft m.b.H.
- IDM-Energiesysteme GmbH
- Kermi GmbH
- KNV Energietechnik GmbH
- NEURA AG
- Nilan Lüftungssysteme GmbH
- Novelan Vertrieb für Siemens
- Ochsner Wärmepumpen GmbH
- Olymp Werk GmbH
- Panasonic Deutschland
- Remko GmbH & Co.Kg
- Robert Bosch AG Geschäftsbereich Thermotechnik
- Siko Solar GmbH
- STIEBEL ELTRON GmbH
- Thermia Wärmepumpen, member of Danfoss Group
- Toshiba/AIR-COND Klimaanlage Handelsgesellschaft m.b.H.
- TGV - Technische Geräte Vertriebs GmbH
- Vaillant Group Austria GmbH/Saunier Duval
- Viessmann Ges.m.b.H.
- Walter Bösch GmbH & Co KG
- Waterkotte Austria
- Weider Wärmepumpen GmbH
- Windhager Zentralheizung GmbH
- Wolf Klima- und Heiztechnik GmbH

Nach allen vorliegenden Informationen und bestätigt durch den durchgeführten Workshopzyklus ist die österreichische Wärmepumpenbranche mit diesen 38 Firmen fast vollständig dokumentiert. Wie bereits oben angemerkt, konnten Direktimporte z.B. von Installationsunternehmen oder Anwendern nicht erfasst werden.

### 2.3 Energiepolitische Instrumente

Energiepolitische Instrumente hatten in der Vergangenheit einen großen Einfluss auf die Marktdiffusion der Wärmepumpentechnologie in den unterschiedlichen Sektoren und Anwendungsbereichen. Prinzipiell können folgende Gruppen von energiepolitischen Instrumenten unterschieden werden:

- *Anreizorientierte Instrumente:* diese verändern das relative Preisgefüge z.B. zwischen optionalen Technologien und damit auch den relativen (ökonomischen) Vorteil im Innovations-Entscheidungsprozess. Anreizorientierte Instrumente sind in der Regel als Marktanreizprogramme konzipiert und werden in Form von Förderungen an die AnwenderInnen vergeben. Förderungen werden dabei zumeist als nicht rückzahlbare Investitionszuschüsse vergeben, es sind jedoch auch Annuitätenzuschüsse, Darlehenshaftungen oder Zinsgarantien üblich. Die Effizienz von Förderungen ist bei klassischen Vergabemodellen limitiert, da die individuelle Zahlungsbereitschaft der AnwenderInnen nicht ausgeschöpft wird und in vielen Fällen auch Anlagen gefördert werden, die die AnwenderInnen sowieso errichtet hätte. Das relative Preisgefüge kann weiters durch Steuern oder Abgaben beeinflusst werden. Mit einer CO<sub>2</sub>-Steuer oder einer Normverbrauchsabgabe auf Kessel zur Verbrennung fossiler Brennstoffe können ähnliche Anreize für den Einsatz von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie geschaffen werden, wie mit Förderungen für diese Technologien. Förderungen und Steuern bzw. Abgaben können zu budgetneutralen Instrumenten kombiniert werden.
- *Normative Instrumente:* schreiben z.B. einen Stand der Technik vor. Normative Instrumente finden sich beispielsweise im Bereich der Gebäude-Energieeffizienz oder bei Emissionsgrenzwerten für Kessel. Diese Instrumente setzen perfekte Information auf Seiten der politischen Akteure voraus. Sie können bei entsprechender Formulierung jedoch gleichermaßen effizient wie effektiv sein, da abgesehen vom Kontrollaufwand keine Kosten entstehen und ein Diffusionsverlauf quasi verordnet werden kann. Nachteile für den Diffusionsprozess ergeben sich bei suboptimaler Implementierung und durch die zumeist langfristig starren Rahmenbedingungen, welche durch einmal geschaffene Regeln entstehen. Eine zentrale Herausforderung bei der Implementierung normativer Instrumente besteht deshalb in der Berücksichtigung technischer und ökonomischer Lernkurven von Technologien.
- *Informatorische Instrumente:* sind geeignet, um den Diffusionsprozess über Informationsgaben an unterschiedliche relevante Akteure zu beeinflussen. Adressiert werden beispielsweise potenzielle Anwender aber auch andere Akteursgruppen wie InstallateurInnen oder Planungsfirmen. Konkrete informatorische Instrumente sind das Geräte-Labeling, das potenziellen Anwendern z.B. die Energieeffizienz oder andere Qualitätsmerkmale eines Gerätes signalisiert oder Weiterbildungslehrgänge für unterschiedliche Berufsgruppen wie z.B. der zertifizierte Wärmepumpeninstallateur.

Der energiepolitische Rahmen des österreichischen Wärmepumpenmarktes war und ist durch den Einsatz von Förderungen unter allfälligen Rand- und Nebenbedingungen gekennzeichnet. Förderungen für Wärmepumpenanlagen waren im Jahr 2015 für die Bereiche des Wohnungsneubaus und der Wohnungssanierung bei den Ländern (Wohnbauförderungsstellen oder Energiereferate der Länder) und für den gewerblichen Bereich bei der Kommunalkredit Public Consulting (KPC) angesiedelt. Zumeist handelte es sich bei den Förderinstrumenten um

nicht rückzahlbare Investitionszuschüsse, seltener wurden Annuitätenzuschüsse oder geförderte Wohnbaudarlehen gewährt. Weiters existierten Förderungen, welche beispielsweise von Energieversorgern in Form von günstigen Wärmepumpentarifen für den elektrischen Strom gewährt wurden. In **Tabelle 5** sind die Ergebnisse der Recherchen zu den Wärmepumpenförderungen im Jahr 2015 zusammengefasst.

Mittels Befragungen der Förderstellen der Länder und der Kommunalkredit Public Consulting GmbH konnten für das Datenjahr 2015 in Summe 5.261 geförderte Heizungswärmepumpen und 1.241 geförderte Brauchwasserwärmepumpen erfasst werden. Dies entspricht ca. 30 % des Heizungswärmepumpen-Inlandsmarktes und ca. 23 % des Brauchwasserwärmepumpen-Inlandsmarktes. Die Differenz zum jeweiligen Gesamtinlandsmarkt entsteht durch die nicht oder nicht über die hier dokumentierten Stellen geförderten Wärmepumpen, sowie durch Verschiebungen zwischen dem Zeitpunkt der Installation bzw. Anschaffung der Wärmepumpe und der Abwicklung der Förderung. Werden tarifliche Anreize für Wärmepumpen seitens der Elektrizitätsversorgungsunternehmen außer Acht gelassen, so ist davon auszugehen, dass im österreichischen Inlandsmarkt ca. 2/3 aller im Jahr 2015 neu installierten Wärmepumpen ohne Förderungen errichtet wurden.

Diese Beobachtung deckt sich mit Aussagen von ExpertInnen, welche im Zuge der Stakeholderworkshops getätigt wurden. Demnach sinkt die Bedeutung von Förderungen für den weiteren Diffusionsverlauf der Wärmepumpen in Österreich, da der Aufwand zum Erhalt einer entsprechenden Förderung mittlerweile in vielen Fällen in keiner attraktiven Relation zum Nutzen steht. Kritisch hinterfragt wurden weiters die Auswirkungen von Wärmepumpentarifen, die sich durch die mittlerweile gesunkenen Strompreise kaum mehr vom normalen Arbeitstarif unterscheiden. Aus diffusionstheoretischer Sicht ist jedoch auch hier nicht der objektiv bestehende Anreiz relevant, sondern der subjektiv wahrgenommene.

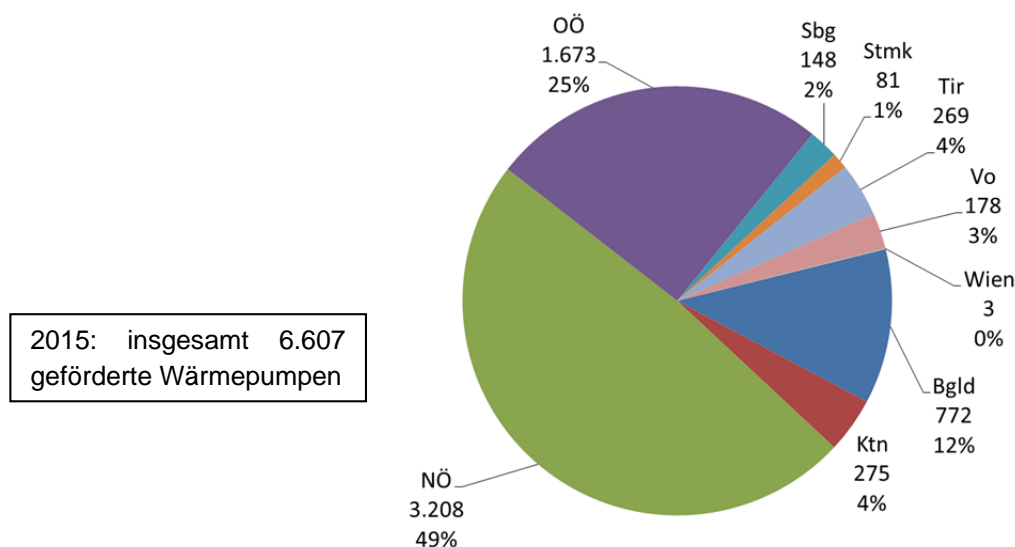
**Tabelle 5:** Wärmepumpenförderungen im Jahr 2015 auf Landesebene und durch die Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC) nach Bundesländern. Quelle: Biermayr et al. (2016).

Land	Landesförderungen 2015			Kommunalkredit 2015		Total 2015	
	Anzahl WW (Stk.)	Anzahl HZ (Stk.)	Förderung (Euro)	Anzahl (Stk.)	Förderung (Euro)	Anzahl (Stk.)	Förderung (Euro)
Bgld	425	345	647.384	2	2.722	772	650.106
Ktn	35	238	517.763	2	3.405	275	521.168
NÖ	781	2.404	5.589.000	23	153.196	3.208	5.742.196
OÖ	0	1.637	2.150.000	36	216.001	1.673	2.366.001
Sbg	0	136	454.562	12	115.252	148	569.814
Stmk	0	77	345.654	4	71.418	81	417.072
Tir	0	255	917.595	14	97.510	269	1.015.105
Vo	0	167	581.071	11	173.924	178	754.995
Wien	0	2	134.400	1	294.526	3	428.926
<b>Gesamt</b>	<b>1.241</b>	<b>5.261</b>	<b>11.337.429</b>	<b>105</b>	<b>1.127.954</b>	<b>6.607</b>	<b>12.465.383</b>

Von Seiten der Landesförderstellen wurden im Jahr 2015 insgesamt mehr als 11,3 Mio. Euro zur Förderung von Wärmepumpen eingesetzt, wobei der entsprechende Zahlenwert für Niederösterreich nur einen Erwartungswert darstellt (aufgrund des Fördermodells sind die tatsächlichen Förderkosten von der Entwicklung der Kapitalmärkte abhängig). Für die

Förderung von 105 Wärmepumpenanlagen an gewerblichen Standorten wurde von Seiten der Kommunalkredit im Jahr 2015 zusätzlich eine Summe von ca. 1,1 Mio. Euro aufgewendet.

In Summe wurden im Jahr 2015 somit 6.607 Brauchwasser- und Heizungswärmepumpen inklusive Kombianlagen mit einer Gesamtfördersumme<sup>2</sup> von ca. 12,5 Mio. Euro gefördert. Die Verteilung der Anzahl der von Ländern und KPC geförderten Wärmepumpen auf die Bundesländer ist in **Abbildung 13** dargestellt. Fast die Hälfte der in Österreich im Jahr 2015 geförderten Wärmepumpenanlagen war in Niederösterreich angesiedelt (49 %), gefolgt von Oberösterreich (25 %) und dem Burgenland (12 %).



**Abbildung 13:** Aus Landesmitteln und durch die KPC geförderte Wärmepumpenanlagen im Jahr 2015 in Stück Anlagen und Prozent. Verteilung auf die Bundesländer.

Abgesehen von den oben dokumentierten Förderinstrumenten der Länder und der KPC wurden im Jahr 2015 von zahlreichen Energieversorgungsunternehmen (EVU) weitere Anreize für den Einsatz von Wärmepumpen in Form von Investitionszuschüssen oder Wärmepumpentarifen angeboten. Diese Anreize wurden jedoch nicht systematisch erfasst.

<sup>2</sup> Summe aus Direktzuschüssen, geförderten Darlehen und Annuitätzuschüssen.

### 2.4 Fördernde und hemmende Faktoren der Marktentwicklung

Der Diffusionsprozess von Innovationen war bereits in der Vergangenheit Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten. In der internationalen Literatur finden sich diesbezüglich zahlreiche Modelle, welche die Mechanismen von Diffusionsprozessen beschreiben und einen systematischen Zugang zu dieser Materie ermöglichen. Ein Modell, welches auf die Marktdiffusion der Wärmepumpentechnologie anwendbar ist, stammt aus dem Standardwerk von Rogers (2003) "Diffusion of Innovations". Dieses Modell ist in Anhang A in seinen wesentlichen Grundzügen zusammengefasst dargestellt und enthält auch die Definitionen zahlreicher Begriffe, die im Folgenden verwendet werden.

Fördernde und hemmende Faktoren beeinflussen die quantitative und qualitative Entwicklung einer Technologie beginnend bereits vor einer entsprechenden Invention und wirken über die gesamte Zeit, während der eine Technologie verkauft wird. Diese Einflussfaktoren können in endogene Faktoren und exogene Faktoren untergliedert werden. Endogene Faktoren sind dabei Einflüsse, die aus dem engeren Diffusionsumfeld stammen wie z.B. der Einfluss von betrieblicher Forschung und Entwicklung auf die Marktchancen des Produktes oder der Einfluss von Landes-Wärmepumpenförderungen auf den Absatz der Technologie im Inlandsmarkt. Exogene Einflüsse sind dagegen solche, welche aus dem engeren Diffusionsumfeld heraus nicht beeinflusst werden können. Beispiele hierfür sind der Rohölpreis, die Herausforderungen des Klimawandels oder die Energie- und Technologiepolitik anderer Staaten. Der Einsatz von energie-, umwelt- und forschungspolitischen Instrumenten wird im Weiteren den endogenen fördernden Faktoren zugeordnet und bezweckt in der Regel eine Kompensation von endogenen und/oder exogenen Hemmnissen.

Einflussfaktoren haben in unterschiedlichen Abschnitten des Innovations-Diffusionsprozesses verschiedene Wirkungen. Ein Einflussfaktor, der sich z.B. am Beginn des Diffusionsprozesses fördernd auswirkt, kann sich im Verlauf des Diffusionsprozesses zu einem neutralen aber auch zu einem hemmenden Faktor entwickeln. So kann z.B. ein öffentliches Marktanreizprogramm am Beginn der Marktdiffusion einen wesentlichen Beitrag zu einer ersten Verbreitung der Technologie leisten, bei einer mangelhaften dynamischen Gestaltung in weiterer Folge jedoch auch dazu führen, dass ökonomisches aber auch technisches Lernen unterdrückt wird und die Technologie längerfristig nicht wettbewerbsfähig ist.

Um eine detaillierte Darstellung spezifischer fördernder und hemmender Faktoren bezüglich unterschiedlicher Wärmepumpentypen zu ermöglichen, erfolgt die Beschreibung für jede der bereits oben definierten Wärmepumpenklassen separat. Die nachfolgende Darstellung fasst die Ergebnisse aus der empirischen Datenanalyse und die Ergebnisse der Stakeholderworkshops zusammen.

#### 2.4.1 *Heizungswärmepumpen exklusive Wohnraumlüftung bis 10 kW*

Heizungswärmepumpen bis 10 kW thermische Leistung werden typischer Weise im Einfamilienhaus-Neubau eingesetzt. Die Leistungsanforderungen in einem Niedrig- oder Niedrigstenergie-Eigenheim können mit Heizungswärmepumpen dieses Leistungssegments in der Regel abgedeckt werden. Das 10 kW Leistungssegment weist im österreichischen Inlandsmarkt die vergleichsweise höchsten Verkaufszahlen und das mit Abstand größte Marktwachstum auf. Es ist dabei evident, dass sukzessive Marktanteile des nächst größeren Leistungssegmentes (größer 10 kW bis 20 kW) auf das 10 kW Leistungssegment übergehen. Durch die notwendiger Weise stattfindende Umstrukturierung der Bauwirtschaft vom Neubau

auf die Sanierung, welche um das Jahr 2020 stark an Dynamik gewinnen wird, könnte der momentane Trend zum kleinsten Leistungssegment jedoch wieder abgeschwächt werden.

Laut den Aussagen von ExpertInnen aus den Stakeholderworkshops hat die Wärmepumpe im Segment Eigenheim Neubau, wenn kein Erdgas- oder Fernwärmeanschluss verfügbar ist, aktuell einen Marktanteil von 75 % - 80 %. Biomassebasierte Wärmebereitstellungsanlagen sind in diesem Marktsegment keine Konkurrenz mehr. Der seit Herbst 2014 anhaltend niedrige Heizöl- und Erdgaspreis ist im Bereich des Eigenheim Neubaus noch kein hemmender Faktor, im Sanierungsbereich wird dadurch jedoch der Systemwechsel im Zuge eines Kesseltausches erschwert oder verhindert. Im Fertighaussegment ist ein Wettbewerb mit der Erdgas- und Fernwärmeversorgung zu beobachten. Generell werden normativ verordnete Systeme wie die Fernwärme als wichtiges Hemmnis für die Marktentwicklung der Wärmepumpe gesehen. Der aktuell niedrige Strompreis wirkt in Hinblick auf sinkende Betriebskosten der Wärmepumpen prinzipiell als fördernder Faktor, kompensiert dabei jedoch teilweise auch den Effekt von Anreizen seitens der Energieversorger (Wärmepumpentarif). Ein anhaltend niedriger Strompreis kann jedoch auch dazu führen, dass Strom Direktheizungen wieder salonfähig werden. Dies gilt insbesondere für Haushalte, welche über eine eigene Photovoltaikanlage verfügen und nach billigen Möglichkeiten der Eigenverbrauchsmaximierung suchen.

**Tabelle 6:** Zusammenfassung von fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Heizungswärmepumpen bis 10 kW exklusive Lüftungswärmepumpen

	endogen	exogen
fördernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderungen der Länder</li> <li>• Anreize durch Energieversorger</li> <li>• Zusätzliche Energiedienstleistung aktive und passive Raumkühlung bzw. Klimatisierung</li> <li>• Vermeidung von strukturell bedingten Kosten im Neubau (Wegfall von Investitions- u. Betriebskosten von Heizraum und Kamin)</li> <li>• Qualitätssicherung durch Ausbildung von InstallateurInnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise</li> <li>• Hohe Energieeffizienz neuer Einfamilienhäuser</li> <li>• Steigende Verbreitung von Niedertemperatur-wärmeverteilsystemen</li> <li>• Aktuell niedriges Zinsniveau</li> </ul>
hemmend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskontinuierliche Fördermodelle</li> <li>• Schallemissionen bei Luft/Wasser Split Wärmepumpen und ggf. damit verbundene restriktive Aufstellungsbedingungen (relevant im Heizungsbetrieb im Winter und im Kühlbetrieb im Sommer)</li> <li>• Zusatzkosten für Schallgutachten und Risikofaktor bei der Einreichung von Bauvorhaben</li> <li>• Normativ verordnete Implementierung von anderen Systemen wie z.B. Fernwärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurückhaltendes Investitionsumfeld seit 2008 (restriktive Kreditvergabe)</li> <li>• Anhaltend niedriger Öl- und Gaspreis seit Herbst 2014 hemmen den Umstieg bei Kesseltausch und im Sanierungsmarkt</li> <li>• Wettbewerb mit ausländischen Billiganbietern um den rasch wachsenden Massenmarkt</li> </ul>

Klassische Förderungen (der Länder) hatten historisch einen starken Einfluss auf die Marktdiffusion. Nach der Streichung von Förderungen waren jeweils Einbrüche der Wärmepumpen Verkaufszahlen zu beobachten. Nach dem Wegbrechen der Mitbewerber aus



dem Biomassesegment sind fehlende Förderungen aktuell jedoch kein großes Thema mehr. Die Wirkung von technologiespezifischen Förderungen wird von manchen ExpertInnen generell hinterfragt. „Häuselbauer“ verzichten zunehmend auf solche Förderungen, da sich die Erfüllung von Förderauflagen betriebswirtschaftlich nicht darstellen lässt bzw. der bürokratische Aufwand der Förderabwicklung stark hemmend wirkt.

Bezüglich der realisierten Wärmequellensysteme waren im Jahr 2015 im kleinsten Leistungssegment bis 10 kW 73 % Luft/Wasser Systeme, 19 % Sole/Wasser Systeme, 4 % Direktverdampfer, 3 % Wasser/Wasser Systeme und 1 % Lüftungswärmepumpen vertreten. Die Anzahl der jährlich verkauften Luft/Wasser Systeme bis 10 kW war dabei mit einem Plus von 31 % von 2014 auf 2015 das mit großem Abstand am stärksten wachsende Marktsegment im gesamten Wärmepumpenbereich. Vor dieser Entwicklung sahen zahlreiche ExpertInnen im Rahmen der Stakeholderworkshops die Schallemissionen von Luft/Wasser Splitgeräten als einen wichtigen potenziellen endogenen hemmenden Faktor. In diesem Bereich wurde ein großer Handlungsbedarf lokalisiert, welcher die Bereiche national harmonisierte Schallschutzbestimmungen, technische Entwicklungsarbeit und Informationspolitik umfasst. Abgesehen vom Thema Schallemissionen liegen keine Hinweise vor, die eine Änderung des momentanen Trends hin zu Luft/Wasser Systemen bewirken könnten. Der fortwährende relative aber auch absolute Rückgang von neu installierten Sole/Wasser Systemen ist gleichermaßen auf die höheren Investitionskosten des Wärmequellensystems und auf die strukturellen Probleme bei der Errichtung des Wärmequellensystems (Bohrungen, flächige Erdarbeiten) zurückzuführen. In Hinblick auf die zu erwartende Wandlung des Marktes hin zu Sanierungsprojekten werden die strukturellen Probleme bei der Errichtung von erdbasierten Wärmequellensystemen in Zukunft noch an Bedeutung gewinnen, da diese Systeme dann nicht mehr im Zuge eines Neubaus auf der „grünen Wiese“, sondern innerhalb gewachsener Bestandsstrukturen errichtet werden müssten.

### *2.4.2 Heizungswärmepumpen größer 10 kW bis 20 kW*

Der zentrale Anwendungsbereich von Heizungswärmepumpen größer 10 kW bis 20 kW thermischer Leistung ist das klassische Bestands-Einfamilienhaus mit einer mittleren bis guten Energieeffizienzklasse. Entsprechende Gebäude aus früheren Bauperioden wurden oftmals bereits energetisch saniert (Fenstertausch, Vollwärmeschutz) und weisen unterschiedliche Qualitäten von Wärmeverteilensystemen auf. Ein weiterer Anwendungsbereich ist der Einsatz in neu gebauten Ein- und Zweifamilienhäusern, welche aufgrund ihrer Größe auch bei sehr guter Energieeffizienz einen entsprechenden Leistungsbedarf aufweisen.

Wie bereits oben dargestellt, reduziert sich der Marktanteil dieses Leistungssegmentes momentan sukzessive zu Gunsten des kleinsten Leistungssegmentes bis 10 kW. Maßgeblich hierfür ist die steigende Energieeffizienz von neu gebauten Einfamilienhäusern, welche einen reduzierten Leistungsbedarf mit sich bringt. Das Leistungssegment größer 10 kW bis 20 kW könnte jedoch durch die zu erwartende Umstrukturierung der Bauwirtschaft vom Neubau auf die Sanierung ab dem Jahr 2020 wieder an Bedeutung gewinnen. Entscheidend dabei wird die in der Realität umgesetzte energetische Sanierungsqualität und Sanierungsrate. Von einigen ExpertInnen wurde im Rahmen der Stakeholderworkshops hierzu angemerkt, dass aktuell sowohl die Sanierungsraten als auch die erreichten energetischen Sanierungsergebnisse deutlich von den politisch signalisierten Zielvorstellungen abweichen. Die in der Regel momentan im Einfamilienhausbereich umgesetzte Sanierungsqualität lässt unter zusätzlicher Berücksichtigung von zu erwartenden ökonomischen und strukturellen Reboundeffekten

jedenfalls den vermehrten Einsatz von Heizungswärmepumpen im Leistungsbereich größer 10 kW bis 20 kW erwarten.

Die fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Heizungswärmepumpen größer 10 kW bis 20 kW sind in **Tabelle 7** zusammengefasst. Die meisten Faktoren und Wirkungsmechanismen sind dabei gleich gelagert wie im oben dargestellten kleinsten Leistungssegment. Im Zuge von Sanierungsprojekten ist neben den anderen Faktoren auch der Komfortgewinn durch den Wegfall eines allfälligen Brennstoffmanagements bei bisheriger Verwendung von Heizöl oder festen Brennstoffen anzuführen. Verkoppelt ist dieser Umstand mit dem Zugewinn an Raumressourcen durch die Freistellung eines Heizraumes und/oder Brennstofflagerraumes.

Die Anteile der Wärmequellsysteme im Marktsegment 10 kW bis 20 kW sind ähnlich strukturiert wie im kleinsten Leistungssegment. Die Marktanteile betragen im Jahr 2015 für Luft/Wasser Systeme 64 %, für Sole/Wasser Systeme 24 %, für Direktverdampfer 7 % und für Wasser/Wasser Systeme 6 %. Lüftungswärmepumpen konnten ausschließlich im kleinsten Leistungssegment erfasst werden. Die Dominanz der Luft/Wasser Systeme ist damit auch im Leistungssegment größer 10 kW bis 20 kW deutlich gegeben, auch wenn der entsprechende Marktanteil im kleinsten Leistungssegment noch größer ist.

**Tabelle 7:** Zusammenfassung von fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Heizungswärmepumpen größer 10 kW bis 20 kW

	endogen	exogen
fördernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderungen der Länder</li> <li>• Anreize durch Energieversorger</li> <li>• Zusätzliche Energiedienstleistung aktive und passive Raumkühlung bzw. Klimatisierung</li> <li>• Freistellung von Raumressourcen durch die Einsparung eines Heizraumes oder Brennstofflagers bei Sanierungsprojekten</li> <li>• Komfortgewinn durch Wegfall des Brennstoffmanagements</li> <li>• Qualitätssicherung durch Ausbildung von InstallateurInnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise</li> <li>• Hohe Energieeffizienz neuer Einfamilienhäuser</li> <li>• Steigende Verbreitung von Niedertemperatur-wärmeverteilsystemen</li> <li>• Aktuell niedriges Zinsniveau</li> </ul>
hemmend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskontinuierliche Fördermodelle</li> <li>• Schallemissionen bei Luft/Wasser Split Wärmepumpen und ggf. damit verbundene restriktive Aufstellungsbedingungen (relevant im Heizungsbetrieb im Winter und im Kühlbetrieb im Sommer)</li> <li>• Zusatzkosten für Schallgutachten und Risikofaktor bei der Einreichung von Bauvorhaben</li> <li>• Normativ verordnete Implementierung von anderen Systemen wie z.B. Fernwärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurückhaltendes Investitionsumfeld seit 2008 (restriktive Kreditvergabe)</li> <li>• Anhaltend niedriger Öl- und Gaspreis seit Herbst 2014 hemmen den Umstieg bei Kesseltausch und im Sanierungsmarkt</li> <li>• Wettbewerb mit ausländischen Billiganbietern um den rasch wachsenden Massenmarkt</li> </ul>

### 2.4.3 Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW

Heizungswärmepumpen im Leistungsbereich von größer 20 kW bis 50 kW werden typischer Weise zur Beheizung von größeren Wohngebäuden oder Gebäuden des Dienstleistungssektors eingesetzt. Wohngebäude können dabei in Abhängigkeit von der jeweiligen Gebäude-Energieeffizienz entweder große Ein- und Zweifamilienhäuser oder Mehrfamilienhäuser mit einigen wenigen bis zu 10 und mehr Wohneinheiten sein. Entsprechende Gebäude des Dienstleistungssektors sind beispielsweise Bürogebäude, Beherbergungsbetriebe, Produktionsstätten mit Raumwärmebedarf oder öffentliche Gebäude wie Gemeindeamtsgebäude, kleinere Schulen, Kindergärten etc. Hauptmarkt ist aktuell wie bei den kleineren Leistungssegmenten der Gebäudeneubau. Im Sanierungsbereich wird ein großes zukünftiges Potenzial gesehen, wobei die energetische Sanierungsqualität und die Verfügbarkeit geeigneter Wärmeverteilsysteme wesentliche Kriterien für die Entwicklung eines entsprechenden Marktes sind.

Die Marktentwicklung dieses Leistungssegmentes ist als Auswirkung der Finanz- und Wirtschaftskrise von einem starken Rückgang der Verkaufszahlen von 1.443 Stück im Jahr 2008 auf 663 Stück im Jahr 2012 gekennzeichnet, wobei ein direkter Zusammenhang mit einem zeitgleichen Rückgang in der Bauwirtschaft gegeben ist. Die Erholung des spezifischen Wärmepumpenmarktes erbrachte in der Folge wieder steigende Verkaufszahlen, die bis 1.201 Stück im Jahr 2015 anstiegen. Die eingesetzten Wärmequellensysteme sind in diesem Leistungssegment zu 37 % Sole/Wasser Systeme, zu 36 % Luft/Wasser Systeme, zu 14 % Direktverdampfer und zu 12 % Wasser/Wasser Systeme. Die Verteilung der bevorzugten Wärmequellensysteme ist damit im Vergleich zu den kleineren Leistungsbereichen deutlich unterschiedlich. Dies ist unter anderem auf die Skaleneffekte bei der Errichtung der erd- oder wasserbasierten Wärmequellensysteme im größeren Leistungsbereich zurückzuführen. Weiters dürften auch strukturelle Umstände eine Rolle spielen, da bei größeren Projekten in vielen Fällen z.B. auch größere Flächenressourcen zur Errichtung des Wärmequellensystems zur Verfügung stehen.

Die fördernden und hemmenden Faktoren, die in **Tabelle 8** zusammengefasst dargestellt sind, nehmen im Leistungssegment größer 20 kW bis 50 kW auch Bezug auf gewerbliche Anwendungen. Hierbei sind vor allem die Förderungen für gewerbliche Anlagen durch die KPC als endogener fördernder Faktor anzuführen. Die Bedeutung der Schallemissionsthematik wird für diesen Leistungsbereich deutlich geringer eingestuft, als dies bei den kleinen Leistungssegmenten der Fall war. Zum einen haben Luft/Wasser Systeme innerhalb des Segments einen deutlich geringeren Marktanteil, zum anderen ist davon auszugehen, dass zumindest im gewerblichen Bereich durch entsprechende Aufstellmöglichkeiten der Wärmetauscher auch mit herkömmlicher Technik keine häufigen Probleme entstehen. Die zusätzliche Energiedienstleistung der Raumkühlung und ggf. Raumklimatisierung kann in vielen Servicegebäuden wie in Beherbergungsbetrieben oder Bürogebäuden einen hohen Zusatznutzen darstellen und Wärmepumpenlösungen für die Wärme- und Kälteversorgung attraktiv machen.

**Tabelle 8:** Zusammenfassung von fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW

	endogen	exogen
fördernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderungen der Länder</li> <li>• Anreize durch Energieversorger</li> <li>• Förderungen der KPC für den gewerblichen Bereich</li> <li>• Zusätzliche Energiedienstleistung aktive und passive Raumkühlung bzw. Klimatisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise</li> <li>• Hohe Energieeffizienz neuer Wohngebäude</li> <li>• Steigende Verbreitung von Niedertemperatur-wärmeverteilssystemen</li> <li>• Aktuell niedriges Zinsniveau</li> </ul>
hemmend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskontinuierliche Fördermodelle</li> <li>• Im Wohngebäudebereich: normativ verordnete Implementierung von anderen Systemen wie z.B. Fernwärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurückhaltendes Investitionsumfeld seit 2008 (restriktive Kreditvergabe)</li> <li>• Anhaltend niedriger Öl- und Gaspreis seit Herbst 2014</li> </ul>

#### 2.4.4 Heizungswärmepumpen größer 50 kW

Das Hauptanwendungsgebiet von Heizungswärmepumpen der Leistungsklasse größer 50 kW sind der mehrgeschoßige Wohnbau und größere Gebäude des Dienstleistungssektors. Ein zusätzlicher Anwendungsbereich ist durch den Einsatz großer und sehr großer Heizungswärmepumpen im Bereich der netzgebundenen Wärmeversorgung gegeben. Der Verlauf der Marktdiffusion dieser Leistungsklasse ist durch einen sukzessiven Rückgang der Verkaufszahlen von 127 Stück im Jahr 2008 auf 35 Stück im Jahr 2011 und einem neuerlichen Anstieg der Verkaufszahlen auf 180 Stück bis zum Jahr 2015 charakterisiert.

Zur Charakterisierung der Anwendung großer Heizungswärmepumpen im Wohnbau seien an dieser Stelle konkrete Beispiele angeführt, welche im Jahr 2015 im Rahmen der Wiener Wohnbauförderung eingereicht wurden (Auskunft Stadt Wien, MA 20):

- Eine 800 kW Grundwasser-Wärmepumpe zur Unterstützung eines Nahwärmenetzes für ca. 1.050 Wohneinheiten. Als primäre Wärmequelle des Nahwärmenetzes werden Erdgaskessel eingesetzt.
- Eine Luft/Wasser Wärmepumpe zur teilweisen Warmwasserbereitung für ca. 330 Wohneinheiten. Das Hauptheizsystem wird mit Erdgas betrieben.
- Eine Sole/Wasser Wärmepumpe mit vertikalen Erdsonden zur monovalenten Wärmeversorgung von 68 Wohneinheiten.
- Eine Luft/Wasser Wärmepumpe mit Abwärmenutzung aus einer Abluftanlage zur teilweisen Wärmeversorgung von ca. 250 Wohneinheiten. Als Hauptheizung sind Erdgaskessel vorgesehen.

Bei Heizungswärmepumpen größer 50 kW sind Sole/Wasser Wärmequellensysteme mit einem Anteil von 48 % am häufigsten vertreten. Die restlichen Anteile verteilen sich zu 22 % auf Wasser/Wasser Systeme, 18 % Luft/Wasser Systeme und 11 % Direktverdampfer. Zunehmend kommt in diesem Leistungssegment auch Abwärme als Wärmequelle in Frage, deren Nutzung jeweils projektspezifisch beurteilt werden muss. Für die Standard-Wärmequellensysteme kommen bei großen und sehr großen Anlagen vermehrt Skaleneffekte zum Tragen, welche die leistungsspezifischen Investitionskosten im Vergleich zu kleinen Anlagen deutlich senken.

Der Einsatz von großen und sehr großen Heizungswärmepumpen erfolgt somit bereits projektspezifisch und erfordert in der Regel eine projektbezogene systemische Planung und Optimierung. Dieser Umstand bedarf angesichts der relativ geringen Verkaufszahlen und des sehr großen zukünftigen Potenzials besonderer Aufmerksamkeit. Ist die Marktdiffusion in den kleinen Leistungssegmenten bereits in den Bereich einer frühen Mehrheit vorgedrungen, so befindet sich der Diffusionsprozess von großen und sehr großen Wärmepumpen noch im Bereich der Innovatoren bzw. frühen Anwender. Dies bedeutet, dass neben fortwährender technischer Entwicklung auch der Informationsfluss zu den wesentlichen Akteursgruppen (Anwender, Investoren, Planer, Haustechniker, Wärmenetzingenieure) gepflegt werden muss. Die Errichtung und Kommunikation von Pilot- und Demonstrationsanlagen ist vor allem in innovativen Bereichen (z.B. Abwärmenutzung, Temperaturerhebungen, Niedertemperaturwärmernetze als Wärmequelle für dezentrale Booster-Wärmepumpen, Kanal und Abwasser-Wärmepumpen) von großer Bedeutung. Schulungen und Weiterbildungsveranstaltungen unterstützen den Diffusionsprozess zusätzlich.

**Tabelle 9:** Zusammenfassung von fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Heizungswärmepumpen größer 50 kW

	endogen	exogen
fördernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wohnbauförderungen der Länder</li> <li>• Anreize durch Energieversorger</li> <li>• Förderungen der KPC für den gewerblichen Bereich</li> <li>• Zusätzliche Energiedienstleistung aktive und passive Raumkühlung bzw. Klimatisierung</li> <li>• Pilot- und Demonstrationsanlagen für innovative Konzepte</li> <li>• Hohe Effizienz durch Anlagen auf Basis von Abwärmenutzung</li> <li>• Schulungen und Weiterbildungsveranstaltungen für die wesentlichen Akteursgruppen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise</li> <li>• Hohe Energieeffizienz neuer großvolumiger Wohngebäude</li> <li>• Steigende Verbreitung von Niedertemperaturwärmeverteilsystemen</li> <li>• Aktuell niedriges Zinsniveau</li> </ul>
hemmend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskontinuierliche Fördermodelle</li> <li>• Informationsmangel bei AnwenderInnen, InvestorInnen und ggf. bei HaustechnikplanerInnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurückhaltendes Investitionsumfeld seit 2008 (restriktive Kreditvergabe)</li> <li>• Anhaltend niedriger Öl- und Gaspreis seit Herbst 2014</li> </ul>

#### 2.4.5 Industrierärmepumpen

Unter Industrierärmepumpen werden Wärmepumpenanlagen für industrielle und gewerbliche Prozesse verstanden, die zumeist projektspezifisch geplant, gefertigt und installiert werden. Da diese Wärmepumpenkategorie erst seit dem Datenjahr 2012 erhoben wird, stehen anders als bei den Heizanwendungen und der Brauchwasserwärmepumpe keine langfristigen Zeitreihen über die Entwicklung des österreichischen Inlandsmarktes zur Verfügung. Die erfassten Verkaufszahlen betragen für das Datenjahr 2012 26 Stück, für 2013 33 Stück, für 2014 25 Stück und für 2015 18 Stück. Auf Basis dieser vier Messwerte und der generell geringen Stückzahlen kann kein signifikanter Trend diskutiert werden. Die genannten Stückzahlen und das vermutlich enorme technische aber auch ökonomische Potenzial, Wärmepumpen in industrielle Prozesse zu integrieren, weisen jedoch darauf hin, dass es sich zurzeit um einen Markt der Innovatoren und

frühen Anwender handelt. Wie schon bei den großen und sehr großen Heizungswärmepumpen sind eine wirksame Informationspolitik, eine Vernetzung der wesentlichen Akteursgruppen und die Demonstration erfolgreicher Projekte wichtige Maßnahmen zur Entwicklung eines entsprechenden Marktes. Im Rahmen der durchgeführten Stakeholderworkshops wurde der Information und Vernetzung von potenziellen AnwenderInnen, AnlagenplanerInnen und – errichterInnen sowie Wärmepumpenproduzenten von den teilnehmenden ExpertInnen besondere Bedeutung beigemessen.

Da über die technischen und ökonomisch umsetzbaren Anwendungspotenziale von Industrierärmepumpen bisher nur auf Basis von Fallbeispielen vage Vermutungen angestellt werden können, wäre eine systematische Filterung von prädestinierten Branchen und geeigneten Prozessen nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien hilfreich. Die geeigneten Anwendungspotenziale könnten damit gezielt adressiert werden um einen entsprechenden Markt zu entwickeln.

**Tabelle 10:** Zusammenfassung von fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Industrierärmepumpen

	endogen	exogen
fördernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderungen der KPC für den gewerblichen Bereich</li> <li>• Pilot- und Demonstrationsanlagen für innovative Konzepte</li> <li>• Hohe Effizienz durch Anlagen auf Basis von Abwärmenutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise</li> <li>• Aktuell niedriges Zinsniveau</li> </ul>
hemmend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mangelnde Vernetzung der Akteursgruppen Produzenten, AnlagenplanerInnen und – errichterInnen und AnwenderInnen</li> <li>• Informationsmangel bezüglich technisch und ökonomisch umsetzbare Anwendungspotenziale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurückhaltendes Investitionsumfeld seit 2008 (restriktive Kreditvergabe)</li> <li>• Anhaltend niedriger Öl- und Gaspreis seit Herbst 2014</li> </ul>

#### 2.4.6 Brauchwasserwärmepumpen

Brauchwasserwärmepumpen werden in der Regel zur Brauchwassererwärmung in Wohngebäuden eingesetzt. Brauchwasserwärmepumpen wurden, wie bereits in Kapitel 2.1 dargestellt, ab den 1980er Jahren eingesetzt. Nach einem ersten Maximum der Verkaufszahlen im Jahr 1987 mit knapp 11.500 Stück pro Jahr folgte ein starker Rückgang des Marktes, welcher sich erst ab dem Jahr 2003 wieder langsam erholte. Bisher konnte ein jährlicher Absatz von 6.000 Stück jedoch nicht mehr überschritten werden.

Die Brauchwasserwärmepumpe wird in einigen Bundesländern nicht gefördert, wodurch in diesen Ländern der zusätzliche Marktanzreiz durch die Förderung fehlt und dadurch implizit als informatorische Komponente eine gewisse öffentliche Ablehnung signalisiert wird. Aus der betriebswirtschaftlichen Sicht der AnwenderInnen ist die Brauchwasserwärmepumpe oftmals eine ökonomisch attraktive und energieeffiziente Alternative zu Elektroboilern oder thermischen Solaranlagen. Inwiefern technische Probleme oder Qualitätsprobleme der ersten Generation von Brauchwasserwärmepumpen in den 1980er Jahren auch heute noch hemmende Wirkungen auf die aktuelle Marktdiffusion haben, kann nicht nachgewiesen werden. Aufgrund der Zeitreihe der jährlichen Verkaufszahlen kann jedoch gezeigt werden, dass die frühen

Anwender aus den 1980er Jahren die Kaufentscheidung nicht oder nur zu einem sehr geringen Anteil bestätigen.

Der aktuell niedrige Strompreis wirkt bei der Brauchwasserwärmepumpe als exogener Faktor sowohl fördernd als auch hemmend. Einerseits reduziert der aktuell niedrige Strompreis die Betriebskosten von Brauchwasserwärmepumpen, andererseits wird es aus betriebswirtschaftlicher Sicht schwieriger, die Investitionskosten einer Brauchwasserwärmepumpe im Vergleich zu einem Elektroboiler mit Widerstandsheizung darzustellen. Bei Haushalten mit Photovoltaikanlagen könnten sowohl Brauchwasserwärmepumpen als auch Heizungswärmepumpen in Hinkunft zur Maximierung des Eigenverbrauchs an Photovoltaikstrom dienen.

**Tabelle 11:** Zusammenfassung von fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Brauchwasserwärmepumpen

	endogen	exogen
fördernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderungsmöglichkeiten in manchen Bundesländern</li> <li>• Eigenverbrauchsmaximierung bei Photovoltaikhaushalten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise (senkt Betriebskosten)</li> <li>• Aktuell niedriges Zinsniveau</li> </ul>
hemmend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Image einer Stromheizung</li> <li>• Diskontinuierliche Fördermodelle oder Ausschluss aus der Förderung auf Länderebene</li> <li>• Imageschäden aus der ersten Generation (nicht erwiesen)</li> <li>• Marktdiffusion von Wärmepumpen-Kombianlagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise (forciert Strom-direkt)</li> <li>• Anhaltend niedriger Öl- und Gaspreis seit Herbst 2014</li> <li>• Eigenverbrauchsmaximierung von Haushalten mit Photovoltaikanlagen</li> </ul>

#### 2.4.7 Wohnraumlüftungswärmepumpen

Wohnraumlüftungswärmepumpen eignen sich als integraler Bestandteil von Wohngebäuden mit geringer Heizlast, in denen eine Anlage zur kontrollierten Wohnraumlüftung mit einer Wärmepumpenanlage kombiniert werden soll. Als Wärmequelle wird in der Regel die Abluft aus der Lüftungsanlage herangezogen, als Wärmeträgermedium der Wärmeverteilung dient die Zuluft der kontrollierten Wohnraumlüftung. Der Einsatz von Wohnraumlüftungswärmepumpen ist nicht auf das Passivhaussegment beschränkt, die verfügbaren Leistungsgrößen erlauben auch den Einsatz in sonstigen energieeffizienten Gebäuden.

Der Markteintritt von Lüftungswärmepumpen wurde in Österreich im Jahr 2000 erhebungstechnisch registriert. In diesem Jahr wurden in Österreich von den befragten Unternehmen 80 Wohnraumlüftungswärmepumpen abgesetzt. Der Markt entwickelte sich im Anschluss rasch, wobei die historisch maximale Verkaufszahl mit 723 Stück im Jahr 2006 registriert wurde. Im Anschluss kam es wieder zu einer Reduktion der Verkaufszahlen bis auf 49 Stück im Jahr 2015. Der Hintergrund dieser Entwicklung konnte weder auf erhebungstechnischer Ebene noch im Zuge der Stakeholderworkshops geklärt werden. Gemäß der Meinung von ExpertInnen sind die dargestellten Zahlen realistisch und durch die hohen Investitionskosten von Wohnraumlüftungswärmepumpen begründet. Es konnte jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass Teile des entsprechenden Marktes durch erhebungstechnisch nicht erfasste Direktimporte z.B. von Installationsunternehmen bedient werden. Die Interpretation des dargestellten Diffusionsverlaufes sollte aus diesem Grund stets zurückhaltend und mit Vorbehalt erfolgen.

Die fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung sind ähnlich gelagert wie bei den Heizungswärmepumpen bis 10 kW. Hinzu kommt als fördernder endogener Faktor die steigende Nachfrage nach kontrollierter Wohnraumlüftung als Komfortmaßnahme, welche die zusätzliche Integration einer Wärmepumpe nahe legt. Die Marktdiffusion des klassischen Passivhauskonzepts hingegen verläuft zögerlich und stellt somit keinen zusätzlichen fördernden Faktor dar. Lang (2010) dokumentiert für Österreich für das Jahr 2004 eine kumulierte Anzahl von 203 Passivhäusern, für das Jahr 2009 weist der Autor eine kumulierte Zahl von 801 dokumentierten Passivhäusern aus. Dies sind bei einer hypothetischen Diffusionsperiode von 1999 bis 2009 im Mittel ca. 73 neue Passivhäuser pro Jahr. Oberhuber und Denk (2014) beschreiben den Wohnbau in Österreich bis zum Datenjahr 2013 und weisen für den Zeitraum 1999 bis 2009 eine jährliche Fertigstellung von im Mittel ca. 45.000 Wohnungen aus, was laut Statistik Austria (2016) einer jährlichen Anzahl von ca. 22.500 Gebäuden entspricht. ExpertInnen schätzen im Rahmen der Stakeholderworkshops die aktuelle Neubaurate auf ca. 30.000 Gebäude pro Jahr. Der Anteil von Passivhäusern an den jährlich errichteten Gebäuden liegt damit jedenfalls ohne besondere Dynamik deutlich unter 0,5 %. Bei einem Vergleich mit den Stückzahlen der abgesetzten Wohnraumlüftungswärmepumpen wird klar, dass die meisten Anlagen in den verkaufsstärkeren Jahren in Nicht-Passivhäusern installiert wurden. Die stark gesunkenen aktuellen Verkaufszahlen erscheinen im Licht der absoluten Zahlen für den Passivhaus-Neubau wiederum ansatzweise plausibel. Aus den Beobachtungen resultiert die Hypothese, dass Wohnraumlüftungswärmepumpen im Zeitraum von 2005 bis 2010 vermehrt als Komfortmaßnahme eingebaut wurden und dieser kurzfristige Trend aufgrund der hohen Investitionskosten nunmehr ein jähes Ende gefunden hat. Der verbleibende Markt repräsentiert die notwendiger Weise in Passivhäusern eingebauten Systeme.

**Tabelle 12:** Zusammenfassung von fördernden und hemmenden Faktoren für die Marktentwicklung von Wohnraumlüftungswärmepumpen

	endogen	exogen
fördernd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderungen der Länder</li> <li>• Zusätzliche Energiedienstleistung aktive und passive Raumkühlung bzw. Klimatisierung</li> <li>• Vermeidung von strukturell bedingten Kosten im Neubau (Wegfall von Investitions- u. Betriebskosten von Heizraum und Kamin)</li> <li>• Qualitätssicherung durch Ausbildung von InstallateurInnen</li> <li>• Nachfrage nach kontrollierter Wohnraumlüftung als Basis für die Implementierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuell niedrige Strompreise</li> <li>• Hohe Energieeffizienz neuer Einfamilienhäuser</li> <li>• Aktuell niedriges Zinsniveau</li> </ul>
hemmend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskontinuierliche Fördermodelle</li> <li>• Normativ verordnete Implementierung von anderen Systemen wie z.B. Fernwärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zurückhaltendes Investitionsumfeld seit 2008 (restriktive Kreditvergabe)</li> <li>• Anhaltend niedriger Öl- und Gaspreis seit Herbst 2014 hemmen den Umstieg bei Kesseltausch und im Sanierungsmarkt</li> <li>• Geringe Marktdiffusion des Passivhauses (in Reinkultur)</li> </ul>



### 3 Aktuelle Situation der Wärmepumpentechnologie

Grundlegend können vier Hauptanwendungs- bzw. Innovationsbereiche für elektrisch betriebene Kompressionswärmepumpen identifiziert werden, die einen unterschiedlichen Entwicklungs- und Marktdiffusionsstand aufweisen:

- Wärmepumpen für Wohn- und Nichtwohngebäude
- Wärmepumpen in Smart Electric Grids
- Wärmepumpen in thermischen Netzen
- Wärmepumpen für Industrieprozesse

Die nachfolgenden Kapitel dieser Roadmap orientieren sich in ihrer Struktur an diesen Bereichen.

#### 3.1 Aktuelle Anwendungsfelder

##### *3.1.1 Anwendungsbereich: Wohn- und Nichtwohngebäude*

Im Anwendungsbereich Wohn- und Nicht-Wohngebäude im Neubau stellt die Wärmepumpe eine bereits etablierte Technologie zur Raumwärme- und Brauchwasserbereitstellung sowie zur Kühlung dar. Der größte Teil der am Markt abgesetzten Wärmepumpenanlagen wird in Kombination mit Niedertemperaturheizsystemen installiert. Gleichwohl sind Wärmepumpenanlagen mit Vorlauftemperaturen bis zu 70 °C verfügbar, die zur Brauchwasserbereitung sowie für den Einsatz mit Wärmeverteilsystemen höherer Temperatur, die üblicherweise im Bereich der Gebäudesanierung vorkommen, geeignet sind. Außenluft als Wärmequelle hat sich insbesondere in den letzten Jahren durchgesetzt. Die zu erwartende Effizienz ist etwas niedriger als beispielsweise bei erdreichgekoppelten Wärmepumpen. Allerdings weisen Luft-Wasserwärmepumpen deutlich geringere Investitionskosten auf und sind einfacher in der Installation. Die Kombination mit bestehenden Wärmeerzeugern im Bereich der Gebäudesanierung stellt heute oftmals eine Herausforderung in Hinblick auf die hydraulische Einbindung und die Gesamtsystemregelung dar. Bei außen aufgestellten Verdampfern für Luft/Wasser Wärmepumpen wirft die Schallausbreitung zunehmend Fragen auf. Heute wird eine Wärmepumpe diesbezüglich durch Angabe des Schalleistungspegels beurteilt. In großen Wohngebäuden (z.B. Mehrfamilienhäusern) sowie in gewerblich genutzten Gebäuden werden Wärmepumpen bisher eher selten verwendet, obwohl die Technologie geeignet und verfügbar ist.

##### *3.1.2 Anwendungsbereich: Smart Electric Grids und Wärmepumpen*

Elektrisch betriebene Kompressionswärmepumpen gelangen in den letzten Jahren immer stärker in den Fokus sogenannter Power-to-Heat und Lastflexibilisierungsmaßnahmen. Die Wärmepumpe kann, insbesondere in Kombination mit thermischen Speichern, wie zum Beispiel Pufferspeicher oder die Gebäudestruktur selbst, so betrieben werden, dass das elektrische Netz stabilisiert wird, Spitzen vermieden werden und volatile erneuerbare Erzeugungsanlagen effizient ergänzt, oder ausgeglichen werden können. Dabei wird der Betrieb von einzelnen Wärmepumpen, von Wärmepumpen-Pools bzw. Wärmepumpen mit großen Leistungen, an aktuellen Zuständen des elektrischen Netzes ausgerichtet. Diese Art des Betriebs steht momentan am Anfang. Für eine breite Anwendung bedarf es eines Ausbaus von Smart Electric Grid Technologien. Seitens der Wärmepumpenbranche wurden dafür bereits sogenannte „Smart Grid Ready“ Wärmepumpen entwickelt und auf den Markt gebracht. Seitens der Netzbetreiber und Energieversorger sind allerdings noch offene Fragen zur physikalischen Schnittstelle und

zum Informationsaustausch zu klären. Aufgrund fehlender Marktmechanismen konnte dieser Bereich noch nicht in ein geeignetes Geschäftsmodell übertragen werden.

### 3.1.3 Anwendungsbereich: Thermische Netze

Die Integration von Wärmepumpen in thermische Netze konnten bereits vielfach erfolgreich demonstriert werden. Die meisten Beispiele kommen dabei aus Ländern, in denen die Vorlauftemperatur auch in Spitzenzeiten nicht wesentlich über 100 °C liegen. In Österreich sind die Vorlauftemperaturen höher und liegen in einem Bereich bis 120 °C, in Wien sogar in einem Bereich bis 150 °C was die Integration von Wärmepumpen erschwert. Eine Vorlauftemperatur von 120 °C ist mit heutigen Wärmepumpentechnologien bereits erreichbar. Auch Quellentemperaturen von bis 55 °C sind heute nutzbar. Der Einsatz von Wärmepumpen in diesem Temperaturbereich ist daher hauptsächlich eine betriebswirtschaftliche Entscheidung. Erwartet man sinkende erforderliche Vorlauftemperaturen in den heimischen thermischen Netzen, kann das Potential zur Einspeisung von Abwärme aus der Industrie sowie von Umweltwärme deutlich erhöht werden. Liegt die Betriebstemperatur eines thermischen Netzen unter der benötigten Nutzungstemperatur (z.B. für die Warmwasserbereitung), muss eine dezentrale Temperaturerhöhung vor Ort vorgesehen werden. Dazu werden sogenannte Booster-Wärmepumpen eingesetzt die Niedertemperaturnetze mit Vorlauftemperaturen unter 60 °C als Quelle verwenden, um bei Bedarf Temperaturen von mehr als 60 °C bereitstellen zu können. International finden aktuell erste derartige Geräte den Weg in den Markt.

### 3.1.4 Anwendungsbereich: Industrieprozesse

Die Integration von Wärmepumpen in Industrieprozesse kann insbesondere zur Realisierung von Energieeffizienzmaßnahmen herangezogen werden, ist aber in diesem Anwendungsbereich aufgrund der geringen Bekanntheit noch wenig etabliert. Ein bestimmtes Maß an Abwärme ist in nahezu jedem Industriebetrieb vorhanden. Diese kann mit vorhandener Wärmepumpentechnologie bereits auf Prozesstemperaturen von rund 120 °C angehoben und damit in den Prozess zurückgeführt werden. Die thermische Leistung kann dabei mehrere Megawatt betragen. Die Integration bringt oftmals Rückwirkungen auf den Prozess mit sich und muss daher sorgfältig durchgeführt werden.

## 3.1 Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Österreich

Die nachfolgende Beschreibung basiert auf einer Analyse nationaler F&E-Projekte (Details dazu siehe 1.2.3) sowie auf Daten der Österreichischen Energieagentur, die im Rahmen der Erstellung der nationalen Energieforschungserhebungen erhoben und näher analysiert wurden. Weiters fließen Ergebnisse der durchgeführten Workshops (Details dazu siehe 1.2.1) sowie der Herstellerbefragung (Details dazu siehe 1.2.2) ein.

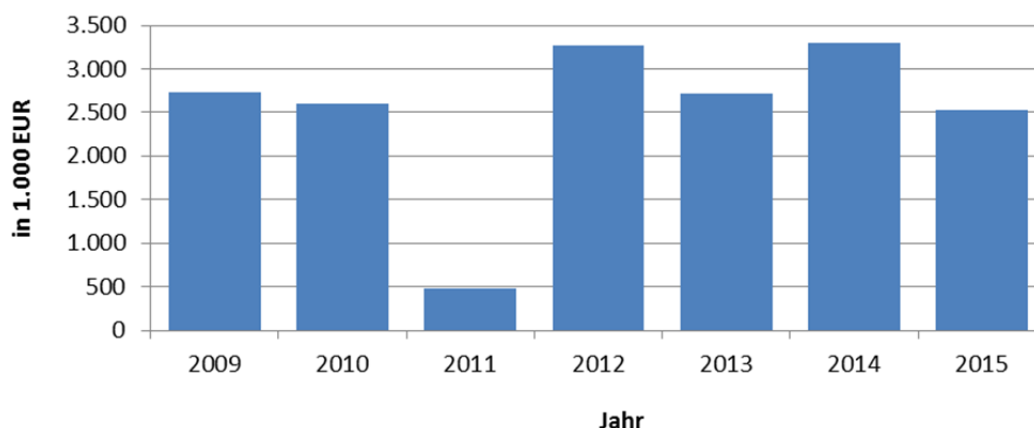
### 3.1.1 Öffentlich finanzierte F&E-Aktivitäten im Bereich Wärmepumpen

In Österreich wird Wärmepumpenforschung auf Ebene der Universitäten, an außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie durch die Unternehmen der Branche betrieben. Von der öffentlichen Hand<sup>3</sup> wurden zur Finanzierung der Forschungsaktivitäten im Bereich

---

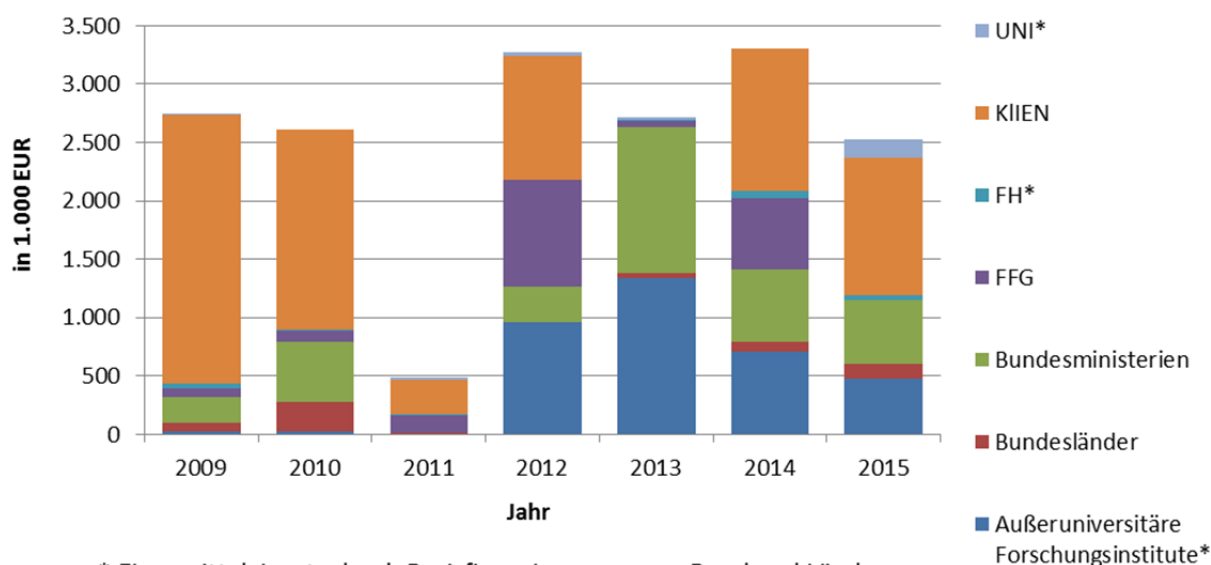
<sup>3</sup> Die Ausgaben der öffentlichen Hand beziehen sich auf Fördermittel bzw. Forschungsaufträge der Bundesministerien, des Klima- und Energiefonds, der Bundesländer, der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), des Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung (FWF), der Kommunalkredit Public Consulting (KPC), des Austria Wirtschaftsservice (AWS) sowie die mit Bundes- und Landesmitteln finanzierte Eigenforschung an außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Universitätsinstituten und Fachhochschulen.

Wärmepumpen und Kälteanlagen im Zeitraum 2009 bis 2015 insgesamt EUR 17,6 Mio. zur Verfügung gestellt. Das entspricht einer durchschnittlichen Förderung von etwa EUR 2,5 Mio. pro Jahr<sup>4</sup>. Statistische Ausreißer waren die Jahre 2011<sup>5</sup>, 2012 sowie 2014, wie in **Abbildung 14** dargestellt.



**Abbildung 14:** Entwicklung der öffentlichen F&E-Ausgaben im Bereich Wärmepumpen und Kälteanlagen in den Jahren 2009 bis 2015, Quelle: Indinger et. al (2010) bis Indinger et. al (2016)

Finanziert wurden die öffentlichen F&E-Ausgaben im betrachteten Zeitraum überwiegend durch den Klima- und Energiefonds (44%), über die relevanten Bundesministerien und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (jeweils 20%), sowie die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG (11%), wobei sich die Finanzierungsanteile der Institutionen in den sieben Jahren unterschiedlich darstellen (vgl. **Abbildung 15**)



**Abbildung 15:** Finanzierung der öffentlichen F&E-Ausgaben im Bereich Wärmepumpen und Kälteanlagen in den Jahren 2009 bis 2015<sup>6</sup>, Quelle: Indinger et. al (2010) bis Indinger et. al (2016)

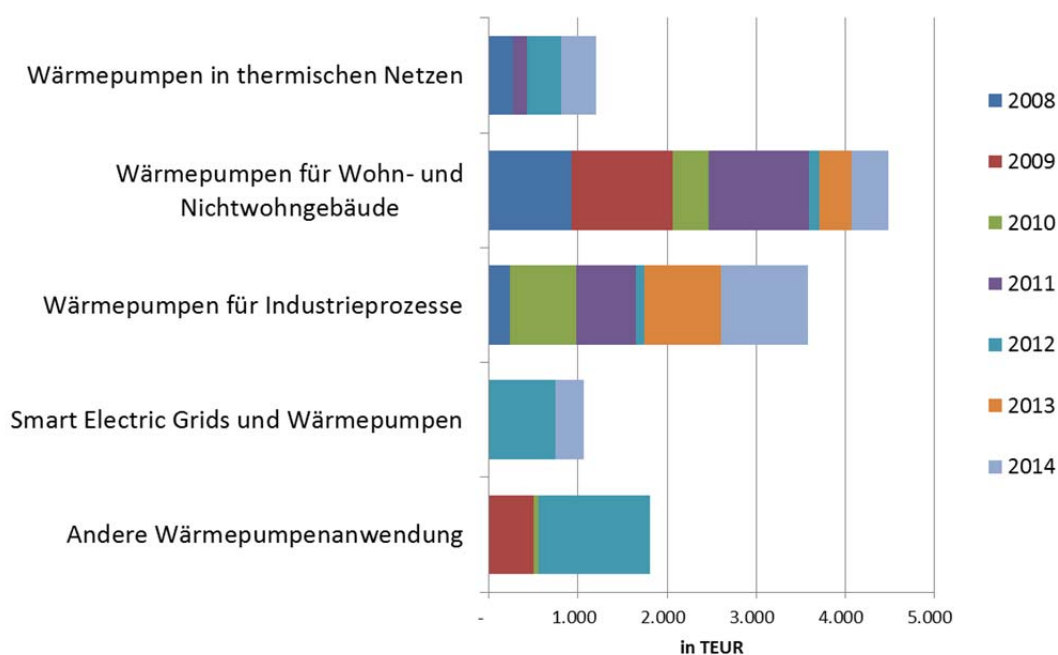
<sup>4</sup> Bei den Beträgen handelt es sich um die im jeweiligen Jahr vertraglich fixierten Gesamtsummen der finanzierten bzw. geförderten Projekte. Eine Ausnahme stellen die mit \*gekennzeichneten Beträge dar.

<sup>5</sup> Die Gründe für den Einbruch im Jahr 2011 sind den AutorInnen nicht bekannt. Ein Vergleich der im Rahmen dieser Studie bewerteten geförderten Projekte legt nahe, dass einige der im Jahr 2011 vertraglich fixierten Förderprojekte des Klima- und Energiefonds dem Jahr 2012 zugerechnet wurden.

<sup>6</sup> Bei den dargestellten Beträgen handelt es sich, mit Ausnahme der mit \* gekennzeichneten Institutionen, um die im jeweiligen Jahr fixierten Gesamtsummen der finanzierten/geförderten Projekte.

Um weitere Aussagen in Bezug auf die wissenschaftlich/technischen Schwerpunkte, auf Anwendungsfelder sowie die Art der Forschung treffen zu können, werden in der Folge ausgewählte Forschungs- und Entwicklungsprojekte näher analysiert. Das Fördervolumen der betrachteten Projekte liegt bei EUR 12,2 Mio.<sup>7</sup> Den größten Anteil weist das Anwendungsfeld „Wärmepumpen für Wohn- und Nichtwohngebäude“ mit 21 Projekten und einem Fördervolumen von EUR 4,5 Mio. auf. Auf den Plätzen folgen die Anwendungen „Wärmepumpen für Industrieprozesse“ mit zehn Projekten und einem Fördervolumen von EUR 3,6 Mio. sowie „Wärmepumpen in thermischen Netzen“ mit sechs Forschungsprojekten bzw. einem Fördervolumen von EUR 1,2 Mio. Dem Bereich „Smart Electric Grids und Wärmepumpen“ sind drei Projekte und Fördermittel in der Höhe von EUR 1,06 zuzuordnen; während das Anwendungsfeld „Andere Wärmepumpenanwendungen, das sich u.a. mit Forschungsfragestellungen in Bezug auf den Einsatz von Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen in mobilen Anwendungen beschäftigt, vier Projekte und ein Fördervolumen von EUR 1,8 Mio. umfasst, vgl. **Abbildung 16**.

Wie aus **Abbildung 16** ersichtlich, ist das Fördervolumen in den Jahren 2013 und 2014 insbesondere im Anwendungsfeld „Wärmepumpen für Industrieprozesse“ gestiegen, was ein gesteigertes Interesse der produzierenden Industrie an der Technologie nahelegt.



**Abbildung 16:** Fördervolumen der F&E Projekte im Bereich Wärmepumpe in den einzelnen Anwendungsfeldern in den Jahren 2008 bis 2014

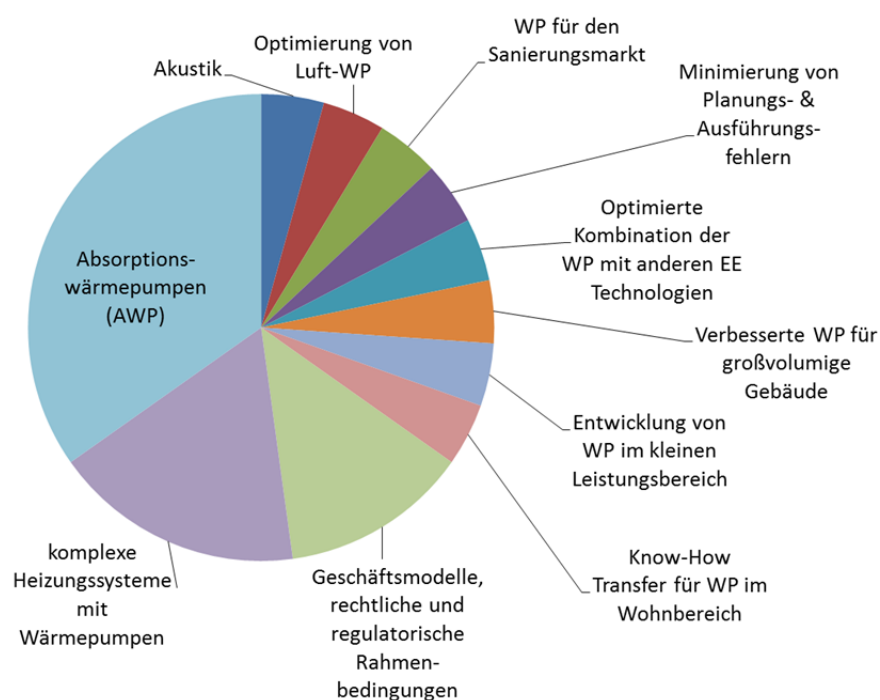
Im Folgenden werden die inhaltliche Ausrichtung der einzelnen Anwendungsfelder sowie der wissenschaftlich/technische Schwerpunkt der betrachteten Forschungsprojekte genauer

<sup>7</sup> Von den 44 Projekten konnte das Fördervolumen von 40 Projekten eruiert werden. Von jeweils zwei Projekten aus den Anwendungsfeldern „Wärmepumpen für Industrieprozesse“ sowie „Wärmepumpen für Wohn- und Nichtwohngebäude“ ist das Fördervolumen nicht bekannt. Das Fördervolumen wurde, wie auch in den Energieforschungserhebungen üblich, zur Gänze dem Jahr zugeteilt, in dem das Projekt gestartet bzw. der Vertrag unterzeichnet wurde. Bei Projekten, die nicht nur Aspekte der Wärmepumpenforschung beinhalten, wurde nur jener Teile der Förderung berücksichtigt, die sich auf Wärmepumpenforschung beziehen.

dargestellt. Zu diesem Zweck werden die Projekte in den einzelnen Anwendungsbereichen entsprechend ihrer thematischen Ausrichtung zusammengefasst.

### 3.1.1.1 Anwendungsbereich: Wohn- und Nicht-Wohngebäude

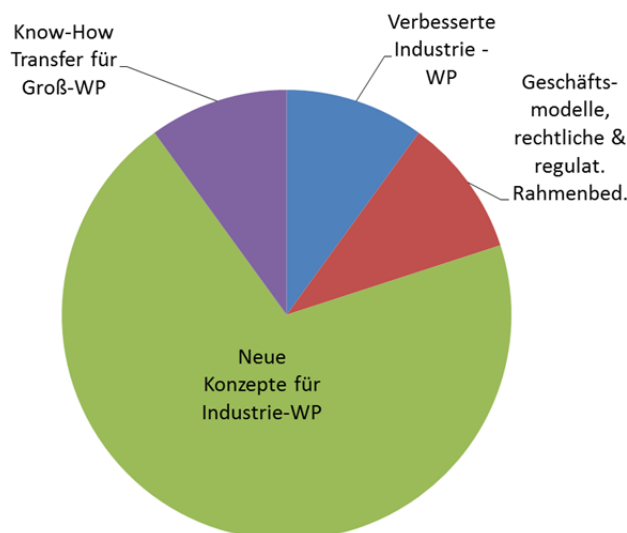
Das Thema Absorptionswärmepumpe (AWP) nimmt mit acht Projekten einen großen Stellenwert der geförderten F&E-Projekte im Anwendungsfeld ein. Vier der geförderten Projekte beschäftigen sich mit der Entwicklung optimierter NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O Wärmepumpen für den Einsatz im kleinen Leistungsbereich, drei weitere Projekte behandeln Fragestellungen im Zusammenhang mit der Entwicklung optimierter Komponenten für AWP, während ein Projekt das Marktpotenzial gasbefuerter kleiner AWP näher untersucht. Sechs Projekte entfallen auf das Thema „komplexe Heizungssysteme mit Wärmepumpen“, während sich drei Projekte mit der Thematik „Geschäftsmodelle, rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen“ beschäftigen. Die verbleibenden Projekte behandeln jeweils unterschiedliche Forschungsthemen, wie in **Abbildung 17** dargestellt.



**Abbildung 17:** Forschungsthemen im Anwendungsfeld Wärmepumpen für Wohn- und Nicht-Wohngebäude

### 3.1.1.2 Anwendungsbereich: Industrieprozesse

Im Bereich des Einsatzes von Wärmepumpen in Industrieprozesse fokussieren sieben Projekte auf das Thema „Neue Konzepte für Industrie-Wärmepumpen“. Inhalt dieser Projekte ist zumeist der Einsatz unkonventioneller Kältemittel zur Realisierung hoher Wärmesenktemperatur bis zu 200°C. Jeweils ein Projekt ist den Themenfeldern „Geschäftsmodelle, rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen“, „Know-how Transfer für Groß-WP“ sowie „Verbesserte Industrie-WP“ zuzurechnen.



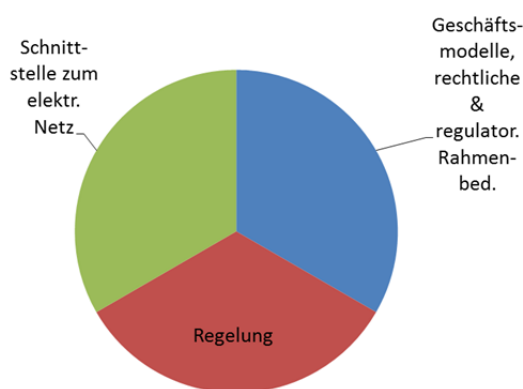
**Abbildung 18:** Forschungsthemen im Anwendungsfeld Wärmepumpen in Industrieprozessen

### 3.1.1.3 Anwendungsbereich: Smart Electric Grids und Wärmepumpen

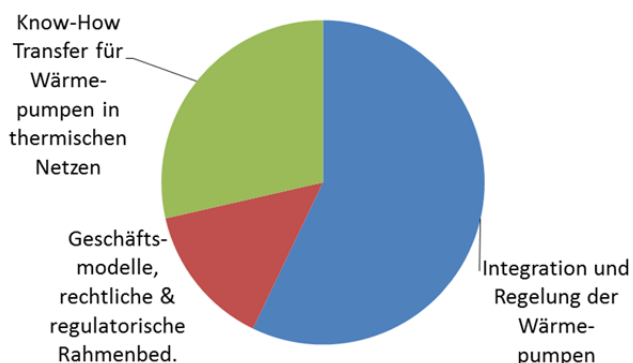
Im Anwendungsgebiet werden drei F&E-Projekte gefördert. Ein Projekt untersucht primär die Interaktionsmöglichkeiten von Wärmepumpen und gebäudeeigener Photovoltaik zum Spitzenlastausgleich unter Berücksichtigung einer optimierten Einspeisung ins bzw. den Bezug aus dem Stromnetz, ein Projekt sondiert den Einsatz von Wärmepumpen-Pooling, während ein weiteres Projekt die Erarbeitung ökonomischer Anreizmodelle für den Nutzer zur Lastverschiebung zum Gegenstand hat, vgl. **Abbildung 19**.

### 3.1.1.4 Anwendungsbereich: thermische Netze

Im diesem Anwendungsfeld entfallen vier Projekte auf das Forschungsthema „Integration und Regelung“. Zwei Projekte beschäftigen sich mit dem verstärkten Transfer von Know-How in Bezug auf die Integration von Wärmepumpen in thermischen Netzen, während ein Projekt Fragestellungen in Bezug auf Geschäftsmodelle, rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen zum Inhalt hat, vgl. **Abbildung 20**. Die meisten der im Anwendungsfeld geförderten Projekte zielen darauf ab, den Anteil dezentraler alternativer Wärmequellen wie z.B. jenen von industrieller Abwärme in thermischen Netzen zu erhöhen.



**Abbildung 19:** Forschungsthemen im Anwendungsfeld Smart Electric Grids und Wärmepumpen



**Abbildung 20:** Forschungsthemen im Anwendungsfeld Wärmepumpen in thermischen Netzen

Eine Analyse der betrachteten Forschungsprojekte in Hinblick auf die wissenschaftlich / technischen F&E-Schwerpunkte<sup>8</sup> zeigt, dass Effizienzsteigerung des Kältekreislaufes in nahezu einem Drittel der öffentlich-finanzierten Forschungsprojekte ein wesentliches Thema ist. Weitere Schwerpunkte liegen auf der Steigerung der Effizienz der Systemeinbindung im Wohnbereich sowie der Erzielung hoher Wärmesenktemperaturen. Die Optimierung von Wärmepumpenkomponenten wie Verdampfer oder Verdichter folgt erst an vierter Stelle (vgl. **Abbildung 21**).



**Abbildung 21:** Technischer F&E Fokus der bewerteten öffentlich finanzierten Forschungsprojekte im betrachteten Zeitraum

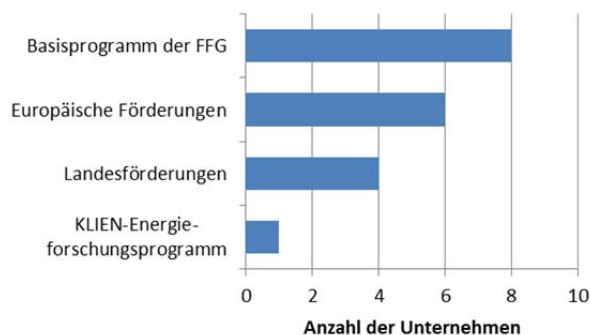
### 3.1.2 Privat finanzierte F&E-Aktivitäten im Bereich Wärmepumpen

65% der im Rahmen dieses Projekts befragten Unternehmen sind innovativ und betreiben betriebliche Forschung und Entwicklung am Standort Österreich. Aus persönlichen Gesprächen mit VertreterInnen der Branche, sowie aus der Auswertung der Herstellerbefragung, ist bekannt, dass nur etwa 50% der in Österreich forschenden Unternehmen der Wärmepumpenbranche öffentliche Förderungen in Anspruch nehmen, weil mehrheitlich der mit der Antragstellung und Abwicklung verbundene administrative Aufwand als zu hoch empfunden wird.

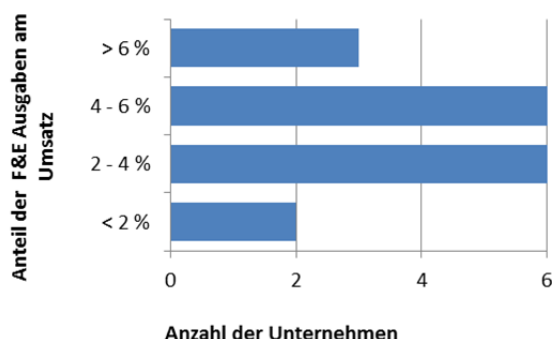
Die Finanzierung der F&E-Aktivitäten erfolgt damit zu einem Großteil aus Eigenmitteln bzw. laufenden Umsätzen, wobei drei Unternehmen mehr als 6% ihres Umsatzes für F&E-Aktivitäten einsetzen. Jeweils sechs Firmen geben an 4 bis 6% bzw. 2 bis 4% ihres Umsatzes zur

<sup>8</sup> Ein Projekt kann mehrere Kategorien behandeln.

Finanzierung ihrer F&E-Ausgaben auszugeben (vgl. **Abbildung 22**). Von den öffentlichen Förderprogrammen wird am häufigsten das Basisprogramm der FFG, das vergleichsweise niedrige nicht rückzahlbare Zuschüsse zur Verfügung stellt, genutzt; gefolgt von Europäischen Förderprogrammen sowie Landesförderungen. (vgl. **Abbildung 23**).



**Abbildung 22:** In Anspruch genommene Öffentliche Förderprogramme, Mehrfachantworten möglich (n=17)



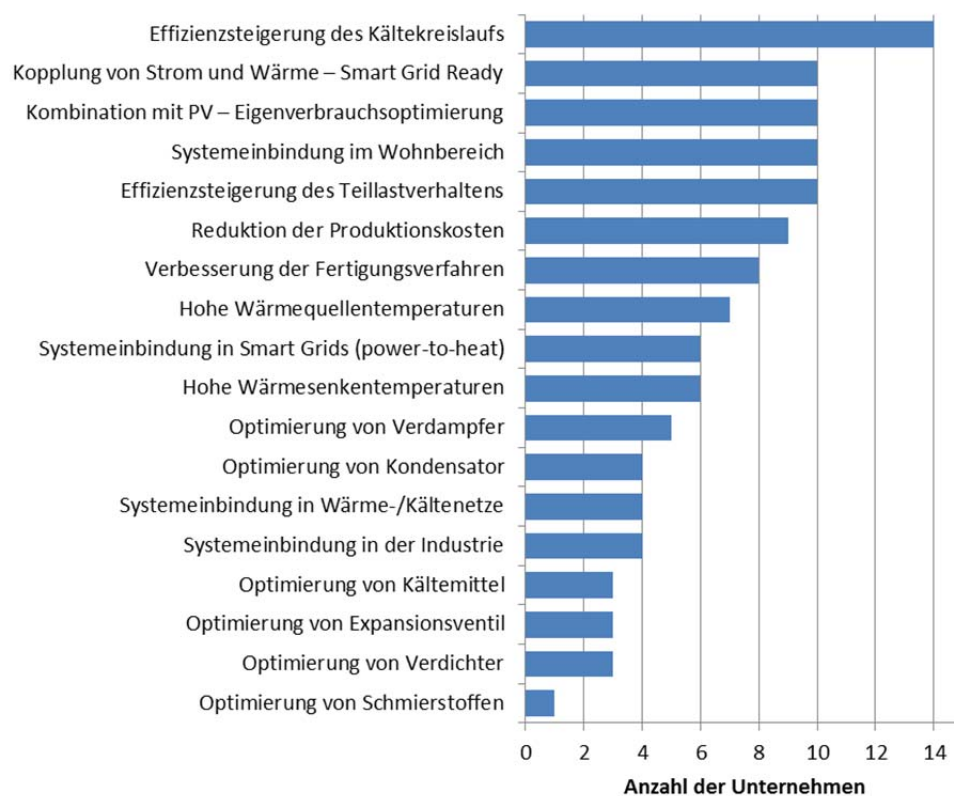
**Abbildung 23:** Anteil der F&E Ausgaben am Umsatz (n=17)

Wie in **Abbildung 24** dargestellt, liegen die aktuellen F&E-Schwerpunkte der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen insbesondere auf folgenden Themen:

- Effizienzsteigerung des Kältekreislaufes
- Kopplung von Strom und Wärme – Smart Grid Ready
- Kombination mit Photovoltaik-Eigenverbrauchsoptimierung
- Systemeinbindung im Wohnbereich
- Effizienzsteigerung des Teillastverhaltens
- Reduktion der Produktionskosten“, sowie
- Verbesserung der Fertigungsverfahren“.

Ein Vergleich mit den Forschungsthemen der öffentlich geförderten Projekte in **Abbildung 21** zeigt die hohe Forschungsrelevanz des Themas „Effizienzsteigerung des Kältekreislaufes“. Von einer gewissen Dringlichkeit ist zudem eine „effizientere Systemeinbindung im Wohnbereich“. Unterschiede in den F&E Schwerpunkten sind insbesondere bei den Forschungsthemen in Bezug auf Optimierung von Komponenten der Wärmepumpe wie z.B. Verdichter, Verdampfer, etc. auszumachen.





**Abbildung 24:** Aktueller F&E Fokus der in Österreich forschenden Wärmepumpenhersteller, Mehrfachantworten möglich (n=17)

### 3.2 Stärkefelder und Herausforderungen der österreichischen Wärmepumpenindustrie

Die Grundlage für die nachfolgende Beschreibung der Stärkefelder und Herausforderungen bilden insbesondere die Beiträge der TeilnehmerInnen des zweiten ExpertInnenworkshops sowie die Ergebnisse der Herstellerumfrage.

#### 3.2.1 Stärkefelder der österreichischen Wärmepumpenindustrie

Die österreichischen Wärmepumpenhersteller gehören, neben den Herstellern aus der Schweiz sowie Schweden, zu den Pionieren am Europäischen Markt und haben eine langjährige Erfahrung in der Entwicklung der Technologie für verschiedene Anwendungen. Während in den Anfangsjahren (1980 bis 2000) vermehrt erdreichgekoppelte Wärmepumpen zur Brauchwasserbereitung vertrieben wurden, produzieren und vertreiben seit dem Jahr 2000 österreichische Hersteller sehr erfolgreich Heizungsärmepumpen für Ein- sowie Zweifamilienhäuser vornehmlich für den heimischen Markt.

Ein besonderes Stärkefeld der österreichischen Wärmepumpenbranche liegt in der Herstellung von Heizungsärmepumpen für den Leistungsbereich bis 20kW für den Einsatz in Ein- und Mehrfamiliengebäuden. Von besonderer Relevanz sind dabei Luft/Wasser Systeme, die im Unterschied zu den meisten anderen Wärmequellensystemen, seit dem Jahr 2004 stark steigende Verkaufszahlen aufweisen. Die österreichischen Wärmepumpenhersteller haben diesen Trend rechtzeitig erkannt und entsprechend in diese Technologie investiert. Alle im

Rahmen der Erstellung dieser Roadmap befragten 26 Unternehmen bieten Luft/Wasser Wärmepumpen in ihrem Produktportfolio an.

Eine weitere technologische Stärke liegt traditionell in der Herstellung von Sole/Wasser Wärmepumpen, den bis zum Jahr 2010 am heimischen Markt am häufigsten verkauften Wärmepumpentyp. 23 der befragten Unternehmen haben diese Wärmepumpenart in ihrem Leistungsangebot. Noch von vergleichsweise geringer Relevanz sind bis dato Hybridgeräte in der Kombination Wärmepumpe und Gaskessel, die sich insbesondere für den Einsatz im Sanierungsmarkt eignen. Sie werden derzeit nur von drei der an der Umfrage teilnehmenden österreichischen Unternehmen angeboten.

Innovation ist ein wesentliches Thema in der Branche. 15 von 25 Unternehmen geben an, zumindest in einem Segment einen Technologievorsprung gegenüber ihrem Wettbewerb zu haben. 65% der Unternehmen der Branche betreiben F&E am Standort Österreich. Die Gruppe der forschenden Hersteller umfasst vorrangig Firmen mit Sitz und Produktionsstätten in Österreich; es finden sich darunter aber auch vier Kleinunternehmen mit an OEMs ausgelagerter Produktion. 13 Firmen unterhalten eine eigene F&E-Gruppe oder Abteilung in Österreich. Etwas mehr als die Hälfte der Firmen gibt an, mehr als 4% ihres Umsatzes für F&E-Ausgaben einzusetzen und rd. 18% gibt mehr als 6% des Umsatzes dafür aus. Die F&E-Quote der Mehrzahl der in Österreich forschenden Wärmepumpenhersteller liegt damit über der nationalen Forschungsquote von 3,1% (Statistik Austria, 2016b). Acht der Firmen finanzieren ihre Forschungsaktivitäten zur Gänze selbst, in der Regel weil der mit der Antragstellung verbundene administrative Aufwand als zu hoch empfunden wird. Neun Unternehmen haben Erfahrung mit der Inanspruchnahme öffentlicher Fördermittel auf Länder-, Bundes- und/oder EU-Ebene. Der F&E Fokus liegt zumeist an der Verbesserung bestehender Produkte und weniger auf der Entwicklung gänzlich neuer Geräte.

Eine weitere Stärke stellen die nationalen Produktionsanlagen bezüglich ihrer Altersstruktur sowie hinsichtlich ihrer Kapazitäten dar. Die an der Umfrage teilnehmenden 12 nationalen Hersteller mit Unternehmenssitz bzw. Standort und Produktion in Österreich verfügen mehrheitlich über moderne Produktionsanlagen sowie ausreichend Produktionskapazitäten, die bei Bedarf kurzfristig erweiterbar sind. So können die meisten Hersteller aufgrund ihrer vorhandenen Produktionskapazitäten ihre Jahresproduktionen kurzfristig verdoppeln (Bointner et al., 2012) bzw. die zwei- bis drei-fachen Stückzahlen liefern.<sup>9</sup> Sollte die Nachfrage nach Wärmepumpen extrem kurzfristig ansteigen, ist davon auszugehen, dass die erforderlichen Anlagen importiert werden. Von den sechs nationalen Wärmepumpenunternehmen, die ihre Produktion jeweils an OEMs ausgelagert haben, haben vier Zugang zu entsprechend erweiterbaren Produktionskapazitäten sowie drei zu modernen Produktionsanlagen. Drei nationale Kleinunternehmen geben im Rahmen der Befragung an, nicht auf moderne Produktionsanlagen zugreifen zu können. Zwei davon haben aktuell auch keinen Zugang zu kurzfristig erweiterbaren Produktionskapazitäten.

Die Wärmepumpenbranche sieht sich auf die Einbindung der Wärmepumpen in zukünftige Smart Grids zum Lastausgleich bzw. als Speicher gut vorbereitet. 14 Unternehmen bieten nur noch Wärmepumpen an, die bereits „Smart Grid-Ready“<sup>10</sup> sind. Bei sechs Firmen sind es mehr

---

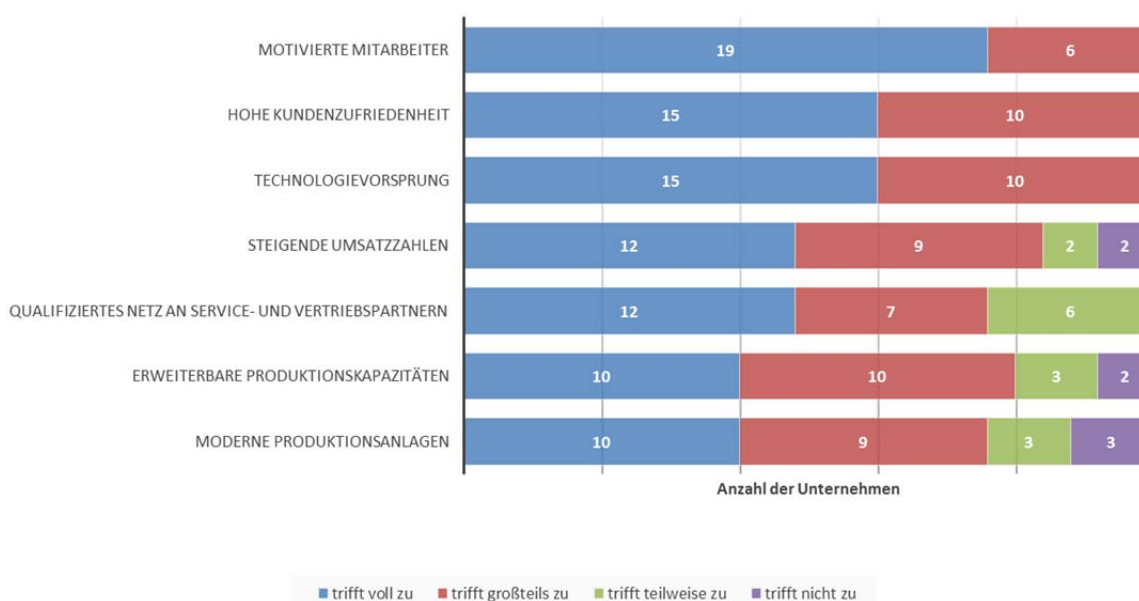
<sup>9</sup> Ergebnis des zweiten Roadmap Workshops

<sup>10</sup> Im Rahmen der Umfrage wurde der Begriff „Smart Grid ready“ nicht näher definiert. Aus Gesprächen mit den TeilnehmerInnen des Workshops kann geschlossen werden, dass darunter generell die Anforderungen des SG Ready Labels des deutschen Wärmepumpenverbands verstanden werden.

als die Hälfte der angebotenen Wärmepumpen. Bei lediglich vier Unternehmen sind es weniger als 50% des Produktportfolios. Ein mittelgroßes Unternehmen mit Sitz und Produktion in Österreich gibt an, noch keine Smart-Grid fähige Wärmepumpe in ihrem Portfolio anzubieten.

Die Befragung der Unternehmen nach ihren Stärkefeldern zeigt zudem, dass motivierte MitarbeiterInnen die bereits seit Jahren in den Unternehmen tätig sind, sowie eine hohe Kundenzufriedenheit, die zentralen Stärken der nationalen Branche darstellen. Als eine weitere Stärke wird die positive Unternehmensentwicklung gesehen. So verzeichnete fast die Hälfte der Unternehmen in den letzten drei Jahren stetig steigende Umsatzzahlen; auf weitere 36% trifft diese Entwicklung Großteils zu. Diese Angaben decken sich mit den stetig steigenden Absatzzahlen am österreichischen Wärmepumpenmarkt. Nur zwei Kleinunternehmen mit Firmensitz und Produktion in Österreich geben an, dass sie in den letzten drei Jahren keine steigenden Umsatzzahlen erwirtschaften konnten.

Insgesamt 12 der Wärmepumpenfirmer verfügen über ein dichtes Netz an qualifizierten Service- und Vertriebspartnern. Auf sieben weitere Unternehmen trifft dies zum Großteil zu. Damit ist eine entsprechende Marktabdeckung und qualifizierte Beratung sowie Betreuung der EndkundInnen in Österreich sichergestellt. Der enge Kontakt zwischen Herstellern, Service- und Vertriebspartnern sowie EndkundInnen gewährleistet zudem, dass sich österreichische Unternehmen der Wärmepumpenbranche in der Vergangenheit recht schnell auf sich ändernde Kundenbedürfnisse und neue Marktentwicklungen einstellen konnten.



**Abbildung 25:** Stärkefelder der österreichischen Wärmepumpenbranche der durchgeführten Umfrage

### 3.2.2 Herausforderungen der österreichischen Wärmepumpenbranche

Die Wärmepumpenbranche sieht sich verschiedenen Herausforderungen gegenüber. Diese reichen von den aktuell niedrigen Preisen der fossilen Energieträger, über technologische Herausforderungen und nachteilige regulative, gesetzliche oder normative Rahmenbedingungen hin zu einem Mangel an qualifizierten MitarbeiterInnen, InstallateurInnen oder AnlagenplanerInnen und einem zunehmenden Wettbewerb insbesondere seitens asiatischer Anbieter.

Die Herausforderungen aus technologischer Sicht reichen von Systemfragestellungen bis hin zu F&E-Fragen auf Komponentenebene (siehe **Abbildung 24**). Eine technische, aber auch rechtliche,

Herausforderung, die im Rahmen der Umfrage nicht separat erhoben wurde, die sich aber im Rahmen des zweiten Workshop als eine zentrale Herausforderung herauskristallisiert hat, ist die Schallthematik bei Luft/Wasser Wärmepumpen insbesondere in dicht besiedelten urbanen Regionen, wo bei einer möglichen Häufung von Außengeräten eine gegenseitige Beeinflussung nicht ausgeschlossen werden kann.

Nachteilige regulative bzw. gesetzliche Rahmenbedingungen werden von allen Unternehmen in unterschiedlicher Intensität als die größte Herausforderung für die Branche gesehen werden. Eine Herausforderung besteht zudem im Bereich der normativen Rahmenbedingungen. Sechs Unternehmen beurteilen die derzeit geltenden Normen vollinhaltlich als Herausforderung für ihr Unternehmen, weitere zehn Unternehmen stimmen dieser Herausforderung Großteils zu, auf weitere acht Unternehmen trifft dies teilweise zu.

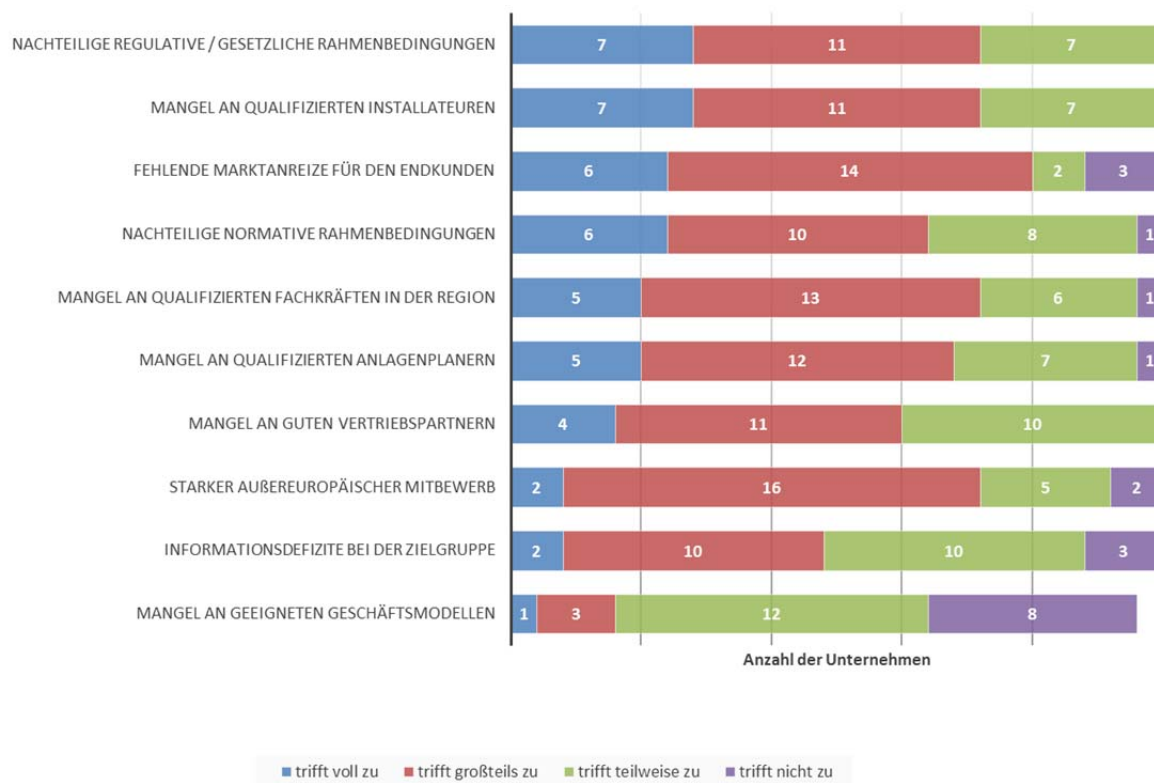
Als weiteres Hemmnis werden fehlende Marktanreize auf Seite der EndkundInnen sowie die heterogene Förderlandschaft genannt. Die geringen Preise der fossilen Energieträger sind insbesondere nachteilig für den Einsatz von Wärmepumpen in der Gebäudesanierung und in industriellen Prozessen. Im Wohnungsneubau wird die Lage entspannter gesehen, weil sich die Konsumenten an Preisfluktuationen bereits gewöhnt haben und generell wieder mit steigenden Preisen rechnen. In Bezug auf Förderungen, die für die Kaufentscheidung laut VertreterInnen der Branche auf Seite der EndkundInnen aufgrund des damit verbundenen immer ungünstiger werdenden Kosten-Nutzen Verhältnisses immer unwichtiger werden, tritt die Wärmepumpenbranche für ein System ein, dass technologieneutral angelegt ist, und nicht nur die Technologie sondern das ganze Abgabesystem inklusive den Randbedingungen für einen effizienten Energieeinsatz bewertet. Zudem wird eine bundesweite Vereinheitlichung der Förderungen als Grundvoraussetzung für möglichst niedrige Transaktionskosten gesehen.

Eine der größten Herausforderung stellt die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte auf den unterschiedlichen Ebenen der Wertschöpfungskette dar. Alle teilnehmenden Unternehmen sind unabhängig von ihrer Unternehmensgröße mit einem Mangel an qualifizierten InstallateurInnen, AnlagenplanerInnen sowie Fachkräften in der Region in unterschiedlicher Intensität konfrontiert. Höhere Kompetenz der InstallateurInnen ist vor allem im Hinblick auf die größer werdende Komplexität der Energiebereitstellungsanlagen auch im kleinen Leistungssegment (kombinierte Systeme, intelligente Systeme mit Einbindung ins Smart Grid, etc.) unabdingbar und bedarf entsprechender Qualifizierungsmaßnahmen.

Die nationalen Anbieter stehen bereits seit Jahren im Wettbewerb mit Anbietern aus dem asiatischen Raum. Gemäß der durchgeführten Umfrage wird dies von der Mehrheit der Unternehmen zwar als gewisse Herausforderung gesehen, aber nicht in dem Maße wie die regulativen bzw. gesetzlichen sowie normativen Rahmenbedingungen oder der Mangel an qualifizierten Fachkräften auf allen Stufen der Wertschöpfungskette. Inländische Qualität wird besonders im Mittelstand sowie in der Generation 50+ nach wie vor stark nachgefragt, vor allem dann wenn zusätzliche Service-Leistungen, wie längere Garantiezeiten, Ersatzteilegarantie, etc. gewährt werden. Zwei Unternehmen (jeweils ein Groß- sowie ein Kleinunternehmen mit Sitz in Österreich sowie an OEMs ausgelagerter Produktion) sehen die asiatische Konkurrenz nicht als Herausforderung für ihr Unternehmen.

Informationsdefizite bei den EndkundInnen in Bezug auf die Wärmepumpentechnologie werden von den Unternehmen zwar gesehen, spielen aber für die meisten Firmen nur eine untergeordnete Rolle unter den zu bewältigenden Herausforderungen. Aus den Workshops

sowie laufenden Forschungsprojekten ist bekannt, dass es insbesondere in den neuen Anwendungsfeldern wie z.B. dem industriellen Einsatz von Hochtemperaturwärmepumpen Informationsdefizite bei den potentiellen EndkundInnen hinsichtlich Möglichkeiten und Grenzen der Technologie gibt.



**Abbildung 26:** Herausforderungen der österreichischen Wärmepumpenbranche gemäß der durchgeführten Umfrage

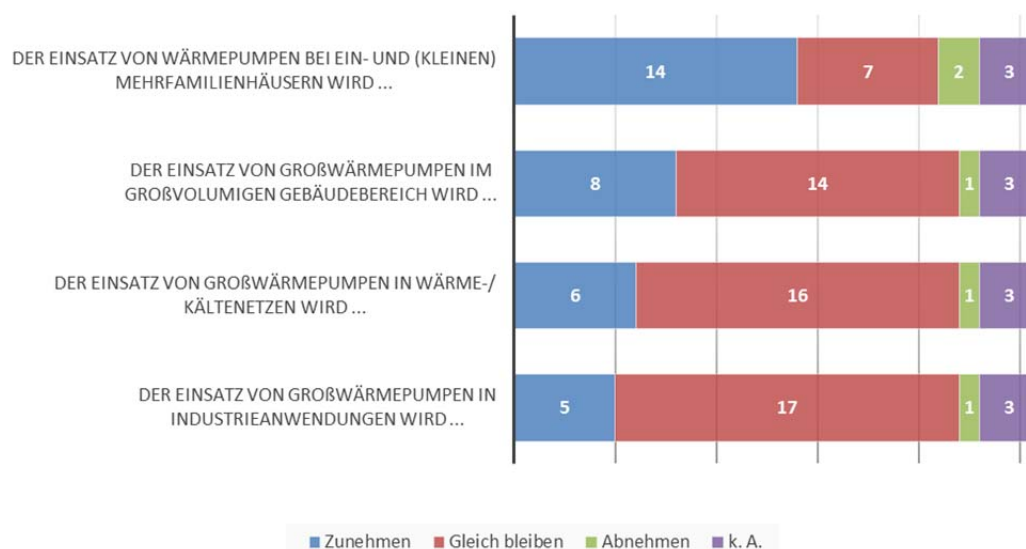
### 4 Zukünftige Potenziale der Wärmepumpentechnologie

#### 4.1 Vision der nationalen Wärmepumpenbranche

Im Jahr 2030 sind Wärmepumpen eine etablierte Schlüsseltechnologie zum effizienten Heizen und Kühlen. In der nationalen Wärmepumpenbranche stehen bis zu 6000 Arbeitsplätze zur Verfügung. Es werden Umsätze von bis zu 3 Mrd. Euro generiert. Durch die Steigerung der Energieeffizienz sowie Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien werden Wärmepumpen die Treibhausgasemissionen um bis zu 3 Mio. Tonnen CO<sub>2äqu</sub> senken, und tragen damit wesentlich zur Bewältigung der zentralen Herausforderungen der nationalen Energiepolitik bei. Wärmepumpen werden bevorzugt zur umweltschonenden Beheizung und Kühlung von sanierten Gebäuden eingesetzt. Sie spielen zudem eine bedeutende Rolle beim Lastmanagement in intelligenten elektrischen Netzen, im effizienten Energieeinsatz in industriellen und gewerblichen Prozessen sowie in der optimierten Wärme- und Kältebereitstellung via thermische Netze.

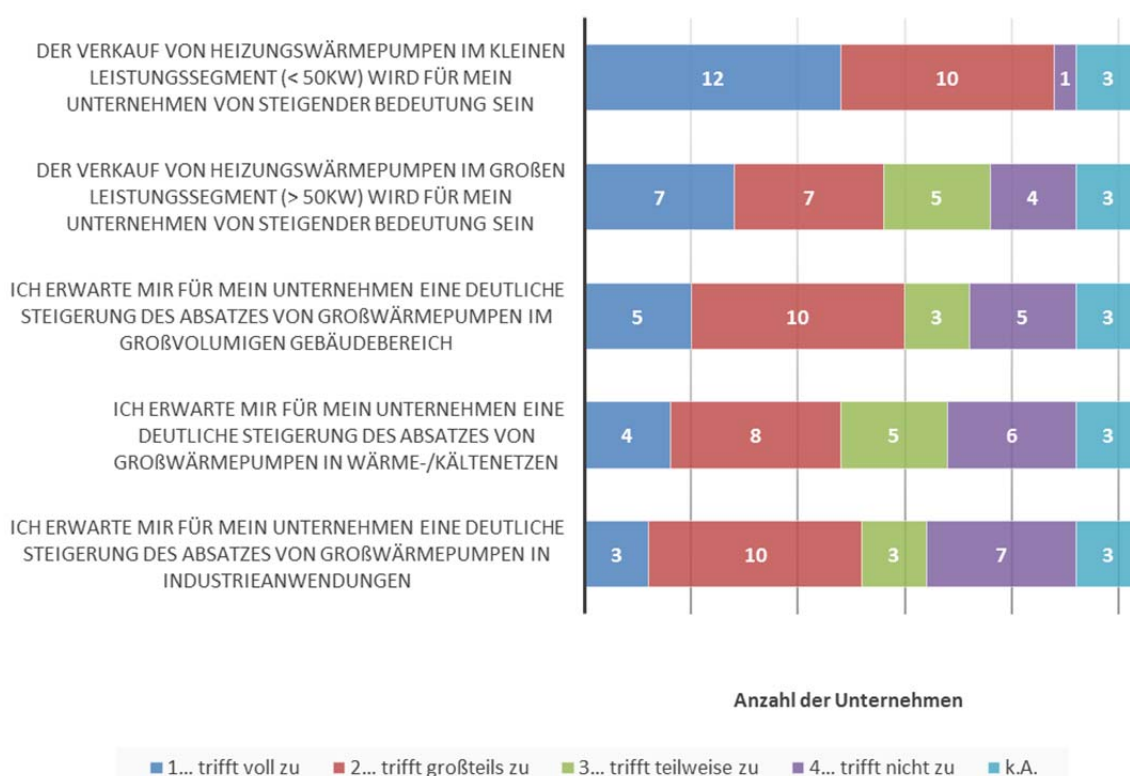
#### 4.2 Positionierung der österreichischen Akteure bis 2030

Die Grundlage für die nachfolgenden Ausführungen bilden die Beiträge der TeilnehmerInnen des zweiten ExpertInnenworkshops sowie die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage. Als Anwendungsfeld mit dem stärksten Marktwachstum bis 2030 wird von den VertreterInnen der nationalen Wärmepumpenbranche der Einsatz von Wärmepumpen in Ein- und kleinen Mehrfamilienhäusern genannt. 14 der befragten Wärmepumpenunternehmen gehen davon aus, dass der Einsatz in diesem traditionellen Stärkefeld der österreichischen Anbieter weiter zunehmen wird; sieben Firmen erwarten einen gleichbleibenden Absatz, zwei VertreterInnen gehen von einer abnehmenden Bedeutung dieses Anwendungsbereichs aus. An zweiter Stelle liegt der Einsatz von Großwärmepumpen im großvolumigen Gebäudebereich. Acht teilnehmende Unternehmen erwarten einen verstärkten Einsatz von Wärmepumpen in diesem Bereich, die Mehrheit der Befragten (14 Unternehmen) gehen von keiner Änderung aus, ein mittelgroßes Unternehmen mit Sitz und Produktion in Österreich nimmt an, dass die Bedeutung sinken wird. Als zukünftiger Markt mit Potenzial wird dabei insbesondere der mehrgeschossige Wohnbau gesehen. Als Zukunftsmarkt gilt das Sanierungssegment, das mittels der nächsten Generation von hochintegrierten und kompakten Wärmepumpen, die zumindest eine weitere erneuerbare Energiequelle nutzen, erschlossen werden soll. Interessant in diesem Zusammenhang ist besonders die Kombination aus Wärmepumpe und Photovoltaik aber auch mit Lüftungssystemen. Um die Wirtschaftlichkeit von Anlagen in Kombination mit Photovoltaik Systemen zu gewährleisten, bedarf es zum einen der Erhöhung der Eigenverbrauchsquote, zum anderen werden kosteneffiziente Stromspeicher benötigt. Nahezu gleichauf in der Beurteilung der nationalen Wärmepumpenbranche liegen die Einsatzbereiche „Großwärmepumpen in Wärme- und Kältenetzen“ sowie „Industrieanwendungen“.



**Abbildung 27:** Veränderung der Bedeutung der Anwendungsfelder der Wärmepumpentechnologie gemäß der durchgeführten Umfrage, n=26

Diese allgemeine Einschätzung der Bedeutung der Anwendungsfelder in 2030 spiegelt sich in der Beurteilung des eigenen Produktportfolios im Jahr 2030 wider. Wie nachfolgend dargestellt, geht ein Großteil der Befragten aus, dass der Verkauf von Heizungswärmepumpen im kleinen Leistungssegment (kleiner 50kW) für ihr Unternehmen von steigender Bedeutung sein wird. An zweiter Stelle rangiert die Nutzung von Heizungswärmepumpen im großen Leistungssegment, vor dem Einsatz von Großwärmepumpen im großvolumigen Gebäudebereich. Die Anwendungsfelder der Großwärmepumpe in Kältenetzen und Industrieprozessen wird in etwas geringerem Ausmaß als Zukunftsmarkt für das eigene Unternehmen betrachtet.



**Abbildung 28:** Positionierung der Anbieter in 2030, n=26

### 4.3 Szenarien für die Marktentwicklung in Österreich bis 2030

Die im Folgenden dargestellten Szenarien für die Marktentwicklung in Österreich bis 2030 stützen sich auf folgende drei Datenquellen:

- Ergebnisse der Forschungsarbeiten von Müller et al. (2010) aus dem Forschungsprojekt Heizen 2050 - Systeme zur Wärmebereitstellung und Raumklimatisierung im österreichischen Gebäudebestand: Technologische Anforderungen bis zum Jahr 2050. In diesem Forschungsprojekt wurde die Entwicklung des österreichischen Gebäudebestandes und die Entwicklung der zugehörigen Heizungsinfrastruktur auf Basis eines komplexen betriebswirtschaftlichen Entscheidungsmodells in Form von Szenarien bis zum Jahr 2050 abgebildet. Aus dem Bereich der Ergebnisse dieses Forschungsprojektes wird im Folgenden sowohl die qualitative und quantitative Entwicklung des Gebäudebestandes als auch die Diffusion der Wärmepumpentechnologie sowie die Diffusion weiterer Technologien verwertet.
- Ergebnisse der jährlichen Marktanalysen von Faninger (2007) und frühere Arbeiten von Faninger sowie Ergebnisse der jährlichen Marktanalysen von Biermayr et al. (2016) und frühere Arbeiten von Biermayr et al. In den zitierten Arbeiten wurden langjährige Zeitreihen über die Marktdiffusion der Wärmepumpentechnologie erhoben und dokumentiert. Entsprechend der steigenden Bedeutung der Wärmepumpentechnologie und den sich wandelnden inhaltlichen Anforderungen sind jedoch nicht alle Daten über den gesamten Zeitraum der prinzipiell dokumentierten Zeitreihe von 1975 bis 2015 verfügbar. Prof. Faninger dokumentierte von 1975 bis 1999 die Klassen Heizungswärmepumpen und Brauchwasserwärmepumpen, wobei ab dem Jahr 1990 auch die Verteilung der Heizungswärmepumpen nach Wärmequellensystemen verfügbar ist. Ab dem Jahr 2000 wurden auch Wohnraumlüftungswärmepumpen als neue Klasse erfasst und dokumentiert. Ab dem Datenjahr 2006 wurden die Heizungswärmepumpen in 3 Leistungsklassen (bis 20 kW, größer 20 kW bis 80 kW und größer als 80 kW) eingeteilt und entsprechend erhoben. Ab dem Datenjahr 2007 übernahm Biermayr et al. die Dokumentation der Marktentwicklung und führte die Zeitreihen konsistent fort. Ab dem Datenjahr 2012 wurde wegen der sich abzeichnenden Marktentwicklung und auf Anregung der Industrie eine neue Definition der Heizungswärmepumpen-Leistungsklassen vorgenommen (bis 10 kW, größer 10 kW bis 20 kW, größer 20 kW bis 50 kW und größer 50 kW). Zusätzlich wurde das neue Segment "Industriewärmepumpen" definiert.
- Ergebnisse aus drei Stakeholderworkshops, welche integraler Bestandteil des vorliegenden Forschungsprojektes waren. Die Struktur und Methode dieser Workshops wurde bereits Eingangs dargestellt und wird an dieser Stelle nicht wiederholt. Die Ergebnisse der Workshops sind großteils qualitativer Natur, es wurden jedoch auch quantitative Aussagen in die Szenarien integriert.

Zur Darstellung der Szenarien folgen zunächst allgemeine strategische Überlegungen zur Entwicklung des Marktes bis zum Jahr 2030. Danach werden die Szenarien in der bereits oben verwendeten Struktur nach den folgenden Wärmepumpentypen und Leistungsklassen dokumentiert:

- Heizungswärmepumpen
  - Heizungswärmepumpen bis 10 kW
  - Heizungswärmepumpen größer 10 kW bis 20 kW



- Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW
- Heizungswärmepumpen größer 50 kW
- Industrierärmepumpen
- Brauchwasserärmepumpen
- Wohnraumlüftungswärmepumpen

Hierbei werden die vier Leistungsklassen der Heizungswärmepumpen zunächst als Gruppe diskutiert, da die langfristige Zeitreihe über die Marktentwicklung wie oben beschrieben nur für das Aggregat existiert. Danach erfolgt die Differenzierung der Szenarien in die Leistungsklassen.

#### 4.3.1 Modellergebnisse für Gebäudebestand und Heizung

Zur Darstellung der Entwicklung des Gebäudebestandes werden Ergebnisse aus Müller et al. (2010) herangezogen. **Tabelle 13** dokumentiert die Entwicklung der Anzahl von Gebäuden einzelner Gebäudekategorien vom Jahr 2000 bis 2050. Die Ergebnisse von Heizen 2050 zeigen für den Zeitraum nach 2020 nur noch einen leichten Anstieg der Gebäudezahl und ab 2030 eine Stagnation.

**Tabelle 13:** Entwicklung der Gebäudezahlen in Österreich von 2010 bis 2050 nach Gebäudekategorien.  
Quelle: Müller et al. (2010).

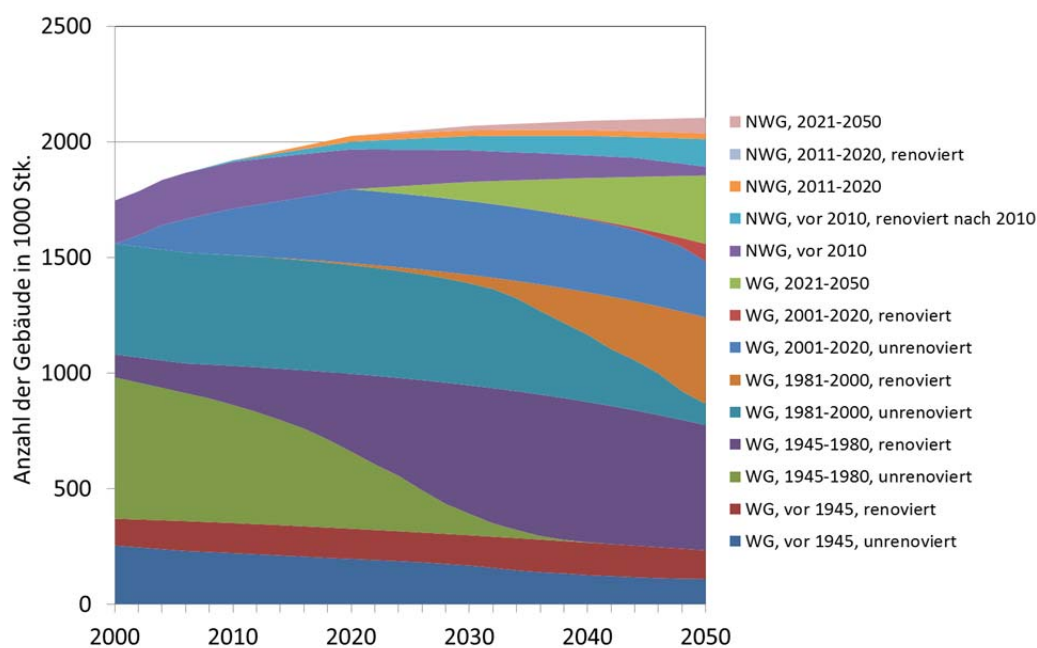
Gebäudekategorie	Jahr, Anzahl der Gebäude in 1000 Stück					
	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Wohngebäude EFH u. ZFH	1.387,2	1.520,1	1.593,7	1.621,5	1.635,8	1.644,8
Wohngebäude MFH (klein)	54,5	59,3	62,4	63,8	64,6	65,1
Wohngebäude MFH (groß)	118,1	131,5	138,5	141,5	143,3	144,6
Gebäude des Handels (groß)	14,6	16,9	19,6	21,0	21,7	22,0
Hotels und Gastro (groß)	1,5	1,7	2,0	2,1	2,2	2,2
Krankenhäuser	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
Bürogebäude (groß)	5,9	6,8	7,9	8,5	8,8	8,9
Schulen und Bildung	17,8	19,1	20,2	20,6	20,8	21,0
Gebäude für Sport und Freizeit	1,8	2,1	2,4	2,6	2,7	2,7
Bürogebäude (klein)	16,8	19,5	22,7	24,3	25,0	25,4
Hotels und Gastro (klein)	23,0	26,7	31,0	33,3	34,3	34,8
Gebäude des Handels (klein)	37,5	43,5	50,4	54,1	55,7	56,6
Büros in Wohngebäuden	7,4	8,6	9,9	10,7	11,0	11,2
Werkstätten u. Industrie (groß)	19,7	21,2	22,3	22,8	23,1	23,3
Werkstätten u. Industrie (klein)	39,6	42,5	44,7	45,7	46,3	46,7
Summen	1.745,8	1.919,8	2.028,3	2.072,8	2.095,6	2.109,8

Abkürzungen: EFH: Einfamilienhaus; ZFH: Zweifamilienhaus; MFH: Mehrfamilienhaus.

Der Neubau von Gebäuden findet ab dem Jahr 2020 damit vorrangig in Vergesellschaftung mit dem Abriss von alten Gebäuden statt. Im Jahr 2050 wird es in Österreich voraussichtlich 1,855 Mio. Wohngebäude und 255.000 Nicht-Wohngebäude, zusammen also 2,110 Mio. Gebäude geben. Durch Gebäudesanierung kann im Betrachtungszeitraum bis 2050 vor allem bei Gebäuden der Bauperioden von 1945 bis 2000 ein sehr großes Einsparpotenzial umgesetzt werden. Wesentlich ist jedoch, dass bestmögliche Sanierungsqualität realisiert wird, da sonst schlecht sanierte Gebäude in Form des "Lock in Effektes" bis 2050 konserviert werden. Der Energiebedarf für Raumwärme und Brauchwassererwärmung in österreichischen Gebäuden erreichte im letzten Jahrzehnt mit ca. 103 TWh/a sein Maximum und sinkt im Modell unter der

Annahme von qualitativ hochwertigen Sanierungen bis 2050 um 50% auf einen Wert von ca. 52 TWh/a. Der Effekt der Klimaerwärmung reduziert den Energiebedarf je nach Szenario zusätzlich um 8 % - 15 %. Die wesentlichen Aussagen des Gebäudemodells wurden bisher empirisch bestätigt. Die Effekte der Finanz- und Wirtschaftskrise ab 2008, welche eine zusätzliche Depression in der Bauwirtschaft verursacht haben, wurden im Gebäudemodell nicht abgebildet da zum Publikationszeitpunkt im Jahr 2010 keine hinreichenden Daten verfügbar waren. Die Effekte der Finanz- und Wirtschaftskrise überlagern die dargestellten Modellergebnisse einerseits mit einem geringeren Wachstum im Zeitraum von 2010 bis 2020 und – eine Erholung der Wirtschaft vorausgesetzt – mit einer Verschiebung von Investitionen in die darauf folgende Dekade.

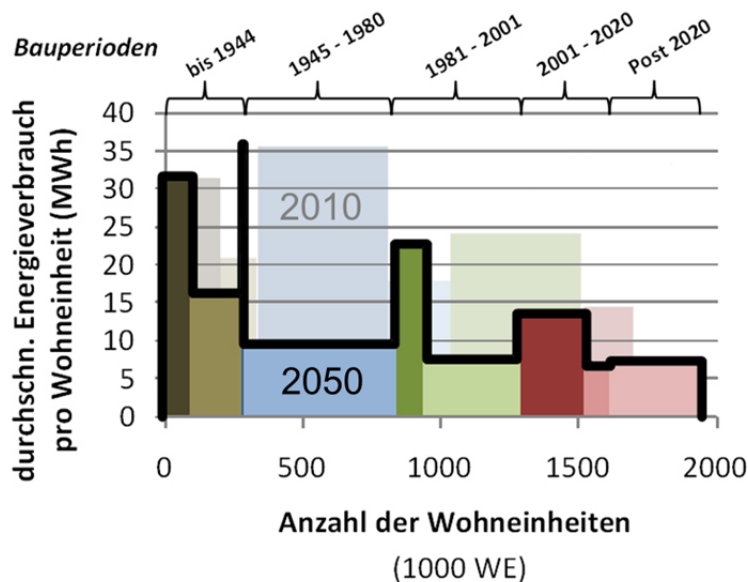
**Abbildung 29** zeigt den Wandel des österreichischen Gebäudebestandes vom Jahr 2000 bis 2050. Die Gebäude sind dabei in groben Nutzungsklassen und Altersklassen zusammengefasst, wobei es für jede Klasse einen nicht sanierten Anteil und einen sanierten Anteil gibt. Sinkende Zahlen wie z.B. bei unrenovierten Wohngebäuden vor 1945 entstehen durch Abriss der Gebäude. Im Jahr 2050 bestehende unrenovierte Gebäude der älteren Bauperioden sind in der Regel nicht sanierbare denkmalgeschützte Gebäude.



**Abbildung 29:** Entwicklung der Gebäudesanierung in Österreich bis 2050 nach Bauperioden und Gebäudeklassen. Abkürzungen: NWG: Nicht-Wohngebäude; WG: Wohngebäude. Quelle: Müller et al. (2010)

Die gezeigte Entwicklung des nicht renovierten und renovierten Gebäudebestandes hat einen starken Einfluss auf die Marktdiffusion der Wärmepumpentechnologie. Durch eine umfassende Sanierung des Gebäudebestandes werden die Voraussetzungen für einen energieeffizienten Einsatz von Wärmepumpen geschaffen. Der gesamte Gebäudebestand verändert sich bis 2050 hin zu Strukturen, welche sich tendenziell für den Einsatz von dezentralen oder auch zentralen Wärmepumpenanwendungen eignen. Maßgeblich ist hier vor allem die Vergesellschaftung von hoher Gebäudeenergieeffizienz und Niedertemperaturwärmeverteilsystemen. Die Auswirkungen des Wandels des Gebäudebestandes auf den Energieverbrauch für Raumheizung und Brauchwassererwärmung sind in **Abbildung 30** stark vereinfacht für den Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser dargestellt. Auf der Abszisse ist die kumulierte Anzahl der Wohneinheiten

aufgetragen, auf der Ordinate der Mittelwert des Energieverbrauchs (bzw. des zukünftigen Energiebedarfs) für Raumheizung und Brauchwassererwärmung. Die Anzahl der Wohneinheiten ist dabei größer als die Anzahl der Gebäude aus der Tabelle oben, da die Zweifamilienhäuser mit jeweils zwei Wohneinheiten in die Bilanz eingehen. Die blassen Farben im Hintergrund zeigen die Situation im Jahr 2010, die satteren Farben mit der schwarzen Hüllkurve die erwartete Situation im Jahr 2050. Für jede Bauperiode wird jeweils der Mittelwert des Energieverbrauches für den nicht renovierten Bestand und für den renovierten Bestand aufgetragen.

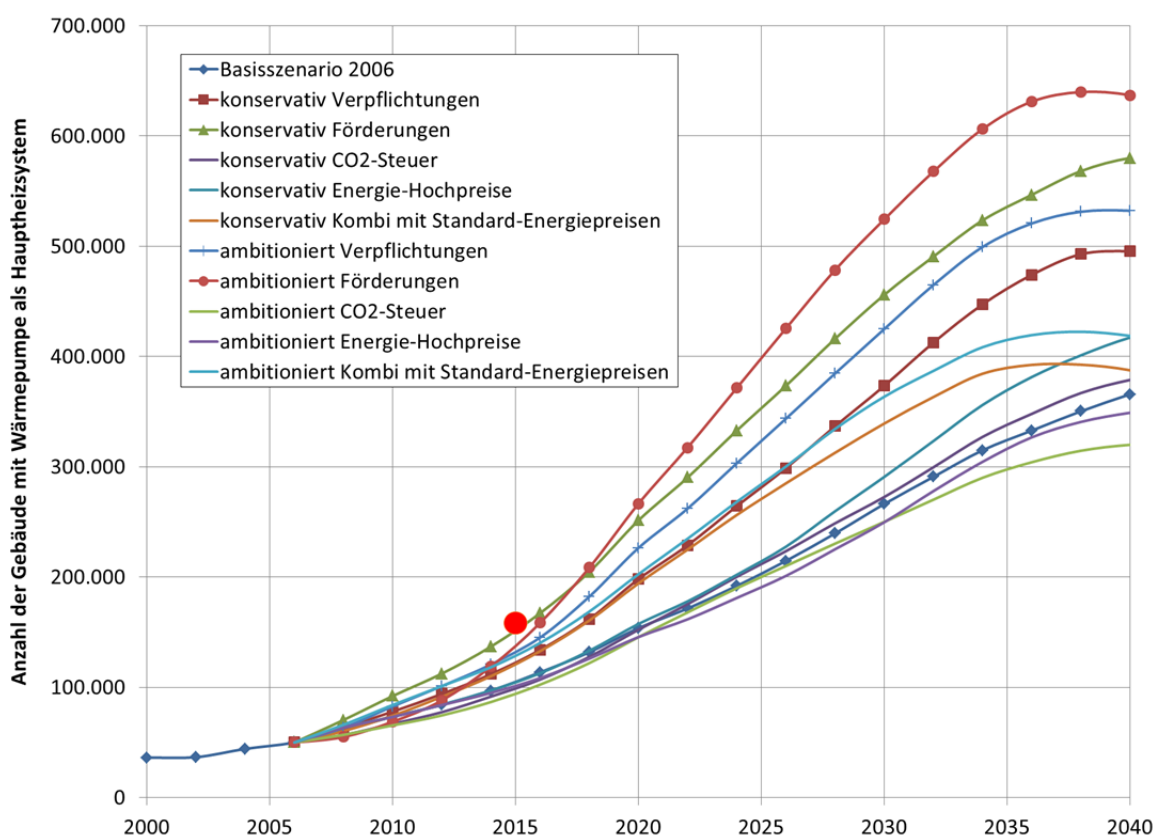


**Abbildung 30:** Verteilung des durchschnittlichen Energieverbrauchs des österreichischen Bestandes an Ein- und Zweifamilienhäusern für Heizung und Brauchwassererwärmung in den Jahren 2010 und 2050.

Die Fläche unter der schwarzen Hüllkurve repräsentiert den Gesamtenergieverbrauch für Raumheizung und Brauchwassererwärmung der Ein- und Zweifamilienhäuser in Österreich im Jahr 2050. Wie gut zu erkennen ist, stammt ein Großteil der möglichen Energieeinsparung aus der energetischen Renovierung des Gebäudebestandes der Bauperiode 1945 bis 1980. Um dieses Potenzial bestmöglich auszuschöpfen, muss jede thermische Sanierung in ausgezeichneter Qualität ausgeführt werden. Jede suboptimale Sanierung bewirkt ein nicht realisiertes Potenzial, das in den nächsten 40 Jahren nicht mehr umgesetzt werden kann, weil ein neu saniertes Gebäude in der Regel in dieser Zeitspanne nicht noch einmal saniert wird. Suboptimal sanierte Gebäude werden im Sinne des "Lock in Effekts" konserviert. Die Qualität einer thermischen Sanierung ist auch aus der Sicht der zukünftigen Marktdiffusion der Wärmepumpe von großer Bedeutung. Je hochwertiger und ambitionierter eine Sanierung ausgeführt wird, desto bessere Eignungsfaktoren liegen in der Regel für den Einsatz von Wärmepumpen vor und desto weniger geeignete alternative Systeme sind verfügbar. Insgesamt kommt die dargestellte strukturelle Veränderung des Gebäudebestandes einer forcierten Marktdiffusion von Heizungswärmepumpen sehr entgegen.

Die Szenarienergebnisse der Hauptszenarien aus dem Forschungsprojekt Heizen 2050 sind in **Abbildung 31** für den Zeitraum vom Jahr 2000 bis 2040 für Gebäude mit dem Hauptheizsystem Wärmepumpe dargestellt. Die detaillierte Definition der Szenarien und sämtliche Hintergründe und Annahmen der Modellierung sind in Müller et al. (2010) dokumentiert. Sie wird aus Gründen der Übersichtlichkeit an dieser Stelle nicht wiedergegeben. Die Szenarien lassen sich in die zwei Hauptgruppen "konservative Szenarien" und "ambitionierte Szenarien" gliedern. Für

jede der beiden Hauptgruppen sind Szenarienergebnisse mit Verpflichtungen (normative Instrumente zur Marktimplementierung), Förderungen, CO<sub>2</sub>-Steuern und hohen Energiepreisen (anreizorientierte Instrumente oder Wirkungsmechanismen), sowie jeweils ein kombiniertes Szenario (normative und anreizorientierte Instrumente) dokumentiert.



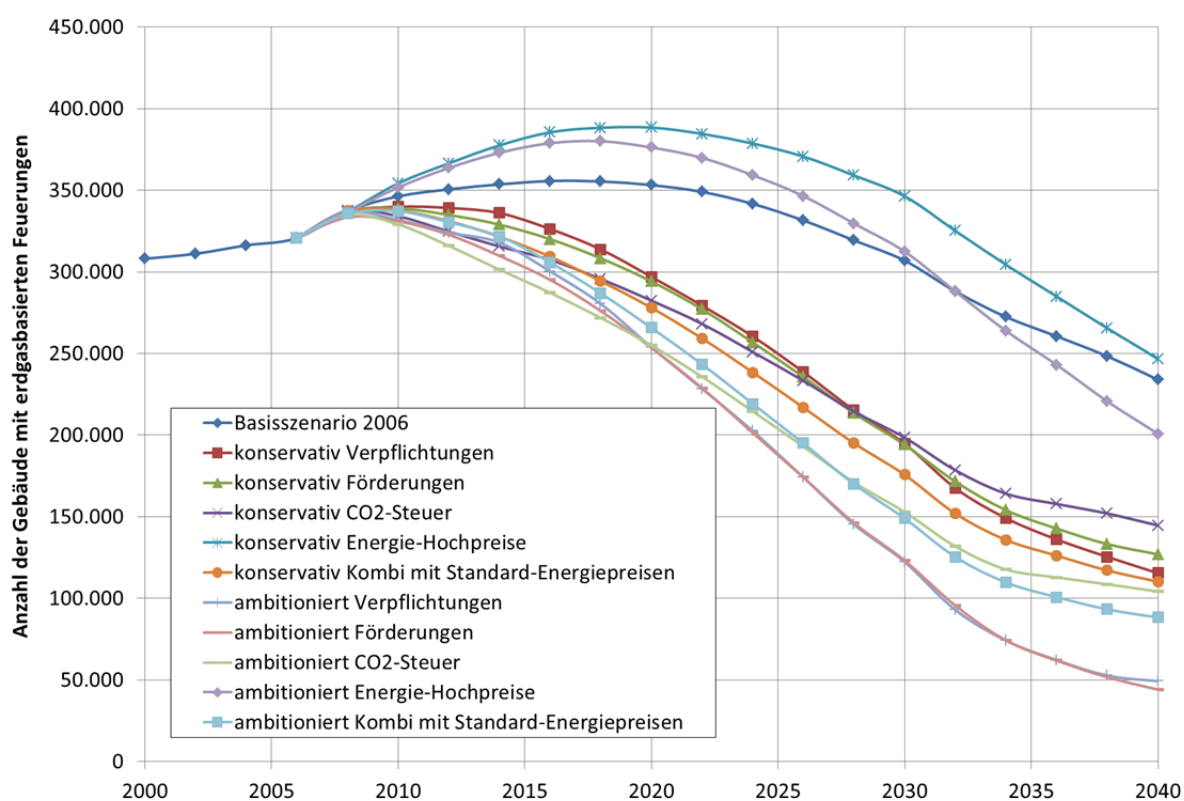
**Abbildung 31:** Ergebnisse der Heizen 2050 Szenarien für den jeweiligen Bestand an Gebäuden, welche eine Wärmepumpe als Hauptheizsystem betreiben. Roter Punkt: Tatsächlicher Stand der Entwicklung im Jahr 2015. Datenquelle: Modellergebnisse aus Müller et al. (2010) sowie Biermayr et al. (2016)

Für die Verbreitung der Wärmepumpentechnologie als Hauptheizsystem erbringen die Szenarien mit Verpflichtungen oder Förderungen die höchste Durchdringung. Der Vergleich mit der aktuellen Situation im Jahr 2015 zeigt, dass die aktuelle Marktentwicklung momentan dem höchsten Szenario folgt. In diesem Fall ist es das Szenario mit konservativen Förderungen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Wärmepumpe mit allen anderen Heizungstechnologien zur Nutzung erneuerbarer Energie und den Heizungstechnologien zur Nutzung fossiler Energie im Wettbewerb steht. Gefördert werden in den Förderszenarien allerdings immer nur die Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energie. Die Definition dieses Szenarios ist aus der Sicht der Wärmepumpentechnologie zurzeit sehr nahe an den tatsächlichen Rahmenbedingungen.

Betrachtet wird gemäß der Intention der vorliegenden Roadmap der Zeitraum bis zum Jahr 2030. Die Ergebnisse der Modellierung sind darüber hinaus auch zunehmend spekulativ, da z.B. angenommen wurde, dass ab dem Jahr 2030 monovalente solarthermische Systeme marktreif und zu wettbewerbsfähigen Preisen verfügbar sind. Bis 2030 steht im Modell jedoch ein relativ konservatives Portfolio an Technologien zur Verfügung. Für das Jahr 2030 beträgt das höchste Szenarienergebnis (Szenario mit ambitionierten Förderungen) ca. 524.000 Gebäude mit dem Hauptheizsystem Wärmepumpe. Unter diesen Gebäuden sind Ein-, Zwei- und Mehrfamilien-

häuser. Unter der Voraussetzung, dass auch in Mehrfamilienhäusern jeweils nur eine zentrale Wärmepumpe installiert wäre, wäre diese Zahl auch als Anzahl der in Betrieb befindlichen Wärmepumpen zu interpretieren.

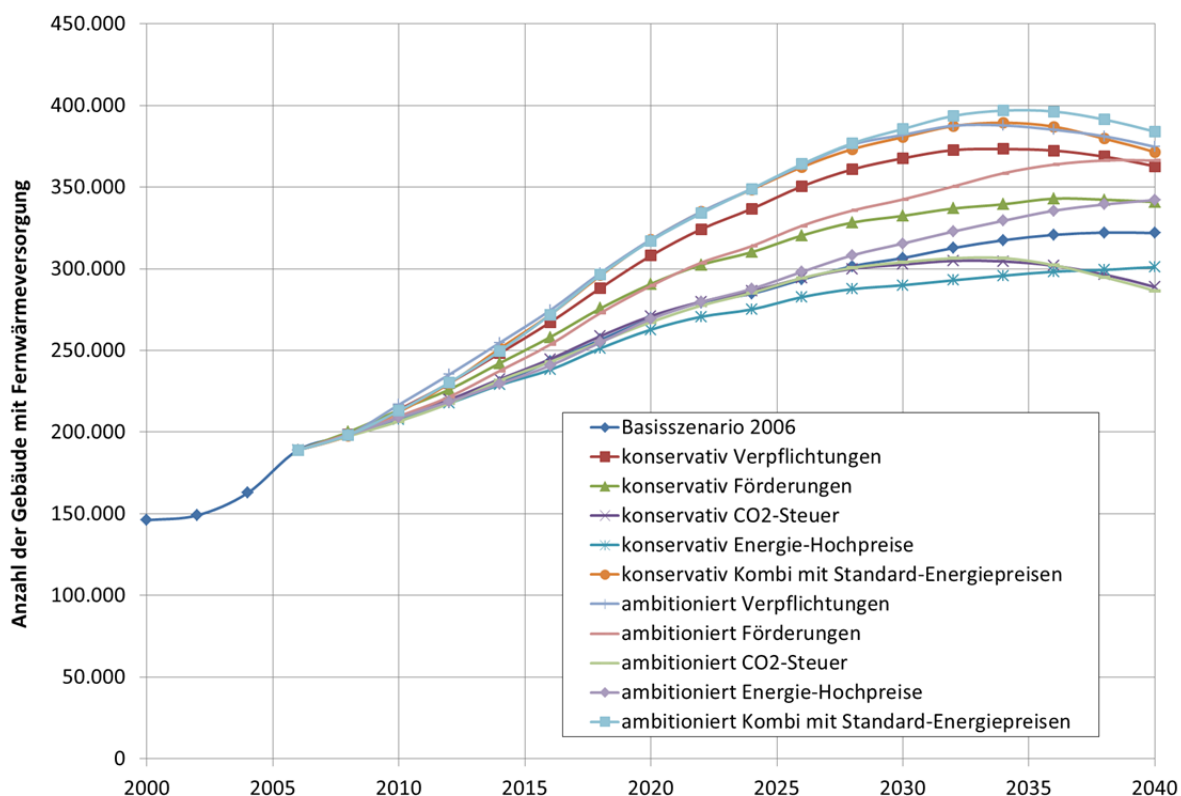
Die wesentlichsten Mitbewerber der Wärmepumpe am Heizungsmarkt sind bis 2030 erdgasbasierte Feuerungen, die Fernwärme und biomassebasierte Feuerungen. In den nachfolgenden **Abbildung 32 bis Abbildung 34** sind die Modellergebnisse für diese Wärmeversorgungsoptionen dargestellt. Den Modellergebnissen zu Folge sinkt die Anzahl der erdgasbasierten Heizungen bis 2030 deutlich ab. Der Zeitpunkt der Trendwende variiert dabei stark mit dem jeweiligen Szenario, wobei das Basisszenario einen flachen Verlauf aufweist. Nachdem die den Szenarien zugrundeliegenden Annahmen wie CO<sub>2</sub>-Steuern oder ambitionierte Verpflichtungen oder Förderungen bis 2015 nicht eingetreten sind, folgt die weitere Diffusion im Wesentlichen dem Basisszenario oder darüber gelagerten Verläufen.



**Abbildung 32:** Ergebnisse der Heizen 2050 Szenarien für den jeweiligen Bestand an Gebäuden, welche ein erdgasbasiertes Hauptheizsystem betreiben. Datenquelle: Modellergebnisse aus Müller et al. (2010)

Den Modellergebnissen sind weiters kontinuierliche Energiepreisverläufe hinterlegt, welche im Zeitraum von 2008 bis 2015 in der Realität jedoch eine starke Volatilität aufwiesen. Da die mittleren Preise in diesem Zeitraum jedoch gut mit den Energiepreisen in den Szenarien übereinstimmen, kompensieren sich kurzfristige Abweichungen nach oben oder nach unten. Wie bereits oben thematisiert, kann ein längerfristig niedriger Öl- und Gaspreis die Erwartungswerte der Diffusion der unterschiedlichen Technologien jedoch deutlich beeinflussen. Laut der Schätzung von ExpertInnen im Rahmen der Stakeholderworkshops sind massive Auswirkungen zu erwarten, falls das aktuell niedrige Preisniveau von Heizöl und Erdgas noch weitere ein bis zwei Jahre bestehen bleibt.

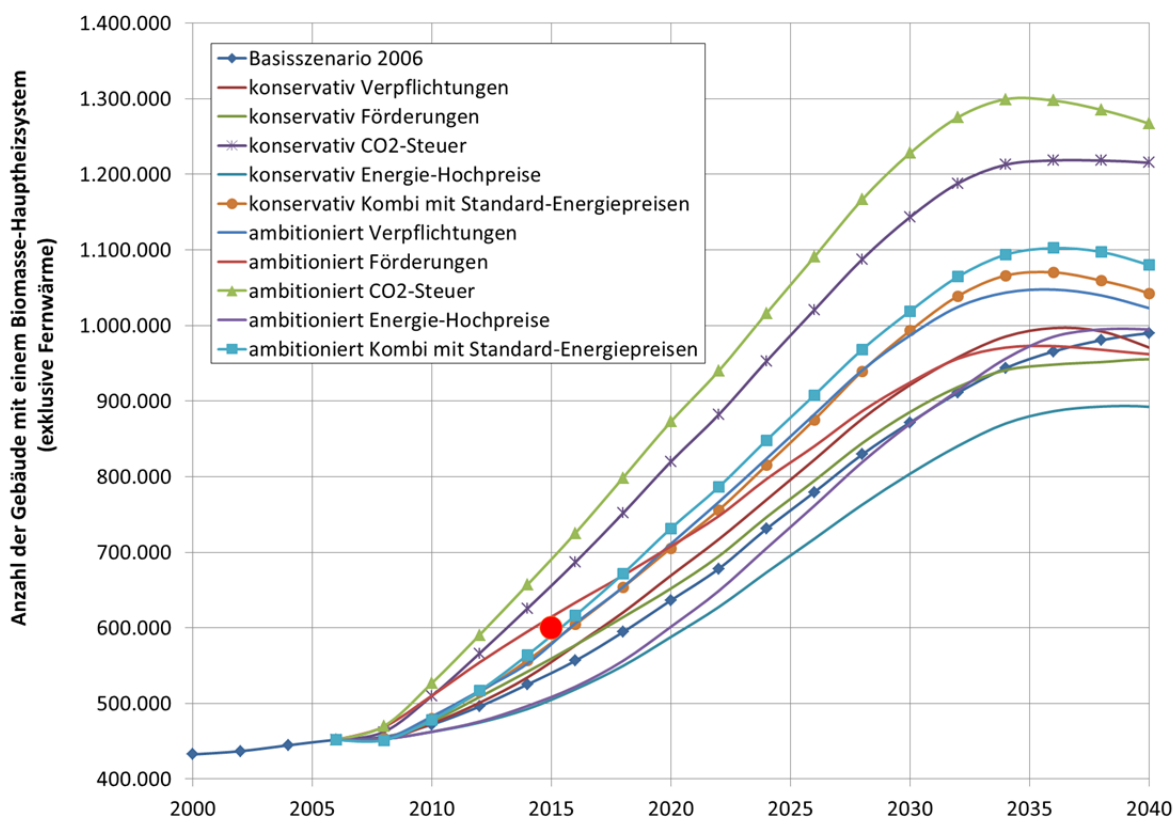
Der Szenarienverlauf für fernwärmeversorgte Gebäude ist in **Abbildung 33** dargestellt und zeigt je nach Szenario einen unterschiedlich starken weiteren Ausbau der Fernwärmeversorgung. Dieser Trend ist stark mit der fortschreitenden Urbanisierung verknüpft, bei der neue Gebäude oftmals an bestehende Wärmenetzinfrastrukturen angeschlossen werden. Die von Statistik Austria (2015) erhobenen Zahlen zur Beheizung der Haushalte sind für einen Vergleich der Szenarienverläufe mit den tatsächlichen Verhältnissen nicht geeignet, da sich die Statistik Austria nur auf die Hauptwohnsitze bezieht, in den vorliegenden Darstellungen jedoch alle Gebäude erfasst sind. Es wird aus diesem Grund kein Vergleich mit dem Ist-Stand der erdgasbasierten Heizungen und der Fernwärme durchgeführt.



**Abbildung 33:** Ergebnisse der Heizen 2050 Szenarien für den jeweiligen Bestand an Gebäuden, welche ein fernwärmebasiertes Hauptheizsystem betreiben. Datenquelle: Modellergebnisse aus Müller et al. (2010)

In **Abbildung 34** erfolgt die Darstellung der Szenarien für Gebäude mit biomassebasiertem Hauptheizsystem. Hierbei sind alle Hauptheizsysteme auf Scheitholz-, Hackschnitzel- und Pelletsbasis zusammengefasst. Die höchsten Anteile erreichen Biomasse-Heizsysteme in Szenarien mit CO<sub>2</sub>-Steuern. Der tatsächliche Stand im Jahr 2015 ist mit 604.000 in Betrieb befindlichen Anlagen als roter Punkt in der Abbildung markiert. Die aktuelle Verbreitung von Biomasse-Heizsystemen liegt also deutlich unter den höchsten Szenarien, etwa in der Höhe des ambitionierten Förderszenarios. Die Marktdiffusion von Biomassekessel ist seit dem Jahr 2013 von einem starken Marktrückgang betroffen, der aufgrund des sehr großen, historisch gewachsenen Bestandes in einer aggregierten Darstellung noch nicht im selben Umfang zur Geltung kommt. Als Mitbewerber am Heizungsmarkt haben Biomassekessel seit 2013 laut zahlreicher ExpertInnenaussagen, welche im Rahmen der Stakeholderworkshops gemacht wurden, deutlich an Bedeutung verloren. Frei werdende Marktanteile werden dabei hauptsächlich von den Heizsystemen Wärmepumpen, erdgasbasierte Heizungen und Fernwärme abgedeckt. Die Quote, nach der sich dieser Substitutionseffekt auf die drei

genannten Optionen aufteilt, konnte im Zuge der vorliegenden Arbeit nicht ermittelt werden. Bei Annahme einer Gleichverteilung und einem aufgrund der aktuellen Marktentwicklung der Biomasseheizungen angenommenen absoluten modellbezogenen Substitutionspotenzial von 300.000 Gebäuden im Jahr 2030 resultiert in einem Maximalszenario ein geschätztes Zusatzpotenzial für Wärmepumpen in der Größenordnung von 100.000 Gebäuden. Die Annahme ist insofern plausibel, als diese Größenordnung bei allen drei Technologien leicht innerhalb der Szenarienbandbreite unterzubringen ist und die Marktdiffusion der Biomassekessel bei einer Kessellebensdauer von 25 Jahren auf dem Niveau von 2015 (11.593 Stück/a) zu einem Bestand im Jahr 2030 von 400.371 Kessel, auf dem Niveau von 2008 (historisch maximale Diffusion, 25.306 Stück/a) zu einem Bestand von 606.066 Kessel und erst bei einer Verdoppelung der Verkaufszahlen von 2008 zu einem Bestand von 985.656 Kessel führen würde. Der zuletzt genannte Fall würde dem konservativen Kombinationsszenario oder dem Szenario mit den ambitionierten Verpflichtungen entsprechen, immer vorausgesetzt, dass diese Instrumente bereits 2006 implementiert worden wären.

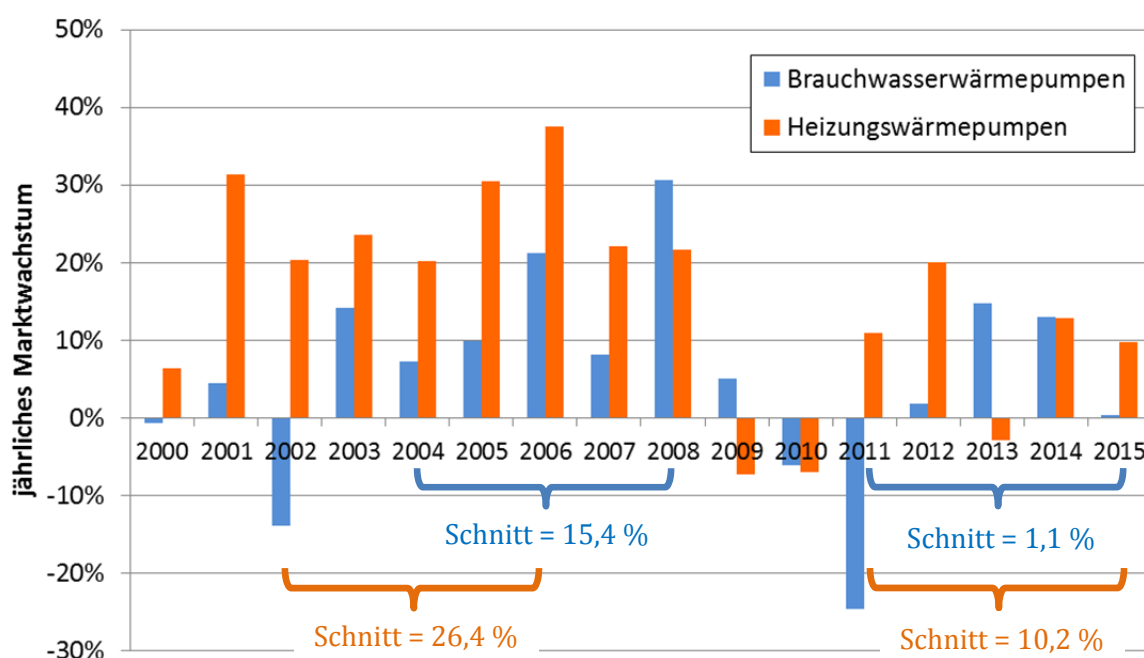


**Abbildung 34:** Ergebnisse der Heizen 2050 Szenarien für den jeweiligen Bestand an Gebäuden, welche ein Hauptheizsystem auf Biomassebasis (Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets) betreiben. Roter Punkt: Tatsächlicher Stand der Entwicklung im Jahr 2015. Achtung: die Skalierung der Ordinate beginnt bei 400.000 Gebäuden. Datenquelle: Modellergebnisse aus Müller et al. (2010) sowie Biermayr et al. (2016)

In einem Maximalszenario würden somit für das Jahr 2030 624.000 Gebäude mit Wärmepumpenheizung resultieren, dies entspricht der Summe aus dem Maximalszenario für die Wärmepumpen plus den substituierten Anteil von den Biomasseheizungen.

#### 4.3.2 Analyse der historischen Marktentwicklung

Die historische Marktentwicklung der Wärmepumpentechnologie in Österreich wurde bereits oben ausführlich dargestellt. **Abbildung 35** resümiert die Entwicklung der letzten 15 Jahre für Brauchwasser- und Heizungswärmepumpen anhand des jährlichen Wachstums. Dargestellt sind weiters zwei Kategorien von 5-Jahres Schnitten des Wachstums: erstens das maximale Wachstum des gleitenden Mittelwertes im Betrachtungszeitraum und zweitens das Mittel der letzten fünf Jahre. Der Maximalwert für Heizungswärmepumpen tritt mit 26,4 % jährlichen Wachstums in den Jahren 2002 bis 2006 auf, jener für Brauchwasserwärmepumpen im Zeitraum von 2004 bis 2008 mit 15,4 % Wachstum pro Jahr. Die Schnitte der letzten 5 Jahre sind in beiden Fällen mit 1,1 % für die Brauchwasserwärmepumpen und 10,2 % für die Heizungswärmepumpen deutlich geringer als im Zeitraum vor der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008. Diese empirisch beobachteten Fünfjahreswachstumswerte stellen im Weiteren eine wichtige Basis für die Szenariendefinition dar.



**Abbildung 35:** jährliches Marktwachstum für Brauchwasserpumpen und Heizungswärmepumpen (alle Leistungs-klassen) im Zeitraum von 2000 bis 2015. Das prozentuelle Wachstum bezieht sich jeweils auf das Vorjahr. Quelle: Biermayr et al. (2016)

#### 4.3.3 Erkenntnisse aus den Stakeholderworkshops für die Szenarien

Im bereits oben beschriebenen Stakeholder-Workshopzyklus wurden unter anderem zielgruppenspezifische Fragestellungen bezüglich der zukünftigen Verbreitung der Wärmepumpentechnologie in Österreich diskutiert. Die wesentlichen Erkenntnisse aus den Workshops wurden beim jeweils nächsten Workshop zusammengefasst präsentiert und hinterfragt. Eine weitere, davon unabhängige Präsentation und Diskussion erfolgte im Zuge der Generalversammlung des Vereins Wärmepumpe Austria am 17.03.2016 in Salzburg, im Zuge der auch eine Diskussion mit Vertretern der European Heat Pump Association (EHPA) erfolgte. Die im Folgenden angeführten Argumente wurden in den Workshops mehrfach diskutiert und von der Mehrheit der anwesenden ExpertInnen geteilt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es sich um eine einheitliche Meinung der involvierten ExpertInnen, der Branchenvertretung oder der



AutorInnenschaft des vorliegenden Berichtes handelt. Die wesentlichen marktdiffusionsrelevanten Ergebnisse des Diskussionsprozesses waren:

- Im Bereich des Neubaus in Gebieten ohne Gasnetz oder Fern- und Nahwärmeversorgung hat die Wärmepumpe zurzeit einen Marktanteil von 75 % - 80 %.
- Die Kaufentscheidung für eine Wärmepumpe wird von den AnwenderInnen zu 90 % bestätigt. Strukturelle Gegebenheiten wie das Fehlen eines Heizraumes und Kamins fördern die Bestätigung.
- Im Neubau-Heizungsmarkt ist der seit Herbst 2014 dauerhaft niedrige Heizöl- u. Erdgaspreis für die Wärmepumpen-Marktdiffusion noch kein großer hemmender Faktor.
- Der seit Herbst 2014 dauerhaft niedrige Heizöl- und Erdgaspreis ist im Bereich der Sanierung für alternative Heizungen wie die Wärmepumpe ein großes Diffusionshemmnis, da der Umstieg deutlich erschwert wird.
- Im Fertighaussegment gibt es einen Wettbewerb der Wärmepumpentechnologie mit Erdgas und Fernwärme, sofern entsprechende Anschlüsse herstellbar sind.
- Biomassekessel stellen keine Konkurrenz zur Wärmepumpe mehr dar.
- Biomasse-Heizungslösungen sind bei Bauträgern aus ökonomischen und strukturellen Gründen nicht mehr so gefragt wie früher.
- Potenzielle AnwenderInnen und InvestorInnen kalkulieren heute genau, was in der Folge auch zum Marktrückgang im Bereich der Solarthermie geführt hat.
- Die Kombination aus steigender Dichte von Photovoltaikanlagen und einem niedrigen Strompreis könnte Strom-direkt Heizungen aufgrund der sehr geringen Investitionskosten dieser Heizungsform wieder salonfähig machen. Dies wäre eine direkte Konkurrenz zur Wärmepumpe.
- Billiganbieter von Wärmepumpen aus Fernost werden sich für einen wachsenden Massenmarkt in Österreich interessieren. Die aktuelle "Geiz ist geil – Mentalität" und die sinkenden Einkommen vieler Haushalte spielen Billiganbietern zusätzlich in die Hände.
- Eine Reduktion des mittleren Endkundenpreises für Wärmepumpen ist in einem Wachstumsmarkt zu erwarten. Eine Senkung der Kosten auf Seiten der Produzenten ist dabei aber hauptsächlich durch eine Vereinfachung von Produkten zu erreichen, was möglicherweise einen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Geräte hat.
- Die österreichische Wärmepumpenindustrie kann die Nachfrage in einem ambitionierten Wachstumsszenario decken, sofern die Steigerungen kontinuierlich auftreten.
- Bei sehr kurzfristigen und/oder diskontinuierlichen Steigerungen überwiegt voraussichtlich der Import von Wärmepumpen.
- Asiatische Anbieter können einen österreichischen Wachstumsmarkt in jedem Fall bedienen.
- Nach dem Wegbrechen der Mitbewerber im Bereich des Neubaus sind fehlende Förderungen für Wärmepumpen kein großes Hemmnis mehr.
- Sinnvoll wären technologieneutrale Förderungen, z.B. für die Installation von Niedertemperaturwärmeverteilsystemen. Speziell bei der Sanierung von Heizungssystemen hat die Förderung der Anpassung des Wärmeabgabesystems für alle erneuerbaren und

effizienten Heizungstechnologien große Vorteile. Dies würde die Energieeffizienz erhöhen, egal ob eine Wärmepumpe oder ein Kondensationskessel installiert wird.

- Die Relevanz von Förderungen im Zuge von Marktanreizprogrammen sinkt generell, da die Kosten zur Bewältigung von Auflagen und zur Abwicklung der Bürokratie und der Nutzen nicht mehr in Relation stehen. Die Vereinheitlichung von Effizienz- und Förderungsstandards auf Basis von Energieeffizienzklassen bzw. Wirkungsgrade entsprechend der EU-ErP- bzw. Energy-Labelingrichtlinie bietet Chancen zum Abbau der Bürokratie, Erhöhung der Transparenz und Vereinheitlichung der Förderungen.
- Ein bundeseinheitliches Förderdesign wäre eine Grundvoraussetzung für die Effizienz und Effektivität von Förderungen und würde hohe Transaktionskosten auf der Seite der Produzenten vermeiden.

#### 4.3.4 Szenarien für die Marktentwicklung bis zum Jahr 2030

Die im Folgenden dargestellten Szenarien dürfen nicht als Prognosen aufgefasst werden. Sinn der Szenarien ist es nicht, die zukünftige Entwicklung vorherzusagen, sondern wesentliche Zusammenhänge und Wirkungsmechanismen aufzuzeigen und die Bandbreite möglicher Entwicklungen darzustellen. In diesem Sinne werden für jede Wärmepumpentype bzw. Leistungsklasse jeweils ein Hoch, ein Mittel und ein Nieder Szenario präsentiert. Sämtliche Szenarien sind in Hinblick auf ihre Dynamik kompatibel mit der historischen Entwicklung und plausibel in Hinblick auf die bis 2030 im Gesamtsystem erreichbaren Größenordnungen.

#### Szenarien für die Marktentwicklung von Heizungswärmepumpen

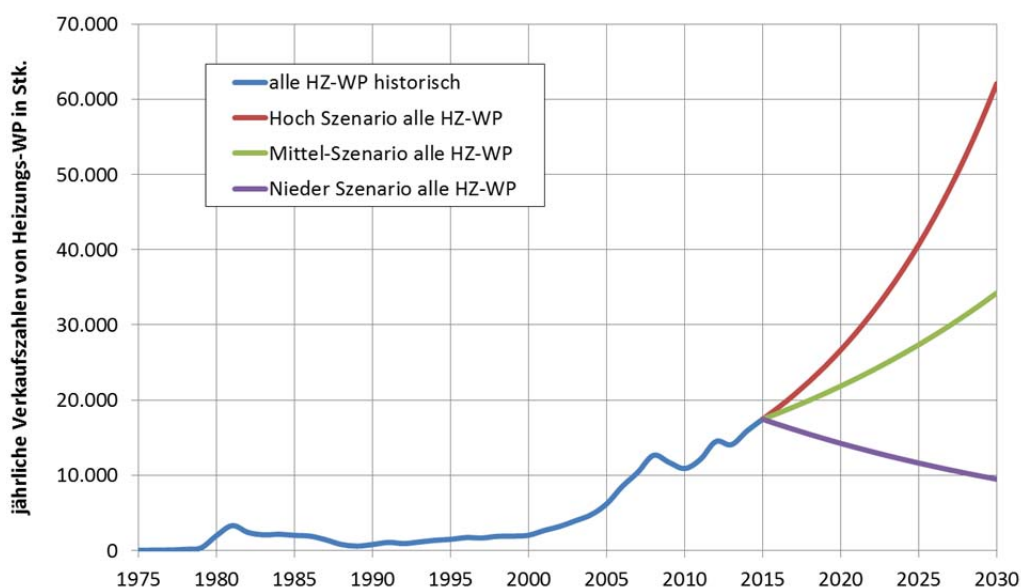
Methodisch wird aus Gründen der Datenverfügbarkeit zunächst das Aggregat Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen) dargestellt, im Anschluss werden die einzelnen Leistungsklassen separat diskutiert. Wie bereits oben dokumentiert, liegen Daten zur Marktentwicklung des Aggregats Heizungswärmepumpen seit 1975 vor, Daten zu den Leistungsklassen bis 20 kW, größer 20 kW bis 80 kW und größer als 80 kW seit 2006 und zusätzliche Daten zu den Leistungsklassen bis 10 kW und 10 kW bis 20 kW seit 2012. Wie unter 4.1.1 argumentiert, werden die drei Szenarien für die Marktentwicklung der Heizungswärmepumpen wie in **Tabelle 14** dargestellt definiert.

**Tabelle 14:** Definition der Szenarien für die Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen); Vergleich: im Jahr 2015 lag ein Bestand von 158.082 Gebäuden mit Wärmepumpenheizung vor.

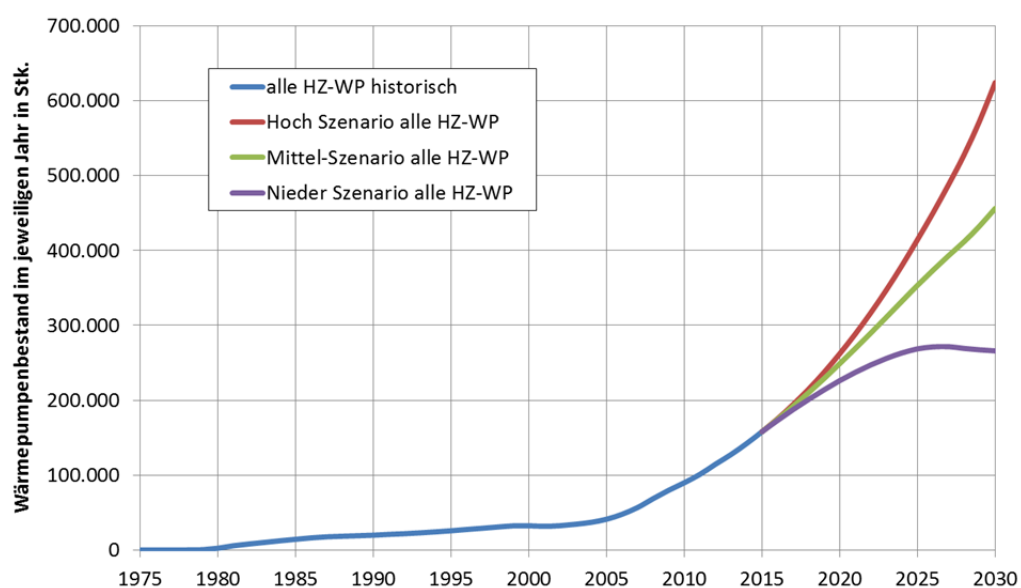
Klasse	Szenario	Szenariendefinition
Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen)	Hoch	624.000 Gebäude mit Wärmepumpenheizung im Jahr 2030 (höchstes Heizen 2050 Wärmepumpenszenario plus Zuschlag von 100.000 Gebäuden für die Substitution anderer Technologien laut Trend 2015)
	Mittel	456.000 Gebäude mit Wärmepumpenheizung im Jahr 2030 (Heizen 2050 Szenario mit konservativen Förderungen ohne Zuschläge)
	Niedrig	266.000 Gebäude mit Wärmepumpenheizung im Jahr 2030 (Basisszenario aus dem Modell Heizen 2050)

Die Auswahl der Szenarien basierte auf dem Ansatz, einen großen, aber nicht unrealistischen Entwicklungsraum abzustecken. Das Hoch-Szenario folgt im Wesentlichen dem aktuellen Trend, wobei durch die Substitution anderer Technologien in Bezug auf die Heizen 2050 Szenarios noch

ein moderater Zuschlag für eine Entwicklung oberhalb des höchsten Heizen 2050 Szenarios erfolgte. Die Argumentation hierfür wurde in Abschnitt 4.1.2 detailliert ausgeführt. Das Mittel-Szenario folgt dem Heizen 2050 Szenario mit konservativen Förderungen. Dieses Szenario ist gut durch den aktuellen Status quo der energiepolitischen Rahmenbedingungen beschreibbar, die Dynamik der momentanen Wärmepumpen-Marktentwicklung wird in diesem Szenario jedoch genauso wenig abgebildet, wie sich abzeichnende Substitutionseffekte. Das Niedrig-Szenario schlussendlich repräsentiert das Basisszenario aus dem Modell 2050 und setzt einen fortwährenden Marktrückgang bis 2030 voraus, wobei der Endwert bei einer Diffusionsrate von ca. 9.500 Heizungswärmepumpen pro Jahr liegt. Ein solches Szenario könnte z.B. aus ständig wachsenden Problemen mit der Schallemission von Luft/Wasser Anlagen resultieren. Die aus den Szenarien resultierenden jährlichen Verkaufszahlen und der jeweilige Bestand an Heizungswärmepumpen sind in den **Abbildung 36 und Abbildung 37** dargestellt.



**Abbildung 36:** Jährliche Verkaufszahlen von Heizungs-Wärmepumpen (alle Leistungsklassen) im österreichischen Inlandsmarkt – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030.



**Abbildung 37:** In Betrieb befindlicher Bestand an Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen) in Österreich – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030.

Die Szenarien wurden in diesen und allen weiteren Fällen stets mit exponentiellen Verläufen implementiert. Auf die Definition von logistischen Funktionen wurde verzichtet, da die Ergebnisse der Szenarien allesamt weit von den Grenzen des technischen Potenzials entfernt sind, die Diffusionsverläufe aus den Heizungen 2050 Szenarien Wendepunkte um das Jahr 2030 zeigen und Daten zur Definition weiterer Kurvenparameter weitestgehend fehlen. Die Zahlenwerte zu den Szenarien sind in **Tabelle 15** dokumentiert. Das jährliche Wachstum der drei Szenarien beträgt, jeweils bezogen auf den gemessenen Wert aus dem Jahr 2015:

- Hoch-Szenario: +8,83 %
- Mittel-Szenario: +4,59 %
- Nieder-Szenario: -3,98 %

**Tabelle 15:** Szenarienergebnisse: jährliche Verkaufszahlen und jeweils in Betrieb befindlicher Bestand an Heizungs-wärmepumpen in Österreich.

Jahr	Szenarien Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen)					
	jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	17.451	17.451	17.451	158.082	158.082	158.082
2016	18.991	18.253	16.756	175.361	174.623	173.126
2017	20.667	19.091	16.088	194.371	192.056	187.557
2018	22.491	19.968	15.447	214.984	210.145	201.125
2019	24.476	20.885	14.832	237.556	229.126	214.053
2020	26.636	21.844	14.241	262.167	248.945	226.269
2021	28.987	22.847	13.674	288.495	269.132	237.283
2022	31.546	23.897	13.129	316.840	289.829	247.211
2023	34.330	24.994	12.606	347.217	310.870	255.864
2024	37.359	26.142	12.104	379.828	332.265	263.220
2025	40.657	27.343	11.621	414.292	353.415	268.648
2026	44.245	28.599	11.158	450.021	373.499	271.291
2027	48.150	29.912	10.714	487.773	393.013	271.607
2028	52.399	31.286	10.287	527.527	411.655	269.248
2029	57.024	32.723	9.877	572.838	432.667	267.411
2030	62.056	34.226	9.484	624.000	456.000	266.000

Heizungswärmepumpen größer 50 kW:

Daten über die Marktdiffusion der Heizungswärmepumpen liegen für die Jahre 2006 bis 2015 vor, wobei die Definition der Leistungsgrenze ab dem Datenjahr 2012 von 80 kW auf 50 kW gesenkt wurde. Der Zeitraum von 1990 bis 2005 wurde für eine Abschätzung des historisch gewachsenen Bestandes mit einem linearen Regressionsmodell (Korrelationskoeffizient 0,95, Bestimmtheitsmaß 0,90) von der Entwicklung des Aggregates aller Heizungswärmepumpen abgeleitet. Der Zeitraum vor 1990 ist in Form von Modellwerten nicht relevant, zumal sich diese Wärmepumpen aufgrund des Ablaufes der technischen Lebensdauer nicht mehr im aktuellen Bestand befinden. Das technische Potenzial an Gebäuden, die prinzipiell mit Heizungswärmepumpen größer 50 kW beheizt werden könnten, beträgt für den Neubau im Zeitraum 2015 bis 2030 ca. 12.700 Gebäude und im Bereich der Sanierung ca. 26.700 Gebäude (Annahme: Sanierungsrate 1 % pro Jahr), insgesamt also 39.400 Gebäude. Die Szenarien für die Marktentwicklung der Heizungswärmepumpen größer 50 kW werden im Weiteren wie in **Tabelle 16** dargestellt definiert.

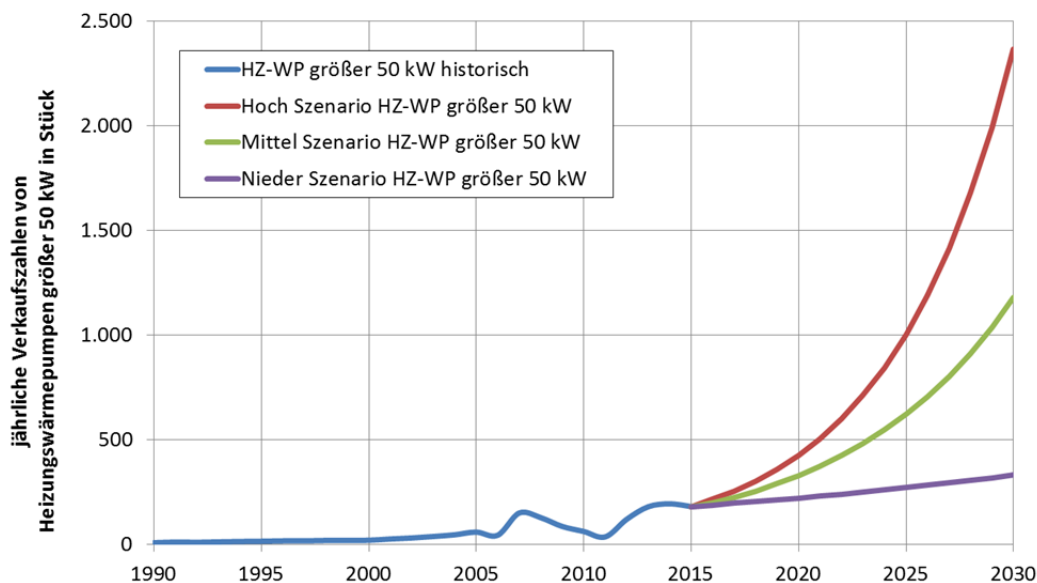
**Tabelle 16:** Definition der Szenarien für die Heizungswärmepumpen größer 50 kW; Vergleich: im Jahr 2015 lag ein Bestand von 1.453 Gebäuden mit Wärmepumpenheizung größer 50 kW vor.

Klasse	Szenario	Szenariendefinition
Heizungswärmepumpen größer 50 kW	Hoch	14.553 Gebäude mit Wärmepumpenheizung größer 50 kW im Jahr 2030 (= 1/3 des technischen Neubau- und Sanierungspotenzials, 90 % Bestätigung)
	Mittel	9.076 Gebäude mit Wärmepumpenheizung größer 50 kW im Jahr 2030 (exponentiell extrapoliertes Trendszenario Basis 1990-2015)
	Niedrig	4.500 Gebäude mit Wärmepumpenheizung größer 50 kW im Jahr 2030 (50 % des Bestandwertes aus dem Trendszenario)

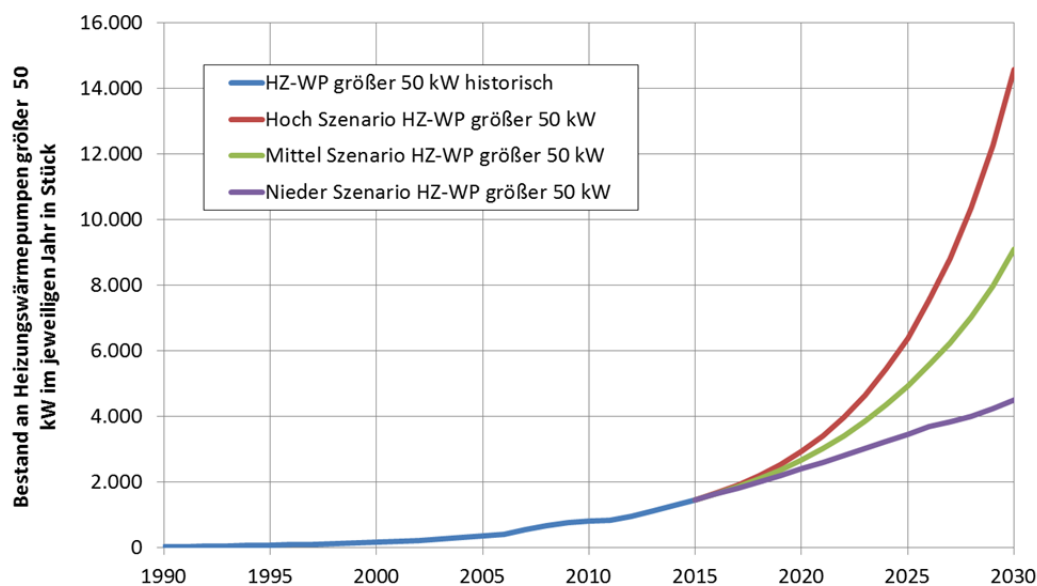
Die Definition des Hoch-Szenarios ist an das zugrundeliegende Potenzial von Gebäuden gebunden, welche sich für den Einsatz entsprechender Wärmepumpen eignen würden. Sowohl für den Neubau als auch für die Sanierung wurde jeweils ein Drittel dieses Potenzials als Endwert für 2030 angenommen, da in diesem Bereich ein starker Wettbewerb mit Heizsystemen auf Basis von Erdgas und auf Basis von Fernwärme gegeben ist. Das Mittel-Szenario stellt die Extrapolation eines exponentiellen Trends von 1990 bis 2015 dar und für das Nieder-Szenario wurde pragmatisch ca. der halbe Endwert des Trendszenarios angenommen, welcher jedoch noch immer ein jährliches Marktwachstum impliziert. Die aus den Szenarien resultierenden jährlichen Verkaufszahlen und der jeweilige Bestand an Heizungswärmepumpen größer 50 kW sind in den **Abbildung 38 und Abbildung 39** dargestellt. Die Zahlenwerte zu den Szenarien sind in **Tabelle 17** dokumentiert.

Das mittlere jährliche Wachstum der Verkaufszahlen beträgt in den drei Szenarien, jeweils bezogen auf den gemessenen Wert aus dem Jahr 2015:

- Hoch-Szenario: +18,73 %
- Mittel-Szenario: +13,62 %
- Nieder-Szenario: +4,15 %



**Abbildung 38:** Jährliche Verkaufszahlen von Heizungs-Wärmepumpen größer 50 kW im österreichischen Inlandsmarkt – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030



**Abbildung 39:** In Betrieb befindlicher Bestand an Heizungs-Wärmepumpen größer 50 kW in Österreich – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030

**Tabelle 17:** Szenarienergebnisse: jährliche Verkaufszahlen und jeweils in Betrieb befindlicher Bestand an Heizungswärmepumpen größer 50 kW in Österreich

Jahr	Szenarien Heizungswärmepumpen größer 50 kW					
	jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	180	180	180	1.453	1.453	1.453
2016	214	197	187	1.651	1.634	1.624
2017	254	224	195	1.888	1.842	1.804
2018	301	255	203	2.172	2.079	1.989
2019	358	289	212	2.511	2.350	2.183
2020	425	329	221	2.917	2.660	2.384
2021	504	374	230	3.397	3.009	2.589
2022	599	424	239	3.965	3.403	2.798
2023	711	482	249	4.639	3.848	3.010
2024	844	548	259	5.438	4.351	3.225
2025	1.002	623	270	6.383	4.916	3.437
2026	1.190	707	281	7.530	5.580	3.675
2027	1.413	804	293	8.794	6.235	3.819
2028	1.678	913	305	10.344	7.021	3.997
2029	1.992	1.038	318	12.251	7.974	4.230
2030	2.365	1.179	331	14.553	9.092	4.500

Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW:

Bei den Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW stellt sich die Frage des technischen Potenzials. Gebäude, die sich für diese Leistungsklasse eignen, sind im Bereich des Neubaus sehr große Einfamilienhäuser, große Zweifamilienhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, sowie kleine Gebäude aus dem Servicesektor wie z.B. aus dem Bereich Sport und Freizeit, kleine Bürogebäude, kleine Gebäude aus dem Bereich der Hotellerie usw. Das Gebäudepotenzial aus dem Bereich Neubau wird für den Zeitraum von 2015 bis 2030 mit ca. 24.900 Gebäude abgeschätzt. Hinzu kommt der Bereich der Sanierung, der prinzipiell die gleichen Gebäudetypen betrifft. Mit einer angenommenen Sanierungsrate von 1 % pro Jahr resultieren zusätzliche 47.900 Gebäude, welche in diesem Zeitraum als Potenzial zur Verfügung stehen, insgesamt also ca. 72.800 Gebäude. Wie bereits oben diskutiert, ist von einem Wettbewerb der Heizungstechnologien um dieses Potenzial auszugehen, wobei pragmatisch ein Anteil von einem Drittel der Wärmepumpe zugeschrieben wird. Dies sind ca. 24.300 Gebäude, welche im Zeitraum von 2015 bis 2030 neu mit einer Wärmepumpe der Leistungsklasse 20 kW bis 50 kW ausgestattet werden können. Bei einer angenommenen technischen Lebensdauer von 20 Jahren resultiert unter Berücksichtigung des Restbestandes aus den Jahren 2011 bis 2015 und einer Bestätigungsrate von 90 % im Jahr 2030 ein maximaler in Betrieb befindlicher Bestand von 36.940 Wärmepumpen dieser Leistungsklasse, was im Weiteren dem Hoch-Szenario entspricht. Für das Mittel-Szenario wird angenommen, dass aus dem Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser in Hinkunft kein Potenzial für den Leistungsbereich 20 kW bis 50 kW mehr resultiert, was in diesem Szenario zu einem Gebäudepotenzial von 28.840 führt. Das Nieder-Szenario wird mit einer bloßen Fortschreibung der historisch maximalen Diffusion aus dem Jahr 2007 definiert. Die aus den Szenarien resultierenden jährlichen Verkaufszahlen und der jeweilige Bestand an Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW sind in den **Abbildung 40 und Abbildung 41** dargestellt. Die Zahlenwerte zu den Szenarien sind in **Tabelle 19** dokumentiert.

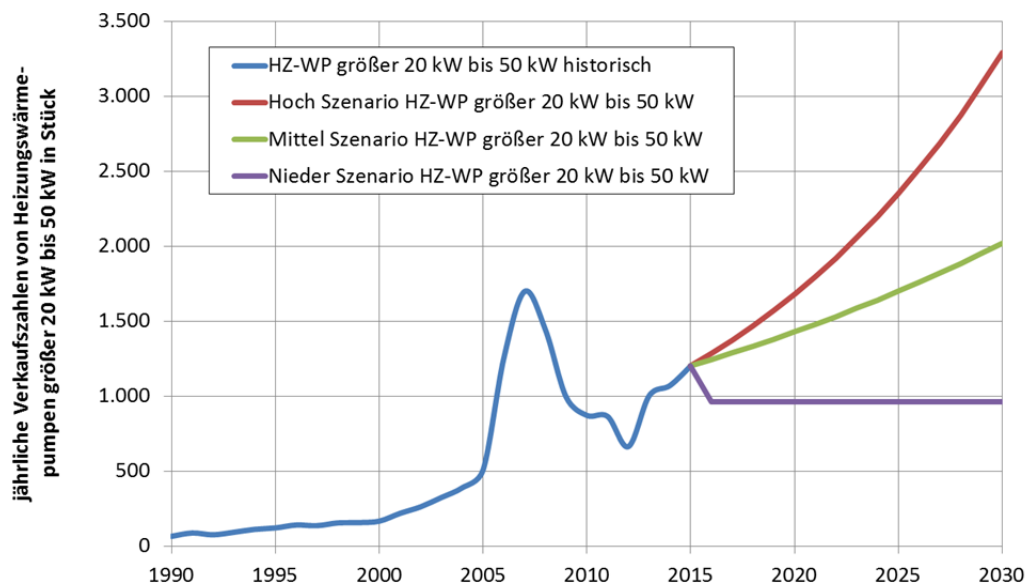
**Tabelle 18:** Definition der Szenarien für die Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW; Vergleich: im Jahr 2015 lag ein Bestand von 13.511 Gebäuden mit Wärmepumpenheizung dieser Leistungsklasse vor

Klasse	Szenario	Szenariendefinition
Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen)	Hoch	36.940 Gebäude mit Wärmepumpenheizung größer 20 kW bis 50 kW im Jahr 2030 (= 1/3 des technischen Neubau- und Sanierungspotenzials, 90 % Bestätigung)
	Mittel	28.840 Gebäude mit Wärmepumpenheizung größer 20 kW bis 50 kW im Jahr 2030 (= 1/3 des reduzierten technischen Potenzials, 90 % Bestätigung)
	Niedrig	19.200 Gebäude mit Wärmepumpenheizung größer 20 kW bis 50 kW im Jahr 2030 (Fortschreibung des letzten 5-Jahres Schnittes)

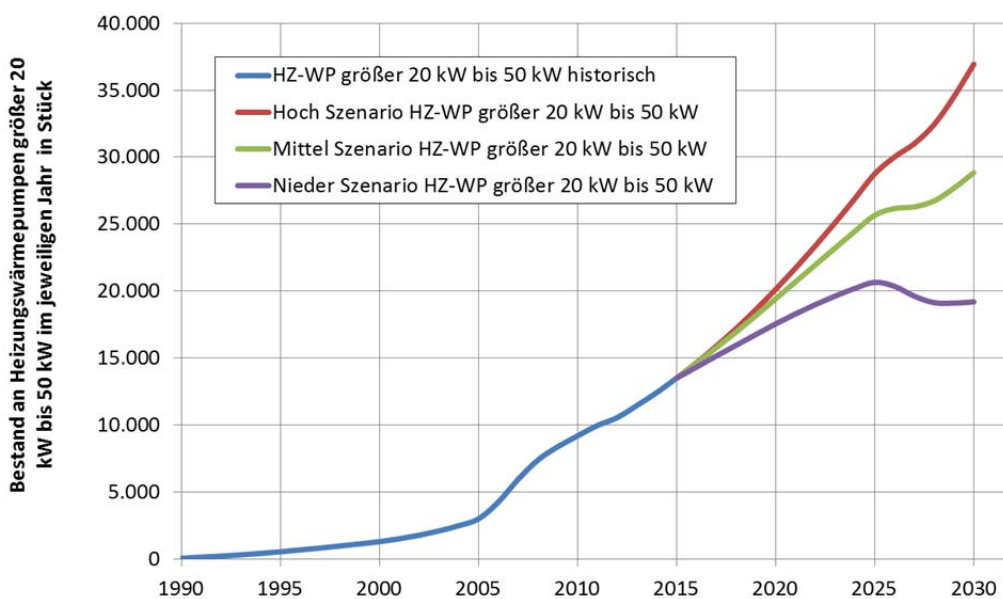
Das mittlere jährliche Wachstum der Verkaufszahlen in den drei Szenarien beträgt, jeweils bezogen auf den gemessenen Wert aus dem Jahr 2015:

- Hoch-Szenario: +6,95 %
- Mittel-Szenario: +3,53 %
- Nieder-Szenario: 0 % bezogen auf den 5-Jahres Schnitt 2011-2015





**Abbildung 40:** Jährliche Verkaufszahlen von Heizungs-Wärmepumpen größer 25 kW bis 50 kW im österreichischen Inlandsmarkt – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030



**Abbildung 41:** In Betrieb befindlicher Bestand an Heizungs-wärmepumpen größer 25 kW bis 50 kW in Österreich – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030

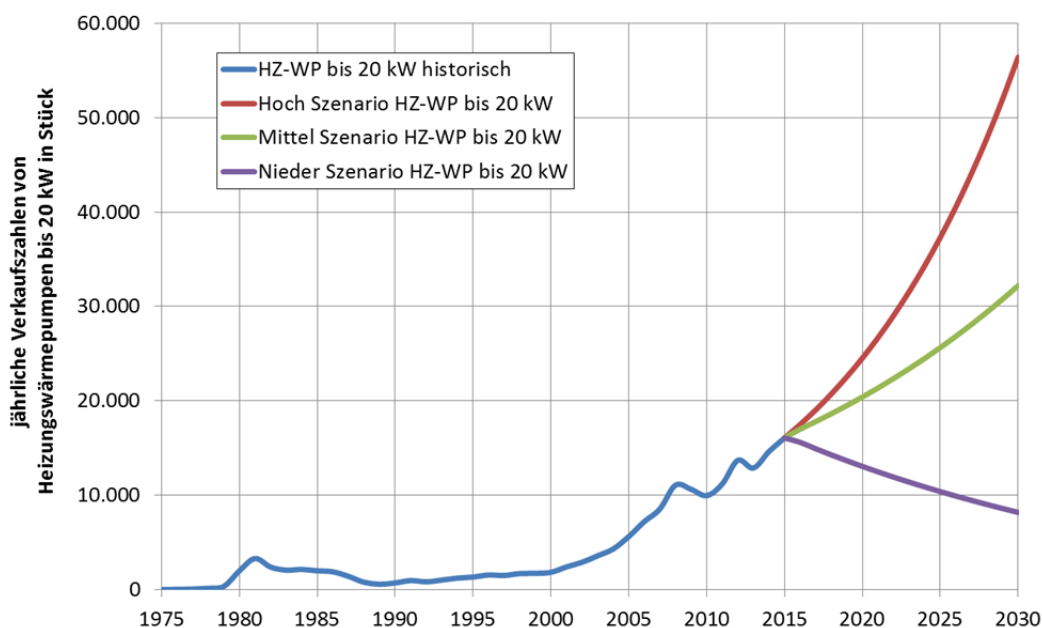
**Tabelle 19:** Szenarienergebnisse: jährliche Verkaufszahlen und jeweils in Betrieb befindlicher Bestand an Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW in Österreich

Jahr	Szenarien Heizungswärmepumpen größer 20 kW bis 50 kW					
	jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	1.201	1.201	1.201	13.511	13.511	13.511
2016	1.284	1.243	960	14.655	14.614	14.331
2017	1.374	1.287	960	15.893	15.766	15.155
2018	1.469	1.333	960	17.208	16.944	15.961
2019	1.571	1.380	960	18.623	18.168	16.765
2020	1.680	1.428	960	20.137	19.430	17.559
2021	1.797	1.479	960	21.716	20.691	18.301
2022	1.922	1.531	960	23.376	21.960	18.999
2023	2.055	1.585	960	25.107	23.221	19.635
2024	2.198	1.641	960	26.916	24.473	20.206
2025	2.350	1.699	960	28.759	25.664	20.659
2026	2.514	1.759	960	30.020	26.170	20.366
2027	2.688	1.821	960	31.010	26.293	19.628
2028	2.875	1.885	960	32.442	26.735	19.145
2029	3.075	1.951	960	34.522	27.692	19.111
2030	3.288	2.020	960	36.940	28.840	19.200

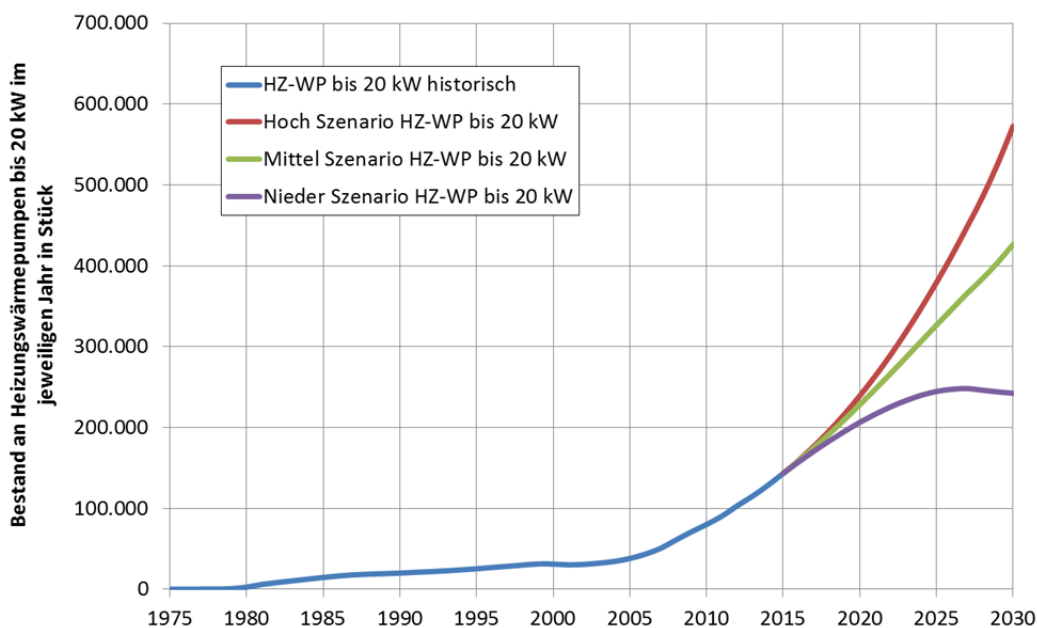
Heizungswärmepumpen bis 10 kW und Heizungswärmepumpen größer 10kW bis 20 kW:

Daten über die Marktentwicklung der Heizungswärmepumpen der Leistungsklassen bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW liegen erst seit 2012 getrennt vor. In den Jahren davor wurden die Daten ausschließlich für das gesamte Leistungssegment bis 20 kW aggregiert erhoben. Da eine getrennte Szenariendefinition für die beiden Leistungsklassen auf dieser Datenbasis nicht machbar ist, ergeben sich die Szenarien für den kumulierten Leistungsbereich bis 20 kW zunächst aus dem Residuum der oben dargestellten Szenarien (Hoch Szenario der Leistungsklasse bis 20 kW = Hoch Szenario aller Heizungswärmepumpen minus Hoch Szenario der Leistungsklasse größer 50 kW minus Hoch Szenario der Leistungsklasse größer 20 kW bis 50 kW etc.). Damit sind alle Heizungswärmepumpen Szenarien in sich konsistent und es können zwischen den Leistungsklassen durch einfache Summation beliebige Aggregate gebildet werden.

In einem weiteren Schritt erfolgt im Anschluss die Diskussion der Anteile der beiden Leistungsklassen bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW. Die Ergebnisse der Szenarien für die jährlichen Verkaufszahlen und für die Bestandszahlen sind in den **Abbildung 42 und Abbildung 43** veranschaulicht, die entsprechenden Zahlenwerte für die Szenarien sind in **Tabelle 20** dokumentiert.



**Abbildung 42:** Jährliche Verkaufszahlen von Heizungs-Wärmepumpen bis 20 kW im österreichischen Inlandsmarkt – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030



**Abbildung 43:** In Betrieb befindlicher Bestand an Heizungs-Wärmepumpen bis 20 kW in Österreich – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030

Das mittlere jährliche Wachstum der Verkaufszahlen in den drei Szenarien beträgt, jeweils bezogen auf den gemessenen Wert aus dem Jahr 2015:

- Hoch-Szenario: +8,73 %
- Mittel-Szenario: +4,74 %
- Nieder-Szenario: -4,39 %

**Tabelle 20:** Szenarienergebnisse: jährliche Verkaufszahlen und jeweils in Betrieb befindlicher Bestand an Heizungswärmepumpen bis 20 kW in Österreich

Jahr	Szenarien Heizungswärmepumpen bis 20 kW					
	jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	16.070	16.070	16.070	143.118	143.118	143.118
2016	17.493	17.003	15.608	159.055	158.565	157.170
2017	19.040	17.798	14.933	176.590	174.858	170.598
2018	20.721	18.629	14.284	195.604	191.780	183.175
2019	22.547	19.499	13.660	216.421	209.549	195.105
2020	24.532	20.410	13.060	239.113	228.119	206.326
2021	26.686	21.363	12.484	263.382	247.064	216.393
2022	29.025	22.360	11.930	289.499	266.516	225.414
2023	31.564	23.403	11.397	317.471	286.328	233.219
2024	34.317	24.495	10.884	347.474	306.509	239.789
2025	37.304	25.638	10.391	379.150	326.519	244.552
2026	40.541	26.834	9.917	412.472	346.135	247.250
2027	44.048	28.086	9.461	447.970	365.669	248.160
2028	47.847	29.395	9.022	484.741	383.990	246.107
2029	51.957	30.766	8.599	526.064	404.122	244.072
2030	56.403	32.200	8.193	572.504	426.359	242.302

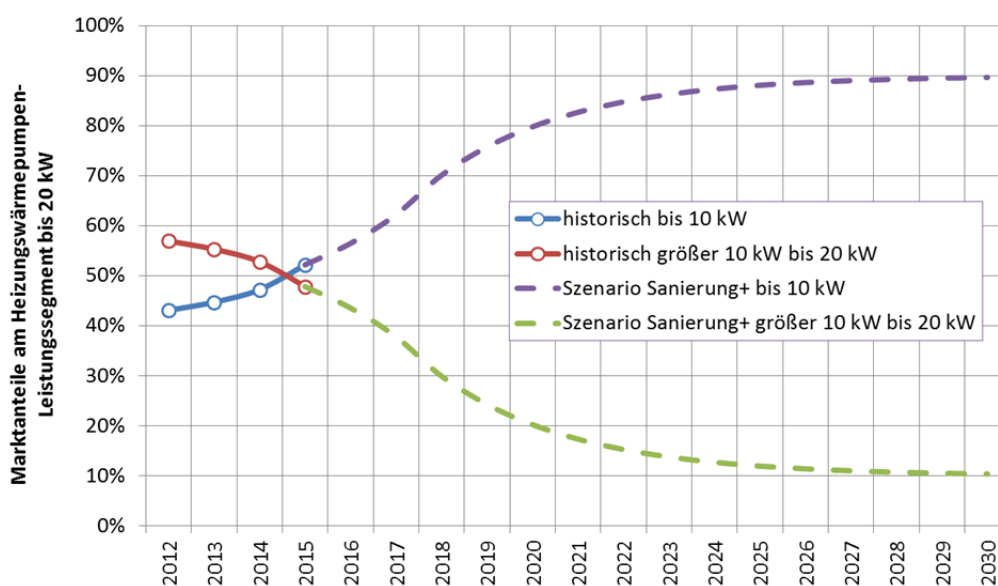
Zur Aufteilung des dargestellten Leistungssegments bis 20 kW können lediglich die ab 2012 erhobenen und in Biermayr et al. (2016) dokumentierten Marktzahlen dienen. Die Anteile der Leistungssegmente bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW sind in **Tabelle 21** zusammengestellt.

**Tabelle 21:** Empirisch erhobene Marktanteile der Heizungswärmepumpen-Leistungssegmente bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW. Quelle: Biermayr et al. (2016)

Jahr	Verkaufszahlen			Anteile am Segment bis 20 kW		
	bis 10 kW	größer 10 kW bis 20 kW	insgesamt	bis 10 kW	größer 10 kW bis 20 kW	insgesamt
2012	5.904	7.800	13.704	43,1%	56,9%	100,0%
2013	5.762	7.124	12.886	44,7%	55,3%	100,0%
2014	6.905	7.721	14.626	47,2%	52,8%	100,0%
2015	8.385	7.685	16.070	52,2%	47,8%	100,0%

Das kleinste Leistungssegment bis 10 kW wies also im Beobachtungszeitraum im Marktsegment bis 20 kW einen von Jahr zu Jahr ansteigenden relativen Marktanteil auf und überschritt im Jahr 2015 erstmals die 50 % Marke. Bei einer Trendanalyse kann mittels einer polynomischen Funktion zweiter Ordnung ein Bestimmtheitsmaß von 99,7 % (!) erreicht werden. Die Fortschreibung dieses Trends ergibt jedoch bereits im Jahr 2020 einen Marktanteil des Leistungssegmentes bis 10 kW von 100 %. Bei der Verwendung einer Exponentialfunktion (Bestimmtheitsmaß 95,1 %) wird der 100 % Anteil des kleinsten Leistungssegmentes erst im Jahr 2026 erreicht. Der Trend der momentan verfügbaren Daten weist also auf eine weitere Steigerung der Marktanteile des kleinsten Leistungssegments bis 10 kW hin. Dieser Umstand beruht auf der sukzessiven Reduktion der erforderlichen Heizleistung im Einfamilienhaus-

Neubau. Wie Müller et al. (2010) zeigen, wird um das Jahr 2020 eine Umstrukturierung des Wohnbaus in Österreich hin zur Gebäudesanierung erfolgen. Dies ist gleichsam auch das große Fragezeichen bei der weiteren strukturellen Entwicklung des Wärmepumpenmarktes in Österreich. Sollten die zukünftigen Sanierungen der älteren Einfamilienhäuser mit hoher Energieeffizienz ausgeführt werden, so wird der Trend zum kleinsten Leistungssegment bis 10 kW erhalten bleiben. Werden Sanierungen von Einfamilienhäusern in Hinkunft weniger ambitioniert ausgeführt oder kommen z.B. strukturelle Reboundeffekte stark zum Tragen, so ist es wahrscheinlich, dass es ab 2020 zu einer Renaissance des Leistungssegmentes größer 10 kW bis 20 kW kommt. Immer vorausgesetzt, dass es der Wärmepumpenbranche gelingt, den Sanierungsmarkt ähnlich stark zu besetzen, wie dies zurzeit im Neubau der Fall ist. Eine weitere Unbekannte ist durch die sanierungsbedingte Umschichtung des nächst höheren Leistungssegments größer 20 kW bis 50 kW in das Segment größer 10 kW bis 20 kW gegeben. Da die Verkaufszahlen des Leistungssegments größer 20 kW bis 50 kW bisher im Vergleich zu den Verkaufszahlen in den darunter liegenden Leistungssegmenten relativ gering waren, werden diese Anteile den prinzipiellen Trend kaum beeinflussen. Ein Szenario, welches von einer hohen zukünftigen Sanierungsqualität ausgeht, ist in **Abbildung 44** dargestellt. Es schreibt den momentanen Trend mit einer logistischen Funktion fort und geht davon aus, dass ein Restmarkt von 10 % für das Leistungssegment größer 10 kW bis 20 kW verbleibt. Diese Funktion ist jedoch, wie bereits oben ausgeführt, sehr spekulativ. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle für die Marktanteile der Leistungssegmente bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW keine Hoch-, Mittel- und Niederszenarien dargestellt.



**Abbildung 44:** Historischer Verlauf und Entwicklungsszenario für die Aufteilung des Heizungswärmepumpenmarktes bis 20 kW in die Leistungssegmente bis 10 kW und 10 kW bis 20 kW

### Verteilung der Heizungswärmepumpen nach Wärmequellsystemen

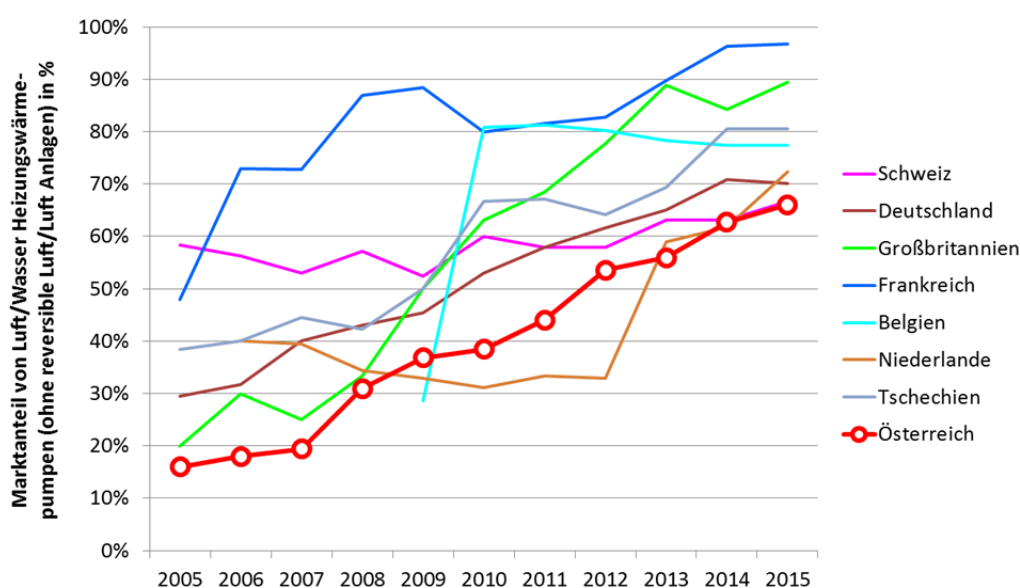
Die Zeitreihen für die Marktanteile der Wärmequellsysteme Luft/Luft, Luft/Wasser, Sole/Wasser, Wasser/Wasser und Direktverdampfer wurden bereits oben im Zuge der allgemeinen Übersicht über die historische Marktentwicklung dargestellt. Empirische Daten sind dabei beginnend vom Jahr 1990 bis 2015 für das Aggregat aller Heizungswärmepumpen und für die Wohnraumlüftungswärmepumpen verfügbar. Separate Statistiken für die Leistungsklassen

nach der aktuellen Definition sind jedoch erst ab dem Jahr 2012 verfügbar und in **Tabelle 22** dokumentiert. Die Zahlen zeigen in den Leistungsklassen bis 10 kW und größer 10 kW bis 20 kW einen deutlich zunehmenden Anteil der Luft/Wasser basierten Heizungswärmepumpen, wobei in der kleinsten Leistungsklasse aktuell bereits ca. 3 von 4 Wärmepumpen diesem Wärmequellensystem zuzurechnen sind. In der Leistungsklasse größer 20 kW bis 50 kW ist der Anteil der Luft/Wasser Wärmequellensysteme mit Werten um die 40 % noch immer sehr groß, ein steigender Trend ist in dieser Klasse jedoch nicht zu beobachten. In der größten Leistungsklasse größer 50 kW liegt der Anteil von Luft-Wasser Systemen im Beobachtungszeitraum zwischen 11 % und 18 %, ebenfalls ohne statistisch signifikantem Trend. In der größten Leistungsklasse dominieren Sole/Wasser Wärmequellensysteme, wobei im Vergleich zu den kleineren Leistungsklassen auffällt, dass die Anteile der Wärmequellensysteme über den Beobachtungszeitraum sehr stabil sind. Der übergeordnete Trend zu Luft/Wasser Systemen stammt also vorrangig aus den kleinen Leistungsbereichen, die aufgrund der hohen Stückzahlen auch das Gesamtergebnis stark beeinflussen.

**Tabelle 22:** Verteilung der Wärmequellensysteme auf die Leistungsklassen der Heizungswärmepumpen und Wohnraumlüftungswärmepumpen in den Jahren 2012 bis 2015. Quelle: Biermayr et al. (2016) und frühere Arbeiten

Leistungsklasse	Wärmequellensystem	Datenjahr			
		2012	2013	2014	2015
bis 10kW	Luft/Luft	2,2%	4,0%	0,9%	0,6%
	Luft/Wasser	54,2%	59,5%	68,0%	73,4%
	Wasser/Wasser	5,0%	4,4%	3,5%	3,0%
	Sole/Wasser	33,0%	27,3%	22,9%	18,7%
	Direktverdampfung	5,6%	4,7%	4,7%	4,3%
	Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
größer 10kW bis 20kW	Luft/Luft	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Luft/Wasser	54,6%	56,3%	62,6%	63,7%
	Wasser/Wasser	7,7%	6,4%	5,7%	5,7%
	Sole/Wasser	32,8%	31,2%	25,6%	23,9%
	Direktverdampfung	5,0%	6,1%	6,0%	6,7%
	Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
größer 20kW bis 50kW	Luft/Luft	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Luft/Wasser	40,9%	39,1%	40,3%	36,4%
	Wasser/Wasser	17,5%	14,8%	12,9%	12,3%
	Sole/Wasser	41,0%	38,4%	36,9%	36,9%
	Direktverdampfung	0,6%	7,7%	9,9%	14,4%
	Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
größer 50kW	Luft/Luft	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Luft/Wasser	16,0%	11,2%	0,0%	18,3%
	Wasser/Wasser	34,5%	40,8%	42,0%	22,2%
	Sole/Wasser	49,6%	48,0%	58,0%	48,3%
	Direktverdampfung	0,0%	0,0%	0,0%	11,1%
	Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
alle Heizungs- Wärmepumpen (inkl. Wohnraum- lüftung)	Luft/Luft	0,9%	1,7%	0,4%	0,3%
	Luft/Wasser	53,5%	55,9%	62,7%	66,0%
	Wasser/Wasser	7,3%	6,6%	5,7%	5,0%
	Sole/Wasser	33,4%	30,3%	25,6%	22,5%
	Direktverdampfung	5,0%	5,5%	5,6%	6,1%
	Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Bei einer Analyse weiterer zentraleuropäischer Wärmepumpenmärkte, welche ähnliche klimatische und strukturelle Rahmenbedingungen aufweisen wie der österreichische Markt zeigen sich ähnliche Verhältnisse. Der Trend zu Luft/Wasser Wärmepumpensystemen ist in diesen Märkten zumeist weiter fortgeschritten als in Österreich. **Abbildung 45** zeigt anhand von Daten der European Heat Pump Association (EHPA) die Entwicklung der Marktanteile von Luft/Wasser Systemen in einigen zentraleuropäischen Märkten im Zeitraum von 2005 bis 2015. In der dargestellten Auswertung wurden ausschließlich Wohnraumlüftungswärmepumpen, Luft/Wasser Systeme, Sole/Wasser Systeme, Wasser/Wasser Systeme und Direktverdampfersysteme berücksichtigt. Reversible Luft/Luft Wärmepumpen, wie sie in großer Zahl in südlichen Klimazonen hauptsächlich zur Kühlung eingesetzt werden, sind in der Auswertung nicht enthalten.



**Abbildung 45:** Entwicklung des Anteiles von Luft/Wasser Wärmepumpensystemen am gesamten Heizungs-wärmepumpenmarkt in einigen zentraleuropäischen Ländern. Reversible Luft/Luft Wärmepumpen wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Datenquelle: EHPA (2016)

Der größte Anteil von Luft/Wasser Wärmepumpen trat im Jahr 2015 mit 97 % in Frankreich auf, der geringste Anteil mit 66 % in Österreich. Die Anteile aller anderen Länder bewegten sich 2015 in dieser Schwankungsbandbreite. Die historische Entwicklung seit 2005 zeigt in den meisten Märkten eine sukzessive Steigerung des Anteils von Luft/Wasser Systemen. In Deutschland, Tschechien und Frankreich stagnierte der Anteil seit dem Jahr 2014, alleine in Belgien war seit 2010 ein leicht rückläufiger Trend zu beobachten. Der stückzahlgewichtete Mittelwert des Anteils von Luft/Wasser Systemen am gesamten Heizungs-wärmepumpenmarkt betrug für die dargestellten Märkte im Jahr 2015 82 %, Tendenz steigend.

Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die weitere Entwicklung der Anteile der unterschiedlichen Wärmequellsysteme sind ökonomischer und struktureller Natur. Wie sich auch anhand von Vollkostenrechnungen zeigen lässt, ist das Luft/Wasser System unter den aktuellen Rahmenbedingungen im kleinen Leistungsbereich in den meisten Fällen selbst im Neubau das attraktivste System. Im Bereich der Sanierung treten in vielen Fällen strukturelle Hemmnisse zur Errichtung von erdbasierten Wärmequellsystemen auf, welche in Zukunft mehr und mehr zum Tragen kommen werden. Zumindest das Mittel und das Hoch Szenario für die Heizungs-wärmepumpen implizieren daher einen weiteren Anstieg des Marktanteiles von

Luft/Wasser Systemen in Österreich bis 2030, was auch im nachfolgend dargestellten Trendszenario zum Ausdruck kommt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit scheint es an dieser Stelle wenig hilfreich, für je drei Diffusionsszenarien von vier Leistungsklassen jeweils drei Szenarien für die zukünftige Entwicklung der Wärmequellenanteile zu entwickeln (dies wären 36 Szenarien). Stattdessen erfolgt die Darstellung eines auf Leistungsklassenebene qualitativ kommentierten Trendszenarios für die Anteile aller Wärmequellensysteme von Heizungswärmepumpen inklusive Wohnraumlüftungswärmepumpen. Zur Entwicklung des Trendszenarios wurden folgende Annahmen getroffen:

*Wohnraumlüftungswärmepumpen* behalten im Trendszenario per Definition einen konstanten Marktanteil von 1,0 % des Marktes, obwohl die zentraleuropäischen Märkte in diesem Bereich, sofern diese überhaupt existieren oder Daten darüber verfügbar sind, in den letzten Jahren stark zurückgegangen sind und z.B. in Österreich, Tschechien, Polen und Dänemark 2015 laut EHPA (2016) jeweils maximal 100 Stück pro Jahr betragen. Höhere Anteile dieses Wärmepumpentyps sind ausschließlich in Skandinavien zu beobachten. Die getroffene Annahme bedeutet in einem Wachstumsmarkt, wie er durch die oben dargestellten Hoch, Mittel und Nieder Szenarien des kleinsten Leistungssegmentes dargestellt wird, in jedem Fall steigende Verkaufszahlen von Wohnraumlüftungswärmepumpen. Dadurch bleibt in diesem Szenario die Möglichkeit einer stärkeren Marktdiffusion des klassischen Passivhauses erhalten, mit dem dieser Wärmepumpentyp letztlich verknüpft ist, ohne die Trends der anderen Systeme markant zu beeinflussen.

*Direktverdampfersysteme* zeigen ab 2012 bei einer aggregierten Betrachtung aller Leistungsklassen wieder leicht, aber kontinuierlich steigende Marktanteile. Direktverdampfersysteme sind in allen Leistungsklassen vertreten und weisen in den größeren Leistungsklassen generell höhere Anteile auf, als in den kleinen Leistungsklassen. In der kleinsten Leistungsklasse bis 10 kW, welche zunehmend den Massenmarkt repräsentiert, ist jedoch ein leicht fallender Trend zu beobachten. In der Leistungsklasse größer 10 kW bis 20 kW ist ein leicht steigender Trend festzustellen, der die Verluste im kleinsten Leistungsbereich im Moment noch auszugleichen vermag. Das geringfügige Wachstum der aggregierten Zahlen stammt zu guter Letzt aus dem wachsenden Anteil der Direktverdampfersysteme in den großen Leistungssegmenten. Hier dürfte sich die höhere Investition durch die in der Regel höhere technische Effizienz von Direktverdampfersystemen zunehmend rechnen. Für das Trendszenario wird jedoch davon ausgegangen, dass das Wachstum des kleinsten Leistungssegmentes mittelfristig alle anderen Trends dominiert und es bis 2030 nach einer kurzen und schwach ausgeprägten Renaissance der Direktverdampfer zu einem neuerlichen Rückgang der Anteile kommt.

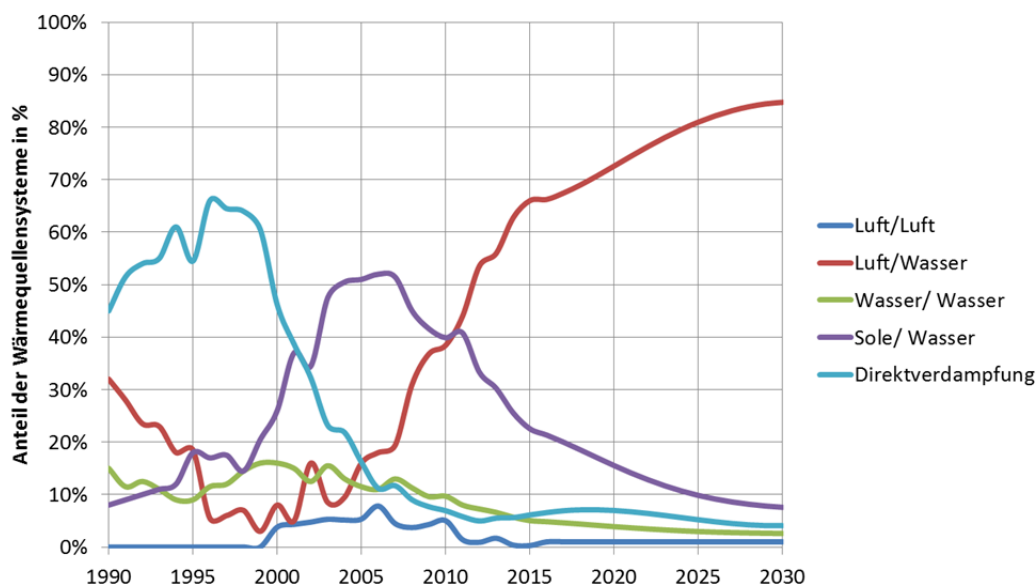
*Wasser/Wasser Systeme* weisen im kleinsten Leistungssegment einen deutlich fallenden Trend auf, der sich mit zunehmender Leistungsklasse abschwächt, jedoch stets fallend bleibt. Dem Wasser/Wasser System wird deshalb in einem zukünftigen Wachstumsmarkt ein immer kleinerer Marktanteil zukommen, was im jeweiligen Szenario trotzdem mit steigenden Verkaufszahlen verknüpft sein kann. Plausibel wird dies auch durch die Restriktionen, die durch die Grundwassernutzung in Hinblick auf einen Massenmarkt gegeben sind (technisches Potenzial bei hoher Nutzungsdichte bzw. behördliche Restriktionen).

*Sole/Wasser Systeme* weisen im kleinsten Leistungssegment bis 10 kW einen sehr stark fallenden Trend auf. Dieser Trend tritt in etwas abgeschwächter Form auch in der



Leistungsklasse größer 10 kW bis 20 kW auf und ist selbst noch in der Leistungsklasse größer 20 kW bis 50 kW zu beobachten. Nur im größten Leistungsbereich größer 50 kW kann diesbezüglich kein statistisch signifikanter Trend nachgewiesen werden. Es liegt vor allem bei den größeren Leistungsklassen die Vermutung nahe, dass erdwärmebasierte Wärmequellensysteme aus Gründen der höheren Energieeffizienz nach dem Motto „wennschon, dennschon“ zunehmend wieder als Direktverdampfersysteme ausgeführt werden.

*Luft/Wasser Systeme* weisen den bereits dargestellten Trend auf und ergeben sich im Trendszenario als Residuum aller Systeme. Das Ergebnis für das Trendszenario der Marktanteile der Wärmequellensysteme am gesamten Heizungswärmepumpenmarkt und Wohnraumlüftungswärmepumpenmarkt ist in **Abbildung 46** dargestellt, die entsprechenden Zahlenwerte sind in **Tabelle 23** dokumentiert.



**Abbildung 46:** Trendszenario für die Marktanteile der Wärmequellensysteme von Heizungswärmepumpen und Wohnraumlüftungswärmepumpen. Bis 2015: empirisch erhobene Marktentwicklung; ab 2016: Szenarienwerte. Quellen: bis 2006: Faninger (2007), von 2007 bis 2015: Biermayr et al. (2016)

**Tabelle 23:** Zahlenwerte des Trendszenarios für die Marktanteile der Wärmequellsysteme von Heizungswärmepumpen und Wohnraumlüftungswärmepumpen

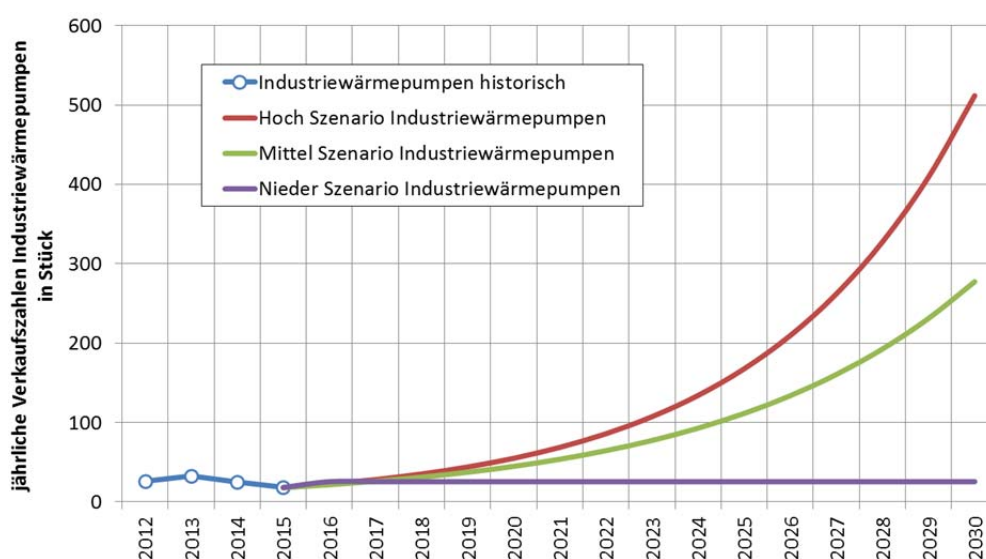
Jahr	Wärmequellsysteme				
	Luft/Luft	Luft/Wasser	Wasser/Wasser	Sole/ Wasser	Direktverdampfung
2015	0,3%	66,0%	5,0%	22,5%	6,1%
2016	1,0%	66,2%	4,8%	21,3%	6,6%
2017	1,0%	67,5%	4,6%	20,0%	6,9%
2018	1,0%	69,0%	4,4%	18,5%	7,1%
2019	1,0%	70,8%	4,1%	17,0%	7,1%
2020	1,0%	72,6%	3,9%	15,5%	7,0%
2021	1,0%	74,5%	3,7%	14,1%	6,7%
2022	1,0%	76,3%	3,5%	12,8%	6,4%
2023	1,0%	78,0%	3,3%	11,7%	6,0%
2024	1,0%	79,6%	3,1%	10,7%	5,6%
2025	1,0%	81,0%	3,0%	9,8%	5,2%
2026	1,0%	82,2%	2,9%	9,1%	4,8%
2027	1,0%	83,2%	2,8%	8,6%	4,5%
2028	1,0%	83,9%	2,7%	8,2%	4,2%
2029	1,0%	84,5%	2,6%	7,8%	4,1%
2030	1,0%	84,8%	2,6%	7,6%	4,1%

Das dargestellte Szenario für die zukünftigen Anteile der Wärmequellsysteme korrespondiert mit dem Entwicklungsraum, der durch das Mittel und das Hoch Szenario für die Marktentwicklung der Heizungswärmepumpen bis 2030 aufgespannt wird. Hierbei wird im Hoch Szenario der Anteil an Luft/Wasser Systemen tendenziell höher und im Mittel Szenario tendenziell geringer sein. Der Anteil der Luft/Wasser Systeme wird dabei in der kleinsten Leistungsklasse bis 10 kW am stärksten wachsen, in den größten Leistungsklassen (größer 20 kW bis 50 kW und größer 50 kW) möglicher Weise sogar leicht rückläufig sein. Die insgesamt geringeren Verkaufszahlen im Nieder Szenario gehen fast gänzlich zu Lasten der Verkaufszahlen von Luft/Wasser Systemen, z.B. ausgelöst durch starke Diffusionshemmnisse aus dem Themenbereich der Schallemissionen. Die entsprechenden Marktrückgänge im Nieder Szenario würden dabei jedoch den Marktaustritt der Luft/Wasser Systeme bis 2030 voraussetzen, was auch in Hinblick auf die internationale Entwicklung sehr unwahrscheinlich ist.

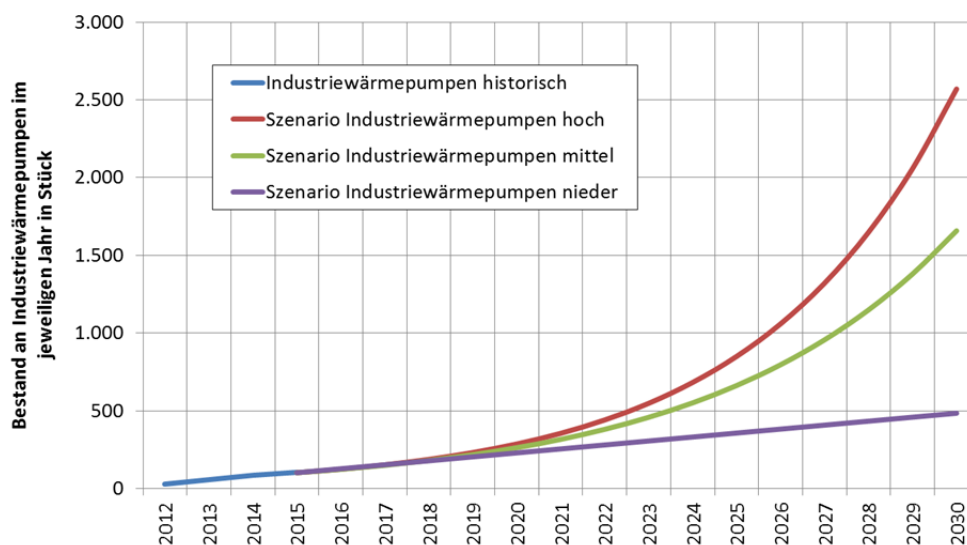
#### Industriewärmepumpen:

Für den Sektor Industriewärmepumpen liegen seit dem Datenjahr 2012 Marktzahlen vor. Da diese Marktzahlen jedoch keinerlei statistisch signifikanten Trend ergeben und die erfassten jährlichen Verkaufszahlen (minimal 18 Stück im Jahr 2015 und maximal 33 Stück im Jahr 2013) gering sind, können kaum statistische Aussagen gemacht werden, welche die Darstellung von plausiblen Szenarien ermöglicht. Der Mittelwert der pro Jahr verkauften Industriewärmepumpen betrug im Zeitraum 2012 bis 2015 26 Stück. Ein Basisszenario oder Nieder-Szenario kann also mit einer Fortschreibung dieser Verkaufszahlen definiert werden. Da das technische Potenzial von Wärmepumpenanwendungen in der Industrie als sehr groß eingeschätzt wird, hängt der weitere Verlauf einer möglichen Marktdiffusion im Wesentlichen vom Engagement der österreichischen Wärmepumpenindustrie in diesem Marktsegment ab, siehe hierzu auch die entsprechenden Abschnitte in der Forschungsagenda der vorliegenden Roadmap.

Die Szenarien für die Marktentwicklung der Industriewärmepumpen in Österreich werden aus den oben genannten Gründen pragmatisch definiert. Das Nieder Szenario stellt die Fortschreibung des Status Quo dar (das Engagement der österreichischen Wärmepumpenindustrie und die weiteren bestehenden Rahmenbedingungen bleiben unverändert. Das Mittel Szenario geht von einem erhöhten Engagement der Industrie bei der Entwicklung des Marktes sowie ambitionierter Forschung und Entwicklungsarbeit in diesem Bereich aus. Das mittlere Marktwachstum beträgt dabei 20 % pro Jahr. Das Hoch Szenario setzt weiter verstärktes Engagement bei der Entwicklung eines nationalen Marktes, Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sowie weitere fördernde Rahmenbedingungen wie ein Ansteigen der Öl- und Gaspreise voraus. Das mittlere Marktwachstum im Hoch Szenario beträgt dabei 25 % pro Jahr. Der historische Verlauf der jährlich verkauften Stückzahlen und die Anzahl der in Betrieb befindlichen Anlagen sind in den **Abbildung 47 und Abbildung 48** dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in **Tabelle 24** dokumentiert.



**Abbildung 47:** *Jährliche Verkaufszahlen von Industriewärmepumpen im österreichischen Inlandsmarkt – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030*



**Abbildung 48:** *In Betrieb befindlicher Bestand an Industriewärmepumpen in Österreich – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030*

Das mittlere jährliche Wachstum der Verkaufszahlen in den drei Szenarien beträgt, jeweils bezogen auf den gemessenen Wert aus dem Jahr 2015:

- Hoch-Szenario: +25 %
- Mittel-Szenario: +20 %
- Nieder-Szenario: konstante Fortschreibung des Mittelwertes 2012 bis 2015

**Table 24:** Szenarienergebnisse: jährliche Verkaufszahlen und jeweils in Betrieb befindlicher Bestand an Industrierärmepumpen in Österreich

Jahr	Szenarien Industrierärmepumpen					
	jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	18	18	18	102	102	102
2016	23	22	26	125	124	128
2017	28	26	26	153	150	153
2018	35	31	26	188	181	179
2019	44	37	26	232	218	204
2020	55	45	26	287	263	230
2021	69	54	26	355	316	255
2022	86	64	26	441	381	281
2023	107	77	26	548	458	306
2024	134	93	26	683	551	332
2025	168	111	26	850	663	357
2026	210	134	26	1.060	796	383
2027	262	160	26	1.322	957	408
2028	327	193	26	1.649	1.150	434
2029	409	231	26	2.058	1.381	459
2030	512	277	26	2.570	1.658	485

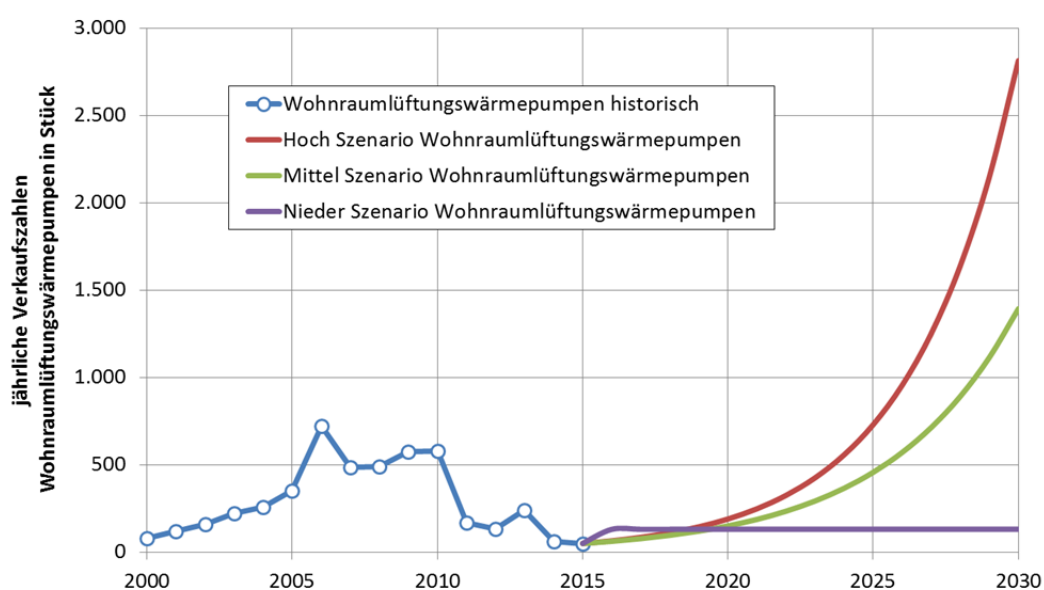
Alle drei Szenarien bauen auf sehr geringen Startwerten auf. Der Diffusionsprozess von Industrierärmepumpen befindet sich in Österreich, abgesehen vom Einsatz reiner Kompressionskältemaschinen, die hier nicht betrachtet werden, im Stadium der Innovatoren. Sollte der Übergang zur Gruppe der frühen Anwender bis 2020 zustande kommen, so sind in dieser Phase des Diffusionsprozesses exponentielle Verläufe zu erwarten. Die konkreten jährlichen Steigerungsraten hängen dabei nicht nur vom Umfang des Engagements der Wärmepumpenindustrie und allfälligen exogenen Faktoren ab. Ein entscheidender Schritt wird auch die Aufbereitung des Marktes in Richtung von standardisierten Wärmepumpenlösungen für industrielle Prozesse sein.

#### Wohnraumlüftungswärmepumpen:

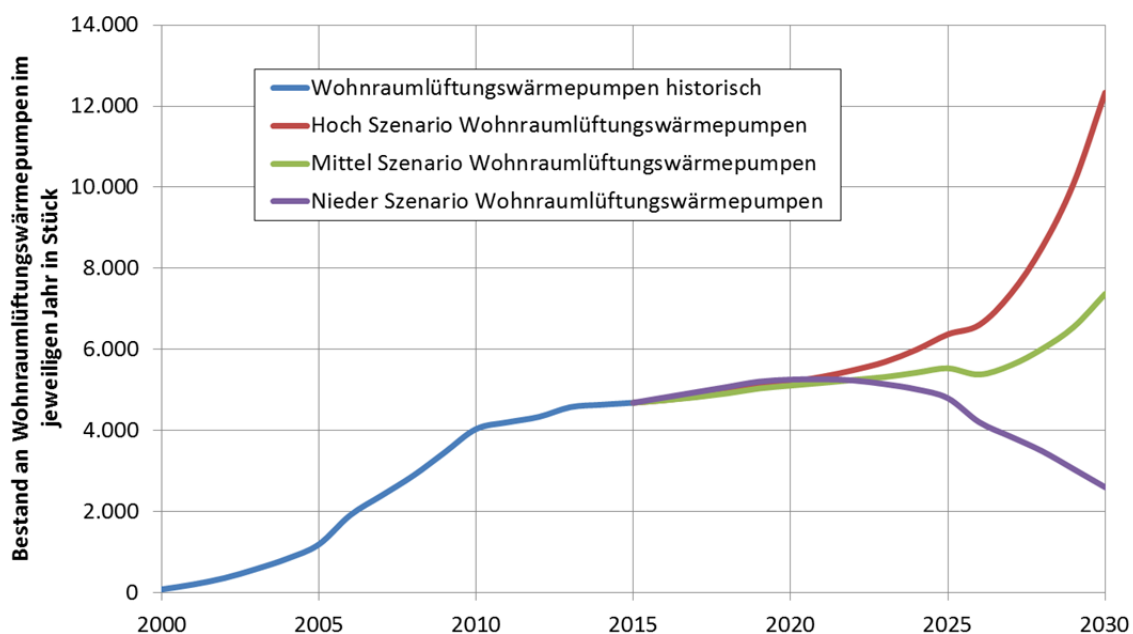
Die historische Marktdiffusion der Wohnraumlüftungswärmepumpen wurde bereits oben diskutiert. Empirische Daten zur Marktdiffusion stehen beginnend vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2015 zur Verfügung. Der sich vom Jahr 2000 bis 2006 typisch exponentiell entwickelnde Markt brach schon im Jahr 2007 – also deutlich vor der Finanz- und Wirtschaftskrise – ein, stagnierte dann bis zum Jahr 2010, um anschließend bis 2015 fast gänzlich zu verschwinden. Die exakten Hintergründe dieses Verlaufes konnten auch in ExpertInnengesprächen im Rahmen des Workshopzyklus nicht gänzlich geklärt werden. Wichtige Faktoren dürften jedenfalls im Bereich

der Marktdiffusion der Passivhäuser sowie im ökonomischen Bereich liegen. Methodische Ursachen im Bereich der Erhebung (z.B. die fehlende Erfassung von Direktimporten) konnten jedoch auch nicht ausgeschlossen werden.

Die Definition der Szenarien erfolgt aufgrund der dokumentierten Marktentwicklung seit dem Jahr 2000 pragmatisch. Im Hoch Szenario wird das mittlere Marktwachstum in den Jahren vor der Finanz- und Wirtschaftskrise, also in der Zeitspanne von 2000 bis 2008 von der Verkaufszahl für das Jahr 2015 fortgeschrieben. Das Mittel Szenario wird mit einer geringeren Wachstumsrate von 25 % pro Jahr festgelegt und das Nieder Szenario schreibt den Mittelwert der Verkaufszahlen der letzten 5 Jahre 2011 bis 2015 konstant bis 2030 fort. Der historische Verlauf der jährlich verkauften Stückzahlen und die Anzahl der in Betrieb befindlichen Anlagen sind in den **Abbildung 49 und Abbildung 50** dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in **Tabelle 25** dokumentiert.



**Abbildung 49:** Jährliche Verkaufszahlen von Wohnraumlüftungswärmepumpen im österreichischen Inlandsmarkt – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030



**Abbildung 50:** In Betrieb befindlicher Bestand an Wohnraumlüftungswärmepumpen in Österreich – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030

**Tabelle 25:** Szenarienergebnisse: jährliche Verkaufszahlen und jeweils in Betrieb befindlicher Bestand an Wohnraumlüftungswärmepumpen in Österreich

Jahr	Szenarien Wohnraumlüftungswärmepumpen					
	jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	49	49	49	4.685	4.685	4.685
2016	64	61	130	4.749	4.746	4.815
2017	84	77	130	4.833	4.823	4.945
2018	110	96	130	4.943	4.919	5.075
2019	144	120	130	5.088	5.038	5.205
2020	189	150	130	5.197	5.108	5.255
2021	248	187	130	5.324	5.175	5.265
2022	324	234	130	5.489	5.248	5.235
2023	425	292	130	5.693	5.319	5.144
2024	557	365	130	5.992	5.426	5.016
2025	729	456	130	6.372	5.534	4.797
2026	955	570	130	6.604	5.381	4.204
2027	1.252	713	130	7.370	5.608	3.848
2028	1.640	891	130	8.521	6.012	3.490
2029	2.148	1.114	130	10.096	6.553	3.047
2030	2.814	1.393	130	12.333	7.368	2.600

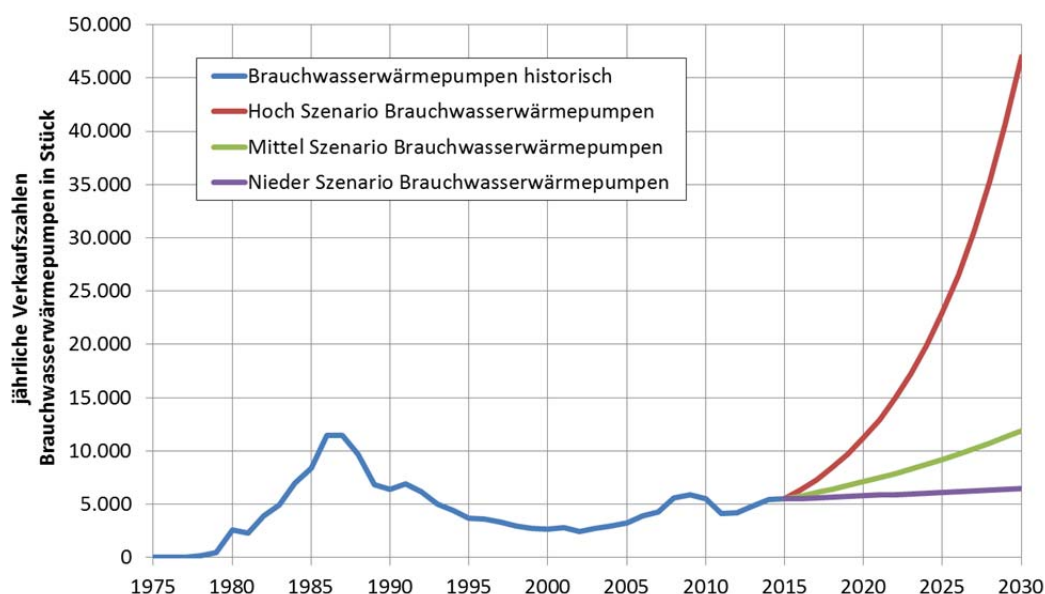
Das mittlere jährliche Wachstum der Verkaufszahlen in den drei Szenarien beträgt, jeweils bezogen auf den gemessenen Wert aus dem Jahr 2015:

- Hoch Szenario: +31 %
- Mittel Szenario: +25 %
- Nieder Szenario: konstante Fortschreibung des Mittelwertes 2012 bis 2015

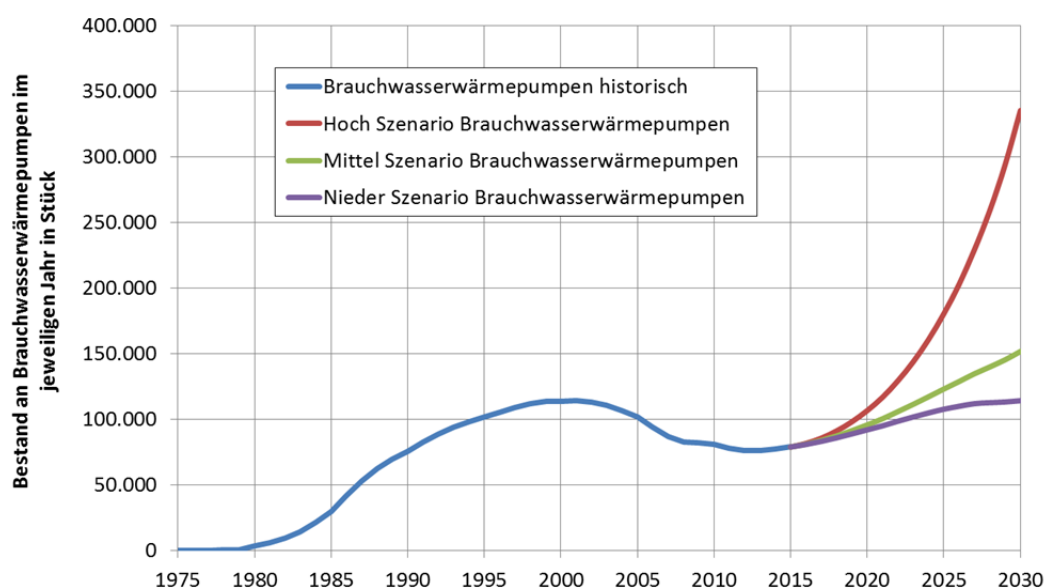
Brauchwasserwärmepumpen:

Zur historischen Marktentwicklung der Brauchwasserwärmepumpen stehen Daten von 1975 bis 2015 zur Verfügung. Dieser Umstand ermöglicht bei der Szenariendefinition einen empirischen Zugang, bei dem unterschiedliche Abschnitte der Marktdiffusion als Grundlage für die Definition der Wachstumsraten in den drei Szenarien dienen. Die jährliche Änderung der Verkaufszahlen wurde bereits oben im Zuge der allgemeinen Analyse der Marktentwicklung für den Zeitabschnitt von 2000 bis 2015 dargestellt. Im Niedrig Szenario wird der aktuellste 5-Jahres Schnitt (2011 bis 2015) mit einer Wachstumsrate von 1,1 % pro Jahr verwendet, im Mittel Szenario wird der Mittelwert der jährlichen Wachstumsraten der gesamten "modernen" Diffusionsperiode (2000 bis 2015) mit einer Wachstumsrate von 5,3 % herangezogen und für das Hoch Szenario wurde die maximale Diffusionsrate in diesem Zeitraum während einer geschlossenen 5-Jahres Periode (2004 bis 2008) verwendet. Jedes der drei Szenarien lässt sich daher mit der entsprechenden empirischen Evidenz argumentieren und ist in dieser Weise unter den entsprechenden Rahmenbedingungen realistisch. Die Fortschreibung der 3 Szenarien bis 2030 erbringt ebenfalls keine unrealistischen Ergebnisse. Die Resultate werden in diesem Zeitraum weder im Bereich der jährlichen Verkaufszahlen noch im Bereich der daraus resultierenden Bestandszahlen durch die Grenzen eines Potenzials limitiert.

Der historische Verlauf der jährlich verkauften Stückzahlen und die Anzahl der in Betrieb befindlichen Anlagen sind in den **Abbildung 51 und Abbildung 52** dargestellt, die zugehörigen Zahlenwerte sind in **Tabelle 26** dokumentiert.



**Abbildung 51:** Jährliche Verkaufszahlen von Brauchwasserwärmepumpen im österreichischen Inlandsmarkt – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030



**Abbildung 52:** In Betrieb befindlicher Bestand an Brauchwasserwärmepumpen in Österreich – historischer Verlauf bis 2015 und Szenarien bis 2030

Das mittlere jährliche Wachstum der Verkaufszahlen in den drei Szenarien beträgt, jeweils bezogen auf den gemessenen Wert aus dem Jahr 2015:

- Hoch Szenario: +15,4 %
- Mittel Szenario: +5,3 %
- Nieder Szenario: +1,1 %

**Tabelle 26:** Szenarienergebnisse: Jährliche Verkaufszahlen und jeweils in Betrieb befindlicher Bestand an Brauchwasserwärmepumpen in Österreich

Jahr	Szenarien Brauchwasserwärmepumpen					
	jährliche Verkaufszahlen (in Stück)			jeweils in Betrieb befindlicher Bestand (in Stück)		
	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario	Hoch Szenario	Mittel Szenario	Nieder Szenario
2015	5.482	5.482	5.482	78.700	78.700	78.700
2016	6.326	5.773	5.542	81.426	80.873	80.642
2017	7.300	6.078	5.603	85.427	83.651	82.946
2018	8.425	6.401	5.665	90.911	87.112	85.670
2019	9.722	6.740	5.727	97.926	91.144	88.690
2020	11.219	7.097	5.790	106.455	95.551	91.790
2021	12.947	7.473	5.854	116.592	100.214	94.834
2022	14.941	7.869	5.918	129.113	105.663	98.332
2023	17.242	8.286	5.983	143.594	111.189	101.555
2024	19.897	8.726	6.049	160.529	116.952	104.642
2025	22.961	9.188	6.116	180.238	122.887	107.505
2026	26.497	9.675	6.183	202.793	128.620	109.746
2027	30.578	10.188	6.251	229.107	134.544	111.733
2028	35.287	10.728	6.320	258.822	139.700	112.480
2029	40.721	11.296	6.389	293.691	145.144	113.018
2030	46.992	11.895	6.460	335.193	151.549	113.987



### 4.3.5 Einsparung von Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Wärmepumpen

Eine seriöse Abschätzung des jährlichen Ertrages an Umgebungswärme und der CO<sub>2</sub><sub>äqu</sub>-Einsparungen, die durch den Einsatz von Wärmepumpen erzielt werden, ist nicht trivial. Der in Österreich im Jahr 2030 in Betrieb befindliche Bestand an Wärmepumpenanlagen wurde in den vorangegangenen Abschnitten für unterschiedliche Szenarien dargestellt. Diese Daten und eine Reihe von Annahmen für den Wärmebedarf der mit Wärmepumpen ausgestatteten Gebäude, den Wärmeumsatz von Industrierärmepumpen, den Wärmebedarf aus Brauchwasserwärmepumpen sowie der in diesen Systemkonstellationen erzielbaren Jahresarbeitszahlen und der substituierten Energiesysteme bilden die Ausgangsbasis der folgenden Berechnungen.

Die oben dargestellten Zeitreihen wurden in der Folge in ein Bestandsmodell integriert, welches jedem Jahr der Betrachtungsperiode von 2011 bis 2030 die typischen Betriebsbedingungen zuordnet. Dies entspricht in der Folge bei einer kumulierten Betrachtung der Menge der im Jahr 2030 in Betrieb befindlichen Anlagen, wenn diese eine technische Lebensdauer von 20 Jahren aufweisen. Hierbei werden jedem Jahr auch typische Gebäudeeigenschaften zugewiesen, welche in der Folge einen großen Einfluss auf die genutzte Umweltwärme und die CO<sub>2</sub>-Relevanz haben, da der spezifische und der absolute Wärmebedarf der Gebäude im betrachteten Zeitfenster einen großen Wertebereich abdeckt. Das Modell berücksichtigt hierbei eine dynamische Entwicklung des Wärmepumpenbestandes im Zeitraum von 1975 (=Beginn der spezifischen Technologiediffusion) bis 2030, wobei nur jene Anlagen in die Berechnung eingehen, die sich innerhalb der technischen Lebensdauer befinden. Sämtliche Parameter wurden in dem vorliegenden Modell als lineare Funktionen abgebildet, was z.B. bedeutet, dass sich die mittlere Heizungsvorlauftemperatur in den Gebäuden von 1975 bis 2030 linear von einem Wert für 1975 auf einen Wert für 2030 reduziert. Das verwendete Modell ist methodisch kompatibel zu dem Modell von Biermayr et al. (2016) wodurch auch ein Vergleich der Ergebnisse für die Szenarien mit den aktuellen Ergebnissen möglich ist.

Annahmen für die Berechnung:

1. Substitution: da im Rahmen der vorliegenden Arbeit kein Szenario für den Emissionskoeffizienten der österreichischen Wärmegestehung im Jahr 2030 erstellt werden konnte, wird der entsprechende Emissionskoeffizient mit dem Wert für das Jahr 2015 mit 197,7 gCO<sub>2</sub><sub>äqu</sub>/kWh auf Endenergiebasis definiert. Der Jahresnutzungsgrad der mittleren Wärmegestehung wird dabei mit 0,80 angenommen. Die Substitution des mittleren Wärmemix berücksichtigt dabei auch, dass neue Heizsysteme auf Basis Erneuerbarer zum Teil auch alte Heizsysteme auf Basis Erneuerbarer ersetzen.

Zur Berechnung der Netto-CO<sub>2</sub><sub>äqu</sub> Einspareffekte wird der Stromverbrauch für den Betrieb der Wärmepumpen in der Bilanz gegengerechnet. Dabei wird der Anteil des Stromes für die Brauchwassererwärmung als gleichverteilt über den Jahresverlauf angenommen und mit dem CO<sub>2</sub><sub>äqu</sub> Emissionskoeffizienten des mittleren österreichischen Strommix im Jahr 2015 von 274,1 gCO<sub>2</sub><sub>äqu</sub>/kWh bewertet. Der Anteil des Stromes für die Raumwärmebereitstellung wird als HGT<sub>12/20</sub> korrelierte Last definiert, und wird mit dem auf Monatsbasis heizgradsummen-gewichteten Emissionskoeffizienten des österreichischen Strommix von 305,2 gCO<sub>2</sub><sub>äqu</sub>/kWh bewertet. Der Antriebsstrom für die Industrierärmepumpen wird wie beim Brauchwasser als Bandlast gerechnet.

2. Modellparameter: in **Tabelle 27** sind die Annahmen für die wesentlichen Modellparameter dokumentiert. Die Werte wurden unter anderem aufgrund der Erkenntnisse aus Müller et al. (2010) definiert. Die getroffenen Annahmen betreffen im Wesentlichen die Zeitreihen für die bereitgestellten Wärmemengen und für die Jahresarbeitszahlen (JAZ) der unterschiedlichen Systeme.

**Tabelle 27:** Auszug aus den Modellparametern zur Kalkulation der Treibhausgasemissionseinsparungen.

Parameter	Wert 2015	Wert 2030
Anteil der Kombianlagen im Bereich der HZ-WP	54 %	70 %
thermische Jahresarbeit pro WP für die BW-Bereitung	4.182 kWh/a	5.000 kWh/a
JAZ für reine Brauchwasserwärmepumpen	2,4	2,5
JAZ für Brauchwasserbereitung in Kombianlagen	3,1	3,5
JAZ für Lüftungswärmepumpen	3,2	3,3
Thermische Jahresarbeit pro Lüftungswärmepumpe	4.000 kWh/a	4.000 kWh/a
mittlere Heizungsvorlauftemperaturen	41,8 °C	35,0 °C
therm. Jahresarbeit für Heizung bei kleinen Anlagen pro WP	10,7 MWh/a	6,0 MWh/a
therm. Jahresarbeit für Heizung bei großen Anlagen pro WP	99,5 MWh/a	90 MWh/a
Industriewärmepumpen, mittlere Leistung	500 kW	500 kW
Industriewärmepumpen, Volllaststunden	4.500 h/a	4.500 h/a
Industriewärmepumpen, mittlere JAZ	5	5
JAZ Luft/Wasser nur HZ kleine Anlagen	3,4	3,9
JAZ Wasser/ Wasser nur HZ kleine Anlagen	4,9	5,6
JAZ Sole/ Wasser nur HZ kleine Anlagen	4,8	5,6
JAZ Direktverdampfung nur HZ kleine Anlagen	5,2	6,0
JAZ Luft/Wasser nur HZ große Anlagen	3,4	3,9
JAZ Wasser/ Wasser nur HZ große Anlagen	4,7	5,4
JAZ Sole/ Wasser nur HZ große Anlagen	4,5	5,3
JAZ Direktverdampfung nur HZ große Anlagen	5,2	5,9

Die Ergebnisse der Modellrechnung sind in **Tabelle 28** für die Bereiche Heizungswärmepumpen, Brauchwasserwärmepumpen, Wohnraumlüftungswärmepumpen und Industriewärmepumpen, jeweils für die zugehörigen Hoch Szenarien und für die zugehörigen Nieder Szenarien dokumentiert. In dem Wertebereich zwischen den dargestellten Zahlen sind alle möglichen Kombinationen der Hoch, Mittel und Nieder Szenarien der verschiedenen Wärmepumpentypen angesiedelt.

Biermayr et al. (2016) weisen für das Jahr 2015 folgende Zahlen für die mittels Wärmepumpen bereitgestellte Energie und eingesparten Treibhausgasemissionen aus: Im Jahr 2015 wurden durch alle in Österreich in Betrieb befindlichen Wärmepumpen 3.015 GWh thermische Energie bereitgestellt, wobei hiervon 785 GWh durch die Antriebsenergie und 2.230 GWh durch die nutzbar gemachte Umweltwärme aufgebracht wurden. Die CO<sub>2äqu</sub> Bruttoeinsparungen aus dem Einsatz von Wärmepumpen beliefen sich im Jahr 2015 auf 794.824 t CO<sub>2äqu</sub>. Durch den Einsatz elektrischen Stroms für den Antrieb der Wärmepumpen wurden gleichzeitig 233.844 t CO<sub>2äqu</sub> emittiert. Damit verbleiben für die Nettoeinsparungen der CO<sub>2äqu</sub> Emissionen 560.980 t CO<sub>2äqu</sub>.

Die Werte aus **Tabelle 28** können vor diesem Hintergrund interpretiert werden. Interessant ist hierbei die Feststellung, dass die Nettoeinsparung von Treibhausgasemissionen durch Wärmepumpen bis 2030 sogar dann um einen Faktor 2 steigt, wenn in allen Bereichen die beschriebenen Nieder Szenarien beschränkt werden. Wenn in allen Bereichen die Hoch Szenarien eintreten, erhöht sich die Nettoeinsparung von Treibhausgasemissionen von 2015 bis 2030 um den Faktor 5,4 und erreicht 3.025.992 Tonnen CO<sub>2äqu</sub>. Deutlich wird dabei auch der

Stellenwert der Industriewärmepumpen, die trotz vergleichsweise geringer Stückzahlen einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtbilanz erbringen.

**Tabelle 28:** Ergebnisse für die mittels Wärmepumpen bereitgestellte Energie und Einsparung von Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 für unterschiedliche Wärmepumpenkategorien für die Hoch und für die Nieder Szenarien

	Hoch Szenarien		Nieder Szenarien	
	Arbeit [GWh]	THG Einsparung [tCO <sub>2äqu</sub> ]	Arbeit [GWh]	THG Einsparung [tCO <sub>2äqu</sub> ]
Heizungswärmepumpen brutto	9.016	2.228.036	4.047	1.066.757
Heizungswärmepumpen Antrieb	2.240	-683.616	1.016	-310.157
Heizungswärmepumpen netto	6.776	1.544.420	3.031	756.599
Brauchwasserwärmepumpen brutto	3.434	848.748	1.221	321.758
Brauchwasserwärmepumpen Antrieb	1.197	-327.982	428	-117.358
Brauchwasserwärmepumpen netto	2.238	520.766	792	204.400
Lüftungswärmepumpen brutto	49	12.191	10	2.741
Lüftungswärmepumpen Antrieb	15	-4.610	3	-988
Lüftungswärmepumpen netto	34	7.581	7	1.753
Industriewärmepumpen brutto	5.783	1.270.223	1.091	239.711
Industriewärmepumpen Antrieb	1.157	-316.997	218	-59.822
Industriewärmepumpen netto	4.626	953.226	873	179.889
alle Wärmepumpen brutto	18.282	4.359.197	6.369	1.630.968
alle Wärmepumpen Antrieb	4.608	-1.333.205	1.666	-488.326
alle Wärmepumpen netto	13.674	3.025.992	4.703	1.142.642

#### 4.3.6 Umsatz, Wertschöpfung und Arbeitsplätze

Für eine Abschätzung des Umsatzes der österreichischen Wärmepumpenbranche im Jahr 2030 wurden die beiden extremen Situationen aller Hoch Szenarien und aller Nieder Szenarien herangezogen. Die Ergebnisse für alle möglichen Kombinationen von Hoch, Mittel und Nieder Szenarien liegen jeweils zwischen diesen beiden Extremfällen. Da für den Umsatz, die Wertschöpfung und die Arbeitsplätze nicht nur der bisher behandelte Inlandsmarkt, sondern auch der Exportmarkt relevant ist, wurde für den Exportmarkt jeweils die gleiche prozentuelle Entwicklung von 2015 auf das Jahr 2030 angenommen, wie dies im Inlandsmarkt in den jeweiligen Szenarien der Fall ist. Diese Annahme ist zumindest in Hinblick auf die historische Entwicklung bis 2015 gerechtfertigt, da bisher ziemlich konstante Exportquoten zu beobachten waren. Der Exportanteil des Gesamtumsatzes ist dabei deutlich geringer als die Exportquoten, da im Inlandsmarkt nicht nur die Wärmepumpenaggregate selbst, sondern auch die Wärmequellsysteme, der Inlandshandel und die Installation der Anlagen zu Buche schlägt. Nicht kalkuliert wurden die Umsätze aus der Instandhaltung des Wärmepumpenbestandes. Die Angaben zu den Positionen aus der Produktion, dem Handel und der Installation beziehen sich somit stets auf die Verkaufszahlen des jeweils betrachteten Jahres.

Der Wert der mit Wärmepumpen nutzbar gemachten Umweltwärme wurde für die Kalkulation mit 0,1 €/kWh<sub>th</sub> bewertet und in der Summe der Umsätze mit bilanziert. Dies scheint gerechtfertigt, da die Ersparnis aus der genutzten Umweltwärme aus volkswirtschaftlicher Sicht

z.B. den Wärmepumpenhaushalten als freies Budget zur Verfügung steht und selbiges in der Regel wieder im Bereich des Privatkonsums umgesetzt wird.

Die Ergebnisse werden in **Tabelle 29** zusammengefasst dargestellt. Bei allen dokumentierten Zahlen handelt es sich stets um primäre Effekte. Das heißt, sekundäre Effekte durch gestiegene Einkommen oder Gewinn der Unternehmen werden – mit Ausnahme der monetär bewerteten Umweltwärme – nicht dargestellt. Weiters handelt es sich bei den Zahlen stets um Bruttoeffekte. Dies bedeutet, dass keine Effekte des Wärmepumpenverkaufs in anderen Wirtschaftsbereichen untersucht wurden (z.B. können höhere Wärmepumpen-Verkaufszahlen auch zu geringeren Verkaufszahlen von Gasthermen führen etc.).

**Tabelle 29:** Umsätze und Beschäftigungseffekte aus dem Verkauf von Wärmepumpen im Jahr 2030 für das Aggregat aller Hoch Szenarien und für das Aggregat aller Nieder Szenarien

Sektor	Status quo 2015		Hoch Szenarien 2030		Nieder Szenarien 2030	
	Umsätze [Mio. Euro]	Arbeits- plätze [VZÄ]	Umsätze [Mio. Euro]	Arbeits- plätze [VZÄ]	Umsätze [Mio. Euro]	Arbeits- plätze [VZÄ]
Produktion WP	90	637	402	2.839	58	413
Produktion WQS	22	154	74	520	14	97
Handel WP	75	223	306	914	45	134
Handel WQS	26	78	78	234	16	46
Installation	80	382	323	1.547	53	253
Zwischensumme	292	1.474	1.182	6.054	185	943
inländ. Wertsch.	193	-	780	-	122	-
Umweltwärme	223	-	1.828	-	470	-
Gesamt	515	1.474	3.010	6.054	656	943

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen für die Umsätze und die Arbeitsplätze in den Hoch und Nieder Szenarien sind deutlich ausgeprägt, da die Zahlen im Wesentlichen aus den stark divergierenden Verkaufszahlen im Jahr 2030 resultieren.

In Bezug auf das Jahr 2015 steigert sich der Umsatz im Aggregat der Hoch Szenarien um einen Faktor von 5,8, während sich der Umsatz im Aggregat der Nieder Szenarien bloß um einen Faktor 1,3 und alleine wegen der gesteigerten monetarisierten Umweltwärme erhöht. Die inländische Wertschöpfung aus Produktion, Handel und Installation ist in diesem Zusammenhang als grobe Schätzung zu verstehen, da keine eigene Wertschöpfungsanalyse für die entsprechende Wertschöpfungskette zur Verfügung steht.

Die stark unterschiedlichen Ergebnisse für die dargestellten Szenariengruppen führen vor Augen, welche wirtschaftliche Bedeutung die Bewältigung der zentralen Herausforderungen der zukünftigen Marktentwicklung hat. Die wesentlichsten Elemente bis 2030 sind dabei einerseits die Entwicklung des Heizungswärmepumpen-Massenmarktes und andererseits die Entwicklung eines Wachstumsmarktes im Bereich der Industriewärmepumpen.

### 4.4 Forschungs- und Innovationsbedarf bis 2030

Der Forschungs- und Innovationsbedarf für die Wärmepumpentechnologie in Österreich ist in den vier Hauptanwendungs- und Innovationsfeldern

- Wärmepumpen für Wohn- und Nichtwohngebäude,
- Smart Electric Grids und Wärmepumpen,
- Wärmepumpen in thermischen Netzen und
- Wärmepumpen für Industrieprozesse,

unterschiedlich ausgeprägt.

Während sich die Wärmepumpe im Bereich der Wohn- und Nichtwohngebäude im Neubau insbesondere als Heizungstechnologie über viele Jahre etabliert und bewährt hat, gilt die Gebäudesanierung als Zukunftsmarkt mit viel Potential. Hier müssen insbesondere im Bereich kombinierter Systeme noch Forschungsfragestellungen im Bereich der Systemintegration und Systemregelung bearbeitet werden. Für Anwendungen mit Nutzungstemperaturen über 100 °C besteht zusätzlich Forschungsbedarf im Bereich der technologischen Entwicklung von Wärmepumpenaggregaten.

Aus den Ergebnissen der beiden Workshops, Bedarfsermittlung und Roadmapping, aus der Umfrage unter österreichischen Wärmepumpenherstellern, sowie aus ExpertInnengesprächen wurden die in den Abschnitten 4.4.1 bis 4.4.4 dargestellten Forschungs- und Entwicklungsthemen identifiziert und mit konkreten Kennzahlen für die zu erreichenden Ziele hinterlegt. Im ersten Workshop zur Bedarfsermittlung wurden insgesamt 44 Themen und Stichworte erarbeitet und identifiziert, welche durch Punktevergabe bewertet wurden. Die vergebenen Punkte teilen sich wie folgt auf die Hauptanwendungs- und Innovationsfelder auf:

- 34 % für Wohn- und nicht Wohngebäude, mit der höchsten Bewertung für das Thema Sanierung
- 29 % für Industrieprozesse, mit der höchsten Bewertung für das Thema Hochtemperaturwärmepumpe bis 160 °C
- 27 % für thermische Netze, mit der höchsten Bewertung für das Thema Anergie- und Niedertemperaturnetze
- 10 % für Smart Electric Grids, mit der höchsten Bewertung für die Themen Schnittstelle und Geschäftsmodelle

Die identifizierten Themen sind in den nachfolgenden Abschnitten zusammengefasst. Dabei sind Unterthemen, die gleichen übergeordneten Themen zuzuordnen sind, in eigenen Boxen dargestellt. Diese Form der Darstellung führt zwar teilweise zu Textwiederholungen (z.B. bei der Beschreibung des Standes der Technik), hat aber den Vorteil, dass individuelle Ziele und Kennzahlen für Unterthemen übersichtlich angeführt werden können.

Um die formulierten Forschungs- und Innovationsthemen bearbeiten zu können und zukünftig in marktfähige Produkte einfließen zu lassen, sind Förderinstrumente in diesem Bereich essentiell. Die nationalen Förderinstrumente, wie zum Beispiel das Basisprogramm der FFG, sowie relevante Programme des KLIEN, wie Energieforschungsprogramm, Stadt der Zukunft und Vorzeigeregion Energie, wurden den Unterthemen zugeordnet und können den entsprechenden Themenboxen, bzw. **Abbildung 53** bis **Abbildung 56**, entnommen werden. Auf EU Ebene bietet

das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation H2020<sup>11</sup>, insbesondere in den Arbeitsprogrammen „Clean, Secure and Efficient Energy“, „Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology, and Advanced Manufacturing and Processing“ oder „Innovation in SMEs“ zahlreiche Möglichkeiten, die genannten Themen voranzutreiben. International bieten die Aktivitäten des IEA Heat Pump Programms<sup>12</sup> die Möglichkeit, an relevanten Forschungsprojekten, Workshops und Konferenzen teilzunehmen und relevantes Wissen über ein Informationsservice (IEA Heat Pump Centre)<sup>13</sup> zu verbreiten.

### 4.4.1 Anwendungsbereich: Wohn- und Nichtwohngebäude

Zusammenfassend werden in diesem Anwendungsbereich folgende Themen mit grundsätzlichem F&E Handlungsbedarf identifiziert:

- Kosteneffektive Luft/Wasser Wärmepumpe in kombinierten Heizungssystemen
- Wärmepumpen zum simultanen Heizen und Kühlen
- Großwärmepumpen
- Akustik
- Know-How Transfer für komplexe Heizungssysteme mit Wärmepumpen

Ein Überblick über die konkreten Themen, Unterthemen und vorgeschlagenen Förderinstrumente ist in **Abbildung 53** dargestellt.

Aufgrund der Marktrelevanz, wird ein besonderer Fokus auf die F&E Themen in Bezug auf Luft/Wasser Wärmepumpen gelegt. Hier werden insbesondere die Bereiche kostenoptimierter Betrieb in kombinierten Systemen, simultanes Heizen und Kühlen sowie Akustik als besonders wichtig erachtet. Allgemein ist die Großwärmepumpe im Bereich der Mehrfamilienhäuser noch nicht sehr stark verbreitet, obwohl die Rahmenbedingungen den Einsatz bereits zu lassen. Eine Erhöhung der Bekanntheit kann in diesem Bereich Vorteile bringen, um den Einsatz der Technologie voranzutreiben. Für den gesamten Anwendungsbereich wird nach wie vor noch ein erheblicher Verbesserungsbedarf bei der Qualifikation der InstallateurInnen gesehen. Weiterbildungsmaßnahmen werden bisher nur Produkt spezifisch angeboten oder in zu geringem Ausmaß konsumiert.

---

<sup>11</sup> H2020 Rahmenprogramm für Forschung und Innovation [online]:

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/h2020-sections> (06.06.2016)

<sup>12</sup> IEA Programm Wärmepumpe [online]: <http://www.nachhaltigwirtschaften.at/iea/results.html/id1967> (06.06.2016)

<sup>13</sup> IEA heat pump centre [online]: <http://www.heatpumpcentre.org/> (10.06.2016)

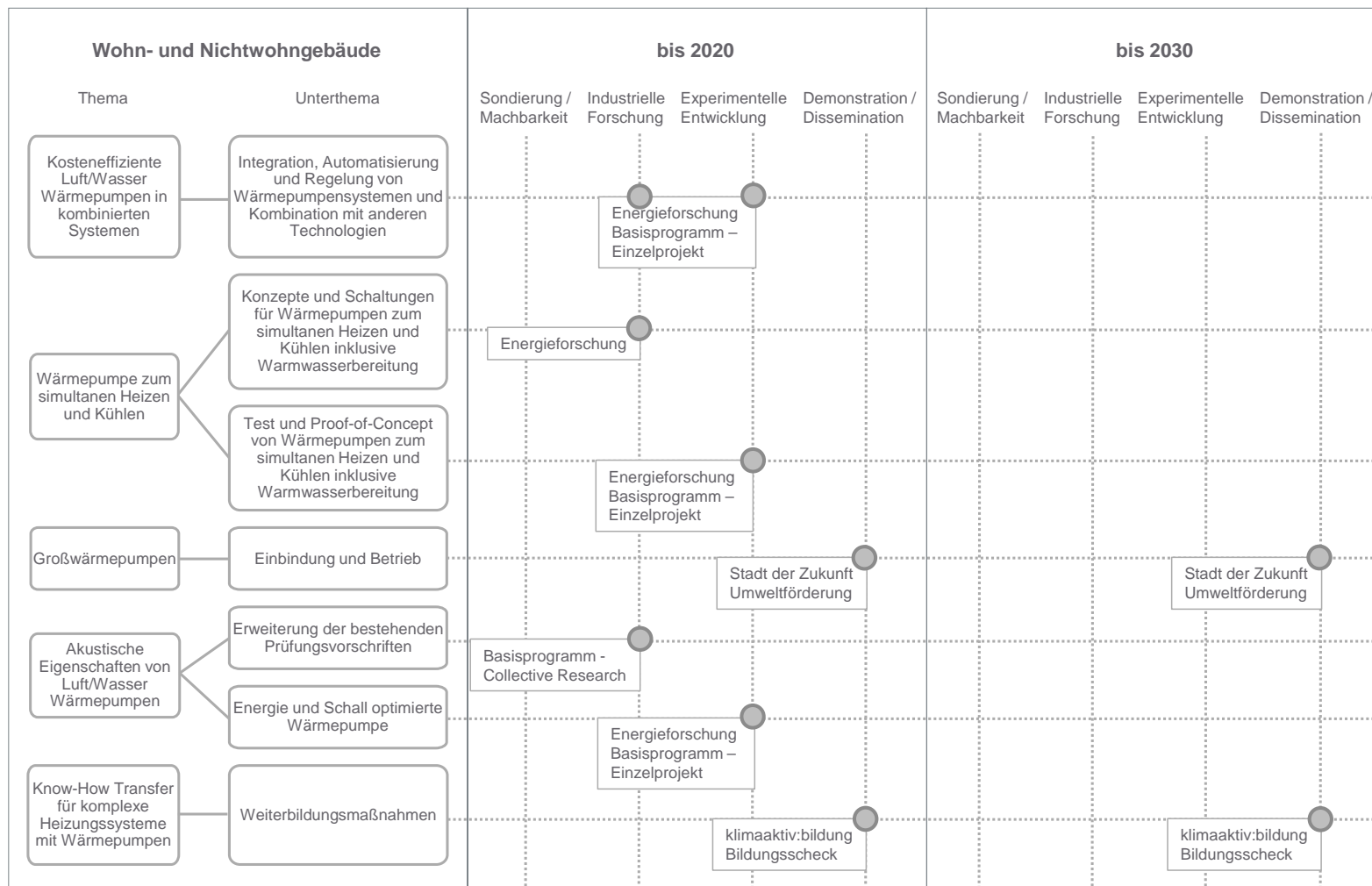


Abbildung 53: Überblick über die Themen, Unterthemen und möglichen Förderinstrumente im Anwendungsbereich Wohn- und Nichtwohngebäude

<i>Anwendungsbereich</i>	Wohn- und Nichtwohngebäude
<i>Thema</i>	Kosteneffiziente Luft/Wasser Wärmepumpen in kombinierten Systemen
<i>Unterthema</i>	Integration, Automatisierung und Regelung von Wärmepumpensystemen und Kombination mit anderen Technologien
<i>Stand der Technik</i>	Bivalent alternierender und paralleler Betrieb von Luft/Wasser Wärmepumpen, kombiniert mit einem weiteren Wärmeerzeuger, sind prinzipiell Stand der Technik. Kombinationen mit Photovoltaik und Lüftungsanlagen weisen ein sehr großes Potential auf. Kombinierte Systeme werden heute mit Standardreglern betrieben, welche oft nur für eine der eingesetzten Technologie optimiert sind. Ein systemübergreifender optimierter Betrieb ist heute noch nicht ausreichend abgebildet (z. B. kostenoptimiert bei unterschiedlichen Energiebezugstarifen für die jeweiligen Energieträger).
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung des Primärenergiebedarfs</li> <li>• Optimierte Einbindungsvarianten für Anwendungsfälle mit großem Potential, insbesondere im Sanierungsbereich</li> <li>• Kostenreduktion und technoökonomische Optimierung für zusätzliche Ausrüstung und Komponenten bei kombinierten Systemen durch Einbindung von anderen Technologien und durch Nutzung von flexiblen Tarifen</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung des Primärenergiebedarfs um 15 % und Endenergieeinsparung um 60 % gegenüber eines Referenzsystems</li> <li>• 50 % der verkauften Wärmepumpen haben eine standardisierte Schnittstelle und Anbindungsmöglichkeiten unterschiedlicher Technologien an einen gemeinsamen Regler</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am freien Markt etabliert</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung (z.B. Energieforschungsprogramm, Basisprogramm – Einzelprojekt etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Wohn- und Nichtwohngebäude
<i>Thema</i>	Wärmepumpe zum simultanen Heizen und Kühlen
<i>Unterthema</i>	Konzepte und Schaltungen für Wärmepumpen zum simultanen Heizen und Kühlen inklusive Warmwasserbereitung
<i>Stand der Technik</i>	Wasser/Wasser und Sole/Wasser Wärmepumpen sind heute am Markt verfügbar und die hydraulische Einbindung zum simultanen Heizen und Kühlen ist möglich. Luft/Wasser Wärmepumpen sind für den nicht simultanen Betrieb von Heizen und Kühlen vorhanden. Der simultane Betrieb bietet noch Entwicklungspotential.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung innovativer Konzepte und Schaltungen zum effizienten simultanen Heizen und Kühlen inklusive Warmwasserbereitung</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Konzepte und Schaltungen mit einer berechneten saisonalen Leistungszahl (SCOP; Seasonal Coefficient of Performance) und einer simulierten Jahresarbeitszahl (JAZ) von 10 für den kombinierten Heiz- und Kühlbetrieb und gegebenenfalls mit Warmwasserbereitung wurden entwickelt</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte sind in kommerziell verfügbaren Wärmepumpen umgesetzt</li> </ul>



<i>Förderinstrument</i>	Industrielle Forschung (z.B. Energieforschungsprogramm)
<i>Anwendungsbereich</i>	Wohn- und Nichtwohngebäude
<i>Thema</i>	Wärmepumpe zum simultanen Heizen und Kühlen
<i>Unterthema</i>	Test und Proof-of-Concept von Wärmepumpen zum simultanen Heizen und Kühlen inklusive Warmwasserbereitung
<i>Stand der Technik</i>	Wasser/Wasser und Sole/Wasser Wärmepumpen sind heute am Markt verfügbar und die hydraulische Einbindung zum simultanen Heizen und Kühlen ist möglich. Luft/Wasser Wärmepumpen sind für den nicht simultanen Betrieb von Heizen und Kühlen vorhanden. Der simultane Betrieb bietet noch Entwicklungspotential.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Prototypen zum effizienten, simultanen Heizen und Kühlen inklusive Warmwasserbereitung</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prototypen mit einer gemessenen Jahresarbeitszahl (JAZ) von 8 bis 12 für den kombinierten Heiz- und Kühlbetrieb und gegebenenfalls mit Warmwasserbereitung wurden für relevante Betriebspunkte getestet</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommerzielle Produkte mit einer gemessenen JAZ von 8 bis 12 für den kombinierten Heiz- und Kühlbetrieb und gegebenenfalls mit Warmwasserbereitung sind verfügbar</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Experimentelle Entwicklung (z.B. Energieforschungsprogramm, Basisprogramm etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Wohn- und Nichtwohngebäude
<i>Thema</i>	Großwärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Einbindung und Betrieb
<i>Stand der Technik</i>	Großwärmepumpen sind am Markt verfügbar und wurden bereits erfolgreich implementiert. Die Marktdurchdringung ist trotz der guten Anwendungsmöglichkeit, insbesondere im Bereich von Mehrfamilienhäusern, sehr gering. Gerade hier stellt die Großwärmepumpe bei Gebäudesanierungen eine gute Alternative zu Systemen basierend auf fossilen Energieträgern dar.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration von Großwärmepumpen mit optimaler Einbindung in Heiz- und Kühlsysteme</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens drei Anlagen mit einer Primärenergieeinsparung von 15 % und eine Endenergieeinsparung von 60 %, im Vergleich zu einem Gaskessel demonstriert</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens fünf Anlagen mit einer Primärenergieeinsparung von 20 % und eine Endenergieeinsparung von 75 %, im Vergleich zu einem Gaskessel demonstriert</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Demonstration (z.B. Stadt der Zukunft, Umweltförderung etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Wohn- und Nichtwohngebäude
<i>Thema</i>	Akustische Eigenschaften von Luft/Wasser Wärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Erweiterung bestehender Prüfungsvorschriften
<i>Stand der Technik</i>	Heute werden Wärmepumpen in einem Standardbetriebspunkt mit einem Wert für den Schallleistungspegel beurteilt. Für die tatsächliche akustische Wahrnehmung am Aufstellort bzw. die Beurteilung unterschiedlicher Betriebsmodi, wie z.B. Enteisen, Heizen, Kühlen im Sommer und Brauchwarmwasserbereitung, ist diese Messmethodik in den meisten Fällen nicht ausreichend.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung notwendiger Grundlagen für Messverfahren zur Berücksichtigung folgender Effekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Richtungsabhängigkeit der Schallabstrahlung</li> <li>○ Transiente Vorgänge (Vereisung und Umschalten zwischen Heizen und Kühlen)</li> <li>○ Einfluss des Aufstellungsorts auf die Schallausbreitung</li> <li>○ Saisonale Kennzahl (mehrere Betriebspunkte, auch beim Kühlen im Sommer)</li> <li>○ Psychoakustische Wahrnehmung</li> <li>○ Unterschiede zwischen Laborschallmessung (Normmessung) und Schallmessung im Feld</li> </ul> </li> <li>• Vorbereitungsarbeiten für nationale und internationale Normen bzw. Richtlinien</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorschlag für eine einheitliche Kennzeichnung für Luft/Wasser Wärmepumpen die den Aufstellungsort berücksichtigt</li> <li>• Eine verifizierte und anerkannte Berechnungsmethode für eine saisonale Schallkennzahl</li> <li>• Vorschlag wie psychoakustische Aspekte in die Norm übernommen werden können</li> <li>• Vergleichende Labormessungen und Feldmessungen von 10 unterschiedlichen Wärmepumpen</li> <li>• Vorschlag für eine überarbeitete internationale Norm</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Vorschlag wurde in internationale Normen übernommen</li> <li>• Die Methode wurde in internationale Normen übernommen</li> <li>• Psychoakustische Aspekte wurden in den internationalen Normen berücksichtigt</li> <li>• Die internationale Norm wurde umgesetzt</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Industrielle Forschung (Basisprogramm – Collective Research etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Wohn- und Nichtwohngebäude
<i>Thema</i>	Akustische Eigenschaften von Luft/Wasser Wärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Energie- und schalloptimierte Wärmepumpe
<i>Stand der Technik</i>	Heute werden Wärmepumpen nur in Hinblick auf Energieeffizienz optimiert und nicht schalloptimiert betrieben.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung optimaler Betriebsweisen und Untersuchung des Zusammenspiels geeigneter Komponenten in Bezug auf eine Energie- und Schallminimierung</li> <li>• Untersuchung des Nutzungspotentials von Schallabsorptionsmaßnahmen am Gebäudebestand in der Nähe des Aufstellungsorts von Luft/Wasser Wärmepumpen</li> <li>• Entwicklung kostengünstiger Schallminimierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und Neubau</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennlinienfeld erreichbarer Schallreduktion als Funktion des saisonalen Energieverbrauch entwickelt</li> <li>• Drei Good Practice Beispiele für nachträglich geänderte Aufstellungsmaßnahmen demonstriert</li> <li>• Liste mit fünf kostengünstigen Maßnahmen sowohl für neue als auch bestehende Wärmepumpen erarbeitet</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am freien Markt etabliert</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Experimentelle Entwicklung (z.B. Energieforschungsprogramm, Basisprogramm etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Wohn- und Nichtwohngebäude
<i>Thema</i>	Know-How Transfer für komplexe Heizungssysteme mit Wärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Weiterbildungsmaßnahmen
<i>Stand der Technik</i>	In der Berufsschule sind rund drei Unterrichtseinheiten für die Wärmepumpe vorgesehen. Vertragspartner von Wärmepumpenherstellern erhalten produkt spezifische Schulungen. Von den rund 19000 InstallateurInnen in Österreich haben heute weniger als 5 % Weiterbildungsmaßnahmen im Bereich Wärmepumpe in Anspruch genommen.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Anzahl der von Weiterbildungsmöglichkeiten für InstallateurInnen zur Erhöhung der Einbindungs- und Aufstellungsqualität von Wärmepumpen unter besonderer Berücksichtigung der Schallausbreitung von Wärmepumpen</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 % aller HeizunginstallateurInnen haben Weiterbildungskurse besucht</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 % aller HeizunginstallateurInnen haben Weiterbildungskurse besucht</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	klimaaktiv, Bildungscheck

### 4.4.2 Anwendungsbereich: Smart Electric Grids

Im Zusammenhang mit dem *Smart Electric Grid* werden vier maßgebliche Handlungsbereiche für Forschung und Entwicklung gesehen:

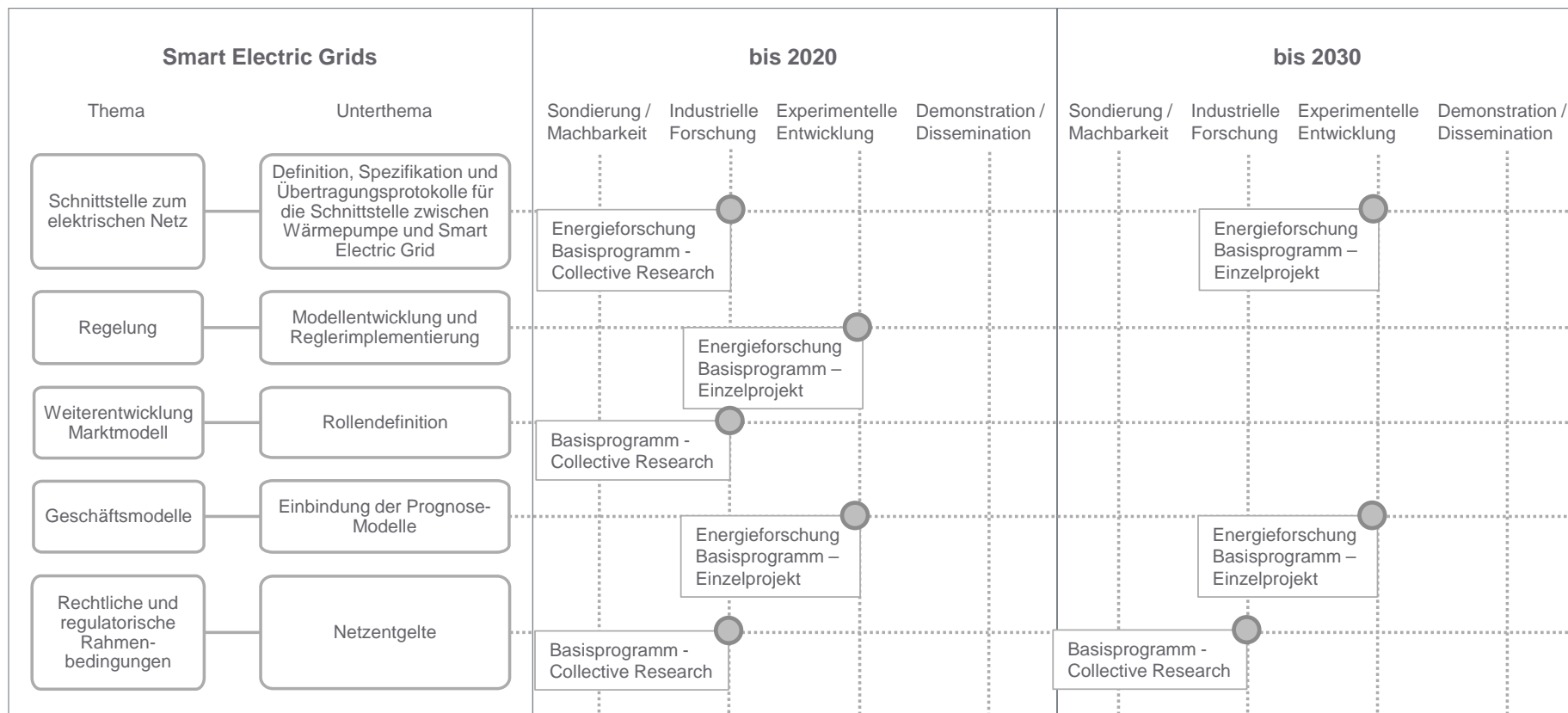
- Schnittstelle zum elektrischen Netz
- Regelung
- Weiterentwicklung des Marktmodells
- Geschäftsmodelle
- Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen

Ein Überblick über die konkreten Themen, Unterthemen und vorgeschlagenen Förderinstrumente ist in **Abbildung 54** dargestellt.

Besonders relevant ist dabei die Entwicklung von Schnittstellen zum Smart Home System bzw. zum Aggregator, sowie in weiterer Folge auch die Standardisierung, damit die Flexibilität der Wärmepumpe anhand von Signalen von verschiedenen Aggregatoren eingesetzt werden kann. Dabei muss auch eine Schnittstelle zu den klassischen Lieferanten, wie beispielsweise über eine Einbindung in die Einsatz-Optimierungs-Tools, umgesetzt werden. Des Weiteren ist die Implementierung von Regelungsarchitekturen und -konzepten notwendig, um Flexibilitäten nutzbar zu machen.

Außerdem sind Rollen zu definieren und Schnittstellen zwischen den Rollen auszugestalten, damit Barrieren für die Nutzung der Flexibilität bei den EndkundInnen verringert werden. Beispielsweise ist die Schnittstelle zwischen Balancing-Service-Providern (BSP), den Anbietern von Flexibilität, und Balancing-Responsible-Parties (BRP), der klassischen Bilanzgruppe, für die Nutzbarmachung von Flexibilitätspotentialen nicht ausreichend definiert. Außerdem müssen die Schnittstellen und Verantwortlichkeiten zwischen dem Verteilnetzbetreiber und dem Aggregator bei einer großen Durchdringung von flexiblen Wärmepumpen entwickelt werden, da bei einer hohen Durchdringung von marktgesteuerten flexiblen Wärmepumpen zusätzliche Probleme für das Netz auftreten können.

Die Flexibilität kann nur über vorhandene Anreizsysteme erschlossen werden. Diese gilt es sowohl auf der Markt- als auch auf der Netzseite zu harmonisieren bzw. ausgewählte Signale zu implementieren.



**Abbildung 54:** Überblick über die Themen, Unterthemen und möglichen Förderinstrumente im Anwendungsbereich Smart Electric Grids

<i>Anwendungsbereich</i>	Smart Electric Grids
<i>Thema</i>	Schnittstelle zum elektrischen Netz
<i>Unterthema</i>	Definition, Spezifikation und Übertragungsprotokolle für die Schnittstelle zwischen Wärmepumpe und Smart Electric Grid
<i>Stand der Technik</i>	Seit 2013 existiert das sogenannte SG-Ready Label (smart grid ready label). Wärmepumpen die dieses Label tragen ermöglichen einen Strom geführten Betrieb der Wärmepumpe. Diese Schnittstelle ist allerdings unidirektional, d.h. die Wärmepumpe liefert keine Informationen über den tatsächlichen momentanen oder zukünftigen Zustand des Wärmepumpensystems. Dies ist allerdings notwendig, um Geschäftsmodelle mit sogenannten Aggregatoren zu realisieren, die einen Pool von Wärmepumpen am Strommarkt verwalten. Außerdem ist die Umsetzung des Signals durch verschiedene Hersteller unterschiedlich implementiert.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardisierung der Schnittstellen damit Wärmepumpen flexibel auf smarte Anforderungen aus dem Netz oder Markt reagieren können</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schnittstellen zu Smart-Home Systemen und zum Aggregator sind definiert</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es existieren Standards für die Schnittstelle der Wärmepumpe zu Smart-Home Systemen und zum Aggregator.</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Industrielle Forschung (z.B. Energieforschungsprogramm, Basisprogramm Collective Research) und experimentelle Entwicklung (z.B. Energieforschungsprogramm, Basisprogramm Einzelprojekt)

<i>Anwendungsbereich</i>	Smart Electric Grids
<i>Thema</i>	Regelung
<i>Unterthema</i>	Modellentwicklung und Reglerimplementierung
<i>Stand der Technik</i>	Heute werden Wärmepumpen mit Reglern ausgestattet, die einen möglichst hohen Komfort für den Nutzer einstellen und dabei möglichst hohe Energieeffizienz erreichen. Diese Art der Regelung kann keine Prognose über den Systemzustand, z. B. für die nächsten Minuten oder Stunden abgeben (thermischer Ladezustand des Systems).
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung forecastfähiger Regelungen für die Abschätzung des Flexibilitätspotentials für die nächsten 15 Minuten sowie für die nächsten Stunden für eine Teilnahme an Intraday und Day-Ahead Energiemärkten bzw. eine Hohe Direktnutzung des eigenen Photovoltaik-Stroms.</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle und Regler entwickelt und getestet.</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle und Regler werden von Prosumern verwendet.</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Experimentelle Entwicklung (z.B. Energieforschungsprogramm, Basisprogramm Einzelprojekt, etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Smart Electric Grids
<i>Thema</i>	Weiterentwicklung Marktmodell
<i>Unterthema</i>	Rollendefinition
<i>Stand der Technik</i>	Es existieren Barrieren durch derzeitige Rollendefinitionen und Schnittstellen wie beispielsweise zwischen Aggregatoren (BSPs) und klassischen Rollen wie der Bilanzgruppe (BRP)
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelenenergiemarkt/Netzdienstleistungen: Vereinfachung und Standardisierung der Prozesse zwischen BSP-BRP und BSP-DSO (Distribution Systems Operator) sowie Datenaustausch und Informationsfluss in Bezug auf kleine Flexibilitäten wie Haushalte; Standardisierung der Netzentgelte für Regelleistung unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Verrechnung von speziellen Netzentgelten bei kleinen Anbietern komplex sein kann.</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rollen in Österreich definiert</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittstellen zwischen den verschiedenen Rollen in Österreich ausgestaltet</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Industrielle Forschung (z.B. Basisprogramm – Collective Research etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Smart Electric Grids
<i>Thema</i>	Geschäftsmodelle
<i>Unterthema</i>	Einbindung von Prognose-Modellen
<i>Stand der Technik</i>	Es existieren Forecast-Modelle die jedoch noch verbessert und in Einsatzoptimierungs-Tools eingebunden werden müssen. Außerdem gilt es die Rahmenbedingungen für flexible Tarife zu schaffen.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung und Integration der Prognosemodelle für Einsatzoptimierung am Markt</li> <li>• Nutzbarmachung der Flexibilität von Wärmepumpen durch flexible Stromendkundenpreise</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbindung der Modelle in Einsatzoptimierungs-Tools</li> <li>• 10% aller am Markt befindlichen Wärmepumpen haben flexible Endkundenpreise</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	50% aller am Markt befindlichen Wärmepumpen haben flexible Endkundenpreise
<i>Förderinstrument</i>	Experimentelle Entwicklung (z.B. Energieforschungsprogramm, Basisprogramm Einzelprojekt, etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Smart Electric Grids
<i>Thema</i>	Rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen
<i>Unterthema</i>	Netzentgelte
<i>Stand der Technik</i>	Die derzeitigen regulatorischen Rahmenbedingungen für Wärmepumpentarife sind nicht einheitlich und die Nutzung von Flexibilitäten zur Unterstützung des Smart Grids sind unter den derzeitigen regulatorischen Rahmenbedingungen nur eingeschränkt möglich.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bundesländerübergreifende Harmonisierung und Weiterentwicklung der unterbrechbaren Tarife, siehe Netzentgelte-Konsultation E-Control (2016)</li> <li>• Ermittlung eines monetären Werts für Netzdienstleistungen für Wärmepumpen-Flexibilität</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmens</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktive Nutzung der Flexibilität von Wärmepumpen zur Unterstützung des Smart Grids</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Industrielle Forschung (z.B. Basisprogramm – Collective Research etc.)

#### 4.4.3 Anwendungsbereich: Thermische Netze

Für den Einsatz von Wärmepumpen in thermischen Netzen sind zwei grundsätzliche Bereiche von Bedeutung:

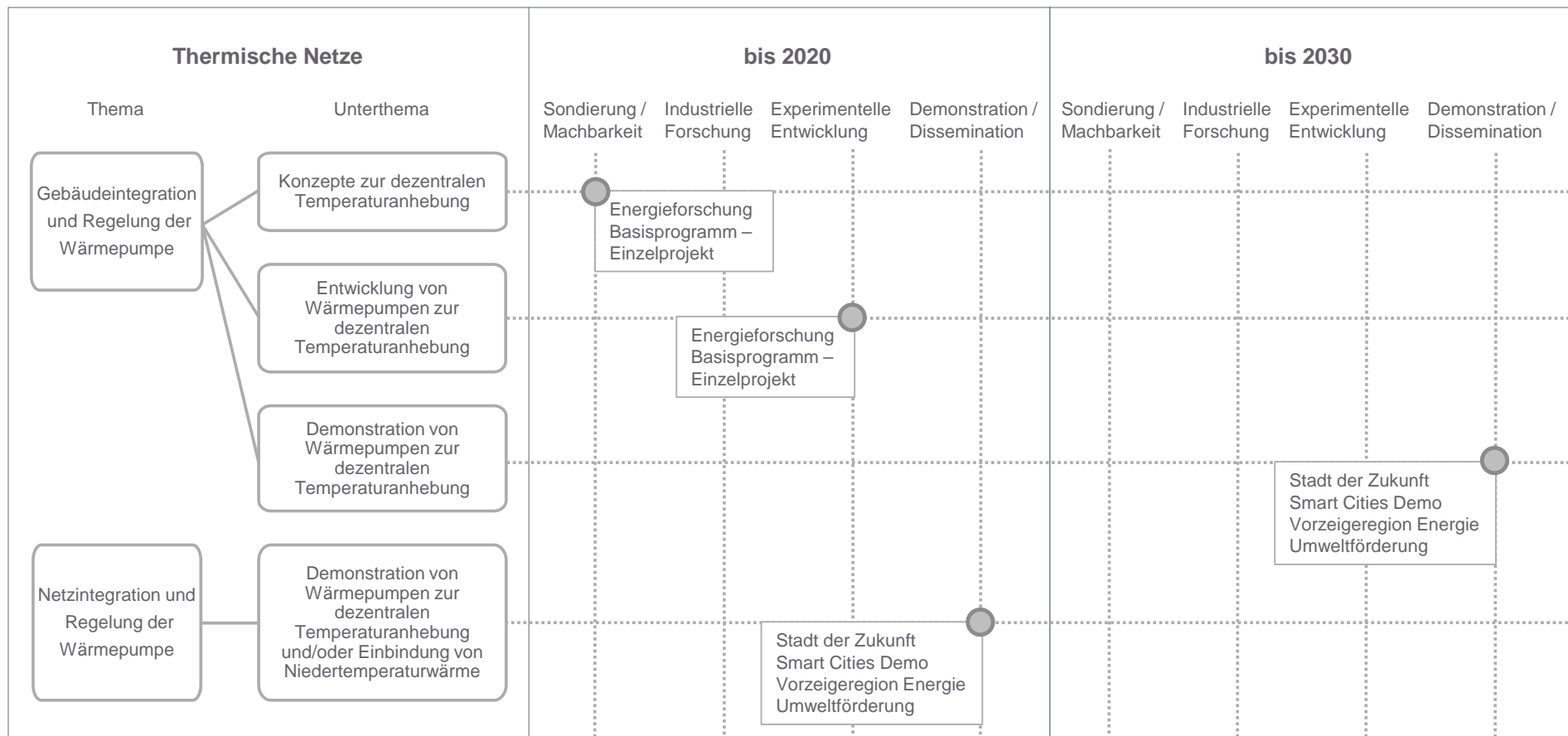
- Gebäudeintegration und Regelung der Wärmepumpe
- Netzintegration und Regelung der Wärmepumpe

Ein Überblick über die konkreten Themen, Unterthemen und vorgeschlagenen Förderinstrumente ist in **Abbildung 55** dargestellt.

Bei der Gebäudeintegration handelt es sich um die dezentrale Bereitstellung von Wärme, insbesondere zur Warmwasserbereitung bis rund 65 °C. Dabei dient das thermische Netz mit Vorlauftemperaturen unter 65 °C als Quelle für die Wärmepumpe.

Bei der Netzintegration steht einerseits die Erhöhung des Anteils von erneuerbarer Energie im Vordergrund bzw. die Anhebung der Vorlauftemperatur, falls diese aus Konzept- oder Kapazitätsgründen zu niedrig ist. Dabei kann die Wärmequelle von Umgebungswärme und Abwasser, bis Abwärme aus industriellen Prozessen reichen.





**Abbildung 55:** Überblick über die Themen, Unterthemen und möglichen Förderinstrumente im Anwendungsbereich thermische Netze

<i>Anwendungsbereich</i>	Thermische Netze
<i>Thema</i>	Gebäudeintegration und Regelung der Wärmepumpe
<i>Unterthema</i>	Konzepte zur dezentralen Temperaturerhöhung
<i>Stand der Technik</i>	Erste sogenannte Booster Wärmepumpen wurden bereits von großen internationalen Herstellern entwickelt und getestet und gelangen nun auf den Markt. Hersteller aus Österreich haben solche Produkte noch nicht in ihrem Portfolio, sehen aber großes Potential.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sondierung technisch umsetzbarer und wirtschaftlicher Konzepte als Vorbereitung für Demonstrationsprojekte</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machbarkeitsanalysen für zwei Objekte. Ein Projekt mit einer zentralen Wärmepumpe zur Temperaturerhöhung und ein weiteres Projekt mit mindestens fünf dezentralen Wohnungsanschlussstationen mit einer Kleinstwärmepumpe zur Warmwasserbereitung</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am freien Markt etabliert</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Sondierung (z.B. Basisprogramm, Energieforschungsprogramm etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Thermische Netze
<i>Thema</i>	Gebäudeintegration und Regelung der Wärmepumpe
<i>Unterthema</i>	Entwicklung von Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung
<i>Stand der Technik</i>	Erste sogenannte Booster Wärmepumpen wurden bereits von großen internationalen Herstellern entwickelt und getestet und gelangen nun auf den Markt. Hersteller aus Österreich haben solche Produkte noch nicht in ihrem Portfolio, sehen aber großes Potential.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierte Dimensionierung und Entwicklung modularisierter Baugruppen in der Anwendung für die Brauchwarmwasserbereitung</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens drei fertige und technisch umsetzbare Prototypen verfügbar</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am freien Markt etabliert</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Experimentelle Entwicklung (z.B. Basisprogramm, Energieforschungsprogramm etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Thermische Netze
<i>Thema</i>	Gebäudeintegration und Regelung der Wärmepumpe
<i>Unterthema</i>	Demonstration von Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung
<i>Stand der Technik</i>	Erste sogenannte Booster Wärmepumpen wurden bereits von großen internationalen Herstellern entwickelt und getestet und gelangen nun auf den Markt. Hersteller aus Österreich haben solche Produkte noch nicht in ihrem Portfolio, sehen aber großes Potential.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration der zuverlässigen Funktionsweise und optimalen Integration von Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung für Nutzungstemperaturen bis zu 65 °C</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noch nicht entwickelt</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens drei Demonstrationsprojekte mit einer Anzahl von jeweils mindestens fünf Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung, umgesetzt</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Demonstration (z.B. Stadt der Zukunft, Smart Cities Demo, Vorzeigeregion Energie, Umweltförderung etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Thermische Netze
<i>Thema</i>	Netzintegration und Regelung der Wärmepumpe
<i>Unterthema</i>	Demonstration von Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung und/oder Einbindung von Niedertemperaturwärme
<i>Stand der Technik</i>	International ist der Einsatz von Wärmepumpen, insbesondere größerer Leistungen von mehreren 100 Kilowatt bis zig Megawatt bereits Stand der Technik. In Österreich gibt es vereinzelte Demonstrationsprojekte.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbreitung von Wärmepumpensystemen für Niedertemperaturnetze zur Realisierung von Primärenergieeinsparungen um 15 % und Endenergieeinsparungen von 60 %, durch Nutzung von Wärmequellen, wie zum Beispiel Abwärme und Abwasser (Musterlösungen)</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens drei Demonstrationsanlagen mit jeweils einer Heizleistung von mindestens 100 kW ausgeführt und analysiert</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am freien Markt etabliert</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Demonstration (z.B. Stadt der Zukunft, Vorzeigeregion Energie, Umweltförderung etc.)

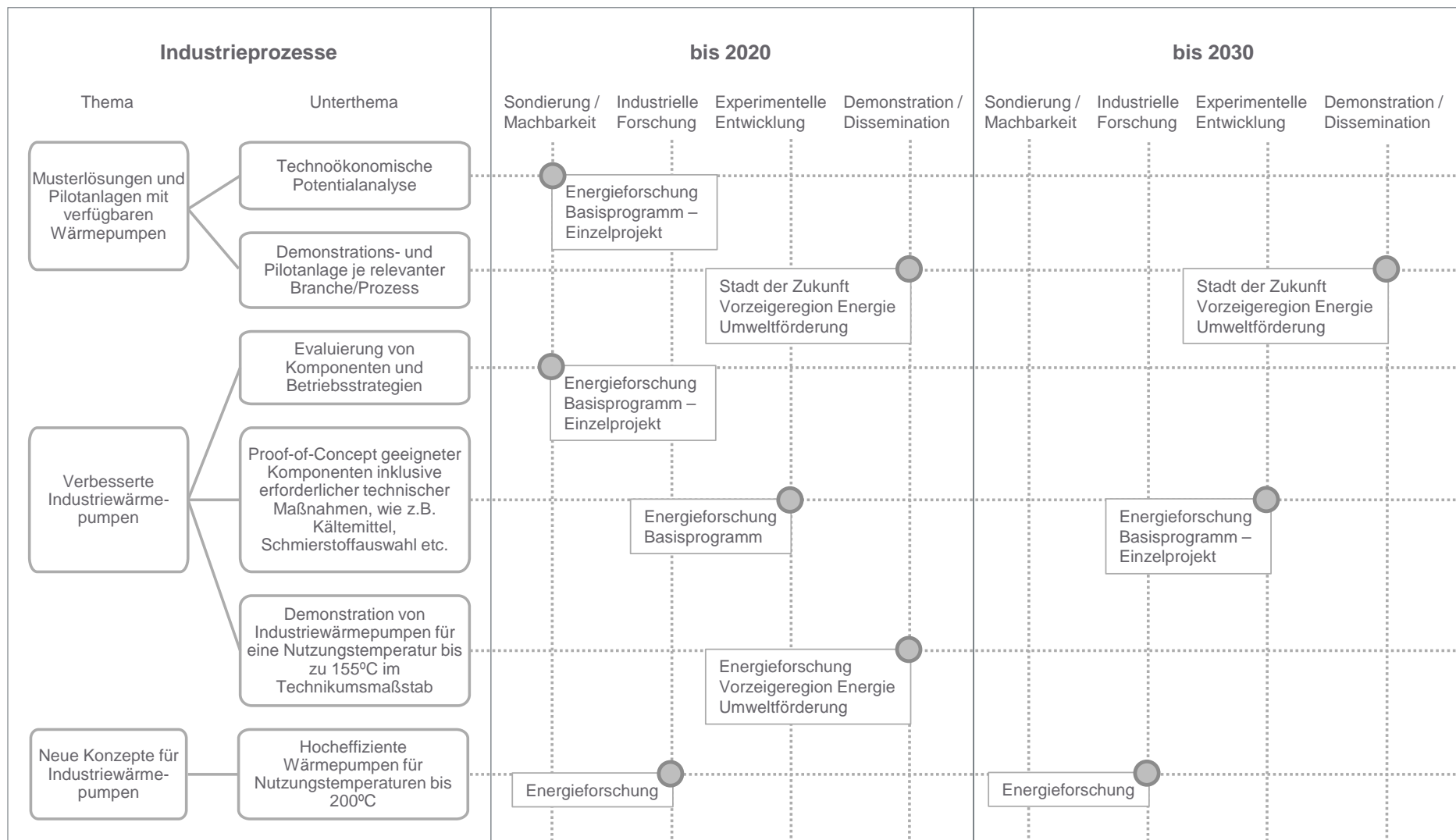
### 4.4.4 Anwendungsbereich: Industrieprozesse

Die klassische Kälteanlage ist im Anwendungsbereich von Industrieprozessen eine bekannte und etablierte Technologie. Gleichwohl ist die Nutzung als Wärmepumpe kaum verbreitet. Aktuelle und zukünftig absehbare Rahmenbedingungen, wie z.B. der Anstieg der Erneuerbaren in der Elektrizitätsversorgung, auf der einen Seite, sowie aktuelle Möglichkeiten durch die Verfügbarkeit neuer Kältemittel, auf der anderen Seite, lenken die Aufmerksamkeit jedoch stark in diesen Bereich. Die Themen die dafür identifiziert wurden sind:

- Musterlösungen und Pilotanlagen mit verfügbaren Wärmepumpen
- Verbesserte Industrierärmepumpen
- Neue Konzepte für Industrierärmepumpen

Ein Überblick über die konkreten Themen, Unterthemen und vorgeschlagenen Förderinstrumente ist in **Abbildung 56** dargestellt.

Die Musterlösungen sollen insbesondere die Verbreitung und die Akzeptanz von Industrierärmepumpen erhöhen. Im Vergleich zur Raumwärmebereitstellung ist die Einbindung in Industrieprozesse oft aufwändiger und komplizierter, da Rückwirkungen auf den Prozess auftreten können, die nicht immer vorteilhaft sind. Prozesswärme von 150 °C bis 200 °C wird heute in der Industrie in großem Ausmaß benötigt. Hier können die Weiterentwicklung von bestehenden Wärmepumpen und die Entwicklung von neuen Wärmepumpenkonzepten einen beachtlichen Beitrag liefern, um künftig zum Beispiel auch Niederdruckdampfnetze zu bedienen.



**Abbildung 56:** Überblick über die Themen, Unterthemen und möglichen Förderinstrumente im Anwendungsbereich Industrieprozesse

<i>Anwendungsbereich</i>	Industrieprozesse
<i>Thema</i>	Musterlösungen und Pilotanlagen mit verfügbaren Wärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Technoökonomische Potentialanalyse
<i>Stand der Technik</i>	Wärmepumpen mit einer Nutztemperatur von bis zu 120 °C sind am Markt bereits verfügbar. Deren Integration in Industrieprozesse ist jedoch noch nicht stark verbreitet. Einerseits ist die Technologie nicht bekannt genug für diesen Anwendungsbereich, andererseits ist die Integration nicht immer einfach möglich, da es unter Umständen zu Rückkopplungen im Prozess selbst kommt. Die Integration muss daher sorgfältig durchgeführt werden. Musterlösungen für relevante Branchen helfen die Verbreitung zu erhöhen.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung technisch umsetzbarer und wirtschaftlicher Konzepte als Vorbereitung für Demonstrationsprojekte, anhand von Standortanalysen für beispielsweise folgende Branchen: Papier- und Zellstoff, Petrochemie, Stahl, Lebensmittel, Kunststoff, Nichteisenmetalle</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens zwei Konzepte für mindestens zwei relevante Branchen ausgearbeitet</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens zwei Konzepte für alle relevanten Branchen ausgearbeitet</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Sondierung (z.B. Basisprogramm, Energieforschungsprogramm etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Industrieprozesse
<i>Thema</i>	Musterlösungen und Pilotanlagen verfügbarer Wärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Demonstrations- und Pilotanlage je relevanter Branche/Prozess
<i>Stand der Technik</i>	Wärmepumpen mit einer Nutztemperatur von bis zu 120 °C sind am Markt bereits verfügbar. Deren Integration in Industrieprozesse ist jedoch noch nicht stark verbreitet. Einerseits ist die Technologie nicht bekannt genug für diesen Anwendungsbereich, andererseits ist die Integration nicht immer einfach möglich, da es unter Umständen zu Rückkopplungen im Prozess selbst kommt. Die Integration muss daher sorgfältig durchgeführt werden. Musterlösungen für relevante Branchen helfen die Verbreitung zu erhöhen.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung von Demonstrationsanlagen in einer relevanten Größe von 500 bis 2000 kW Heizleistung für beispielsweise folgende Branchen: Papier- und Zellstoff, Petrochemie, Stahl, Lebensmittel, Kunststoff, Nichteisenmetalle</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwei Pilotanlagen mit Nutzungstemperaturen bis 130 °C in den Prozess integriert, die eine Einsparung von mindestens 20% Endenergie, 20% Primärenergie, 20 % CO<sub>2</sub> und 15 % der Energiekosten bewirken.</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drei Pilotanlagen mit Nutzungstemperaturen bis 155 °C in den Prozess integriert, die eine Einsparung von mindestens 20 % Endenergie, 20 % Primärenergie, 20 % CO<sub>2</sub> und 15 % der Energiekosten bewirken.</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Demonstration (z.B. Stadt der Zukunft, Vorzeigeregion Energie, Umweltförderung etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Industrieprozesse
<i>Thema</i>	Verbesserte Industrierärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Evaluierung von Komponenten und Betriebsstrategien
<i>Stand der Technik</i>	Wärmepumpen mit einer Nutztemperatur von bis zu 120 °C sind am Markt bereits verfügbar. Neue Entwicklungen im Bereich der Kältemittel und Verdichter ermöglichen es, Wärmepumpen für Nutzungstemperaturen bis rund 155 °C zu entwickeln. Damit kann ein neuer Markt erschlossen werden, der den Einsatz von Industrierärmepumpen z.B. zur Ergänzung oder als Ersatz von fossil befeuerten Dampferzeugern in Niederdrucknetzen ermöglicht. Eine Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein geeigneter (Ab)wärmequellen.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluierung und Validierung von geeigneten Kältemitteln bis zu einer Nutzungstemperatur von 155 °C, unter Berücksichtigung von politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen</li> <li>• Betriebsoptimierung, inklusive effizientem Teillastverhalten, und optimierte Prozessintegration</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens vier relevante Kältemittel sind evaluiert und validiert und die Anforderungen und Entwicklungsfragestellungen sind definiert</li> <li>• Die Amortisationszeit beträgt höchstens drei Jahre</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amortisationszeit höchstens drei Jahre, ohne Inanspruchnahme von Förderungen</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Sondierung (z.B. Energieforschungsprogramm etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Industrieprozesse
<i>Thema</i>	Verbesserte Industrierärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Proof-of-Concept geeigneter Komponenten inklusive erforderlicher technischer Maßnahmen, wie z.B. Kältemittel, Schmierstoffauswahl etc.
<i>Stand der Technik</i>	Wärmepumpen mit einer Nutztemperatur von bis zu 120 °C sind am Markt bereits verfügbar. Neue Entwicklungen im Bereich der Kältemittel und Verdichter ermöglichen es, Wärmepumpen für Nutzungstemperaturen bis rund 155 °C zu entwickeln. Damit kann ein neuer Markt erschlossen werden, der den Einsatz von Industrierärmepumpen z.B. zur Ergänzung oder als Ersatz von fossil befeuerten Dampferzeugern in Niederdrucknetzen ermöglicht. Eine Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein geeigneter (Ab)wärmequellen.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Prototypen zur Bereitstellung von Niederdruckdampf mit 3 bis 5 bar bzw. Nutzungstemperaturen von 155 °C mit sekundärem Wärmeträger</li> <li>• Kostenreduktion durch optimierte Dimensionierung und modularisierte Baugruppen für den Einsatz in industrieller Umgebung</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens drei fertige und technisch umsetzbare Prototypen sind verfügbar</li> <li>• Die spezifischen Kosten der Wärmepumpe ohne Installation betragen maximal 200 bis 300 Euro pro kW Heizleistung</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die spezifischen Kosten der Wärmepumpe ohne Installation betrage maximal 200 Euro pro kW Heizleistung</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Experimentelle Entwicklung (z.B. Energieforschungsprogramm etc. )

<i>Anwendungsbereich</i>	Industrieprozesse
<i>Thema</i>	Verbesserte Industrierärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Demonstration von Industrierärmepumpen für eine Nutzungstemperatur bis zu 155 °C im Technikumsmaßstab
<i>Stand der Technik</i>	Wärmepumpen mit einer Nutztemperatur von bis zu 120 °C sind am Markt bereits verfügbar. Neue Entwicklungen im Bereich der Kältemittel und Verdichter ermöglichen es, Wärmepumpen für Nutzungstemperaturen bis rund 155 °C zu entwickeln. Damit kann ein neuer Markt erschlossen werden, der den Einsatz von Industrierärmepumpen z.B. zur Ergänzung oder als Ersatz von fossil befeuerten Dampferzeugern in Niederdrucknetzen mit rund drei bis fünf bar ermöglicht. Eine Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein geeigneter (Ab)wärmeequellen mit Temperaturen von 50 bis 90 °C.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration der zuverlässigen Funktionsweise von Industrierärmepumpen für Nutzungstemperaturen bis zu 155 °C im Technikumsmaßstab (100 bis 500 kW Heizleistung).</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens drei unterschiedliche Demonstratoren sind im Technikumsmaßstab getestet (etwa 100 bis 500 kW Heizleistung). Die Carnoteffizienz beträgt mindestens 0,35.</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am freien Markt etablierten</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Demonstration (z.B. Energieforschung, Vorzeigeregion Energie, Umweltförderung etc.)

<i>Anwendungsbereich</i>	Industrieprozesse
<i>Thema</i>	Neue Konzepte für Industrierärmepumpen
<i>Unterthema</i>	Hocheffiziente Wärmepumpen für Nutzungstemperaturen bis 200 °C
<i>Stand der Technik</i>	Wärmepumpen mit einer Nutztemperatur von bis zu 120 °C, sind am Markt bereits verfügbar. Neue Konzepte, wie z.B. thermoakustische Wärmepumpen, Rotationswärmepumpen und weitere Technologien, bieten potentiell die Möglichkeit, Temperaturen von bis zu 200 °C und darüber zu erreichen.
<i>Ziele</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Wärmepumpen unterschiedlicher Art für Nutzungstemperaturen von rund 200 °C</li> <li>• Entwicklung von Maßnahmen, Komponenten oder Konzepten für Wärmepumpen zur Vergrößerung des Temperaturlifts</li> <li>• Entwicklung von Maßnahmen, Komponenten oder Konzepten für Wärmepumpen zur Vergrößerung der Temperaturdifferenzen auf der Nutzungsseite und der Quellenseite</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2020</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzbare Temperaturdifferenz 15 bis 25 K auf der Nutzungs- und der Quellenseite bei einer Carnoteffizienz von mindestens 0,4</li> </ul>
<i>Kennzahlen für 2030</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzungstemperatur von rund 200 °C und eine Carnoteffizienz größer 0,35</li> <li>• Nutzbarer Temperaturlift rund 100 °C bei einer Carnoteffizienz von mindestens 0,35</li> <li>• Nutzbare Temperaturdifferenz 25 bis 35 K auf der Nutzungs- und der Quellenseite bei einer Carnoteffizienz von mindestens 0,35</li> </ul>
<i>Förderinstrument</i>	Industrielle Forschung (z.B. Energieforschungsprogramm)



## 5 Empfehlungen

Die Realisierung des aufgezeigten Technologie- und Marktpotentials von Wärmepumpen bedarf Maßnahmen und Handlungen auf unterschiedlichsten Ebenen. Nachfolgend sind daher konkrete Empfehlungen an relevante Akteure zur Umsetzung zusammengefasst. Diese Vorschläge umfassen Förderungen im Bereich der Forschung und Technologieentwicklung, Maßnahmen im Bereich gesetzlicher und energiepolitischer Rahmenbedingungen sowie Maßnahmen im Bereich anreizorientierter und informatorischer Instrumente. Adressiert wird insbesondere die:

- Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik auf Ebene des Bundes und der Länder
- Energiepolitik auf Bundes- und Landesebene
- Förderpolitik des Bundes und der Länder

Die Empfehlungen richten sich insbesondere an folgende Institutionen:

- Bundesministerien: BMVIT, BMWFW, BMLUFW
- Direkt beauftragte Institutionen: Energie-Control Austria, EEffG Monitoringstelle
- Forschungs- und Förderungsstelle des Bundes und der Länder
- Landesstellen aus den Bereichen Wohnbau und Wohnbauförderung, Energie und Energieförderungen, Bauwesen- und recht, Wasserrecht
- Österreichische Energieagentur AEA, Umweltbundesamt
- Energiesparverbände und Beratungsstellen und Organisationen der Länder
- Energieversorger und Netzbetreiber
- Organisationen im Bereich der Aus- und Weiterbildung
- Standardisierende und normierende Stellen
- Koordinierungsgruppen für nationale Harmonisierung

Die Empfehlungen orientieren sich an der Art des eingesetzten Instruments. Die Hauptbereiche sind Instrumente im Bereich der F&E Förderung zur Sicherung der Innovationsstärke des Wärmepumpensektors in den vier Hauptanwendungsbereichen sowie marktorientierte Instrumente zur Förderung der Marktdiffusion. Letztere umfassen anreizorientierte Instrumente, normative Instrumente und informatorische Instrumente (siehe 2.3).

Die 20 formulierten Empfehlungen (E1 bis E20) sind in **Tabelle 30** den betrachteten Anwendungsbereichen und den relevanten Instrumenten zugeteilt, und in den Abschnitten 5.1 bis 5.4 ausformuliert und den entsprechenden Adressierten Institutionen zugeordnet.

**Tabelle 30:** Zuordnung der Empfehlungen (E1 bis E19) zu den Anwendungsbereichen und den relevanten Instrumenten

	F&E Förderung	Anreizorientierte Instrumente	Normative Instrumente	Informatorische Instrumente
Wohn- und Nichtwohngebäude	E1	E6, E7, E8, E9, E10, E12	E13, E14, E15	E17, E18, E19
Smart Electric Grids und Wärmepumpen	E2	E7, E8, E9, E12	E16	E18
Thermische Netze	E3	E7, E8, E9, E11		E18
Industrieprozesse	E4	E5, E7, E8, E9		E18, E20

## 5.1 Empfehlungen im Bereich der F&E Förderung

**Empfehlung 1:** Förderung der Forschung und Entwicklung von Wärmepumpenlösungen für den Einsatz im sanierten (großvolumigen) Wohnbau unter besonderer Berücksichtigung der Themen Energieeffizienz, Akustik, kombinierte Systeme und Weiterbildungsprogramme für Installateure und Anlagenplaner, insbesondere für komplexe Heizungssysteme mit Wärmepumpen. (**AdressatInnen:** BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder)

**Empfehlung 2:** Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Schnittstelle der Wärmepumpen zum elektrischen Netz inklusive Definition des normativen Handlungsbedarfs zur Definition der Schnittstelle. (**Adressierte Institutionen:** BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder)

**Empfehlung 3:** Förderung von Forschung und Entwicklung für Wärmepumpen zur dezentralen Temperaturerhöhung (Brauchwassererwärmung und Raumheizung) unter der Voraussetzung der Verfügbarkeit von Niedertemperaturwärmenetzen (Stichwort Booster-Wärmepumpen). (**Adressierte Institutionen:** BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder)

**Empfehlung 4:** Förderung von Technologieentwicklung der Industriewärmepumpe bis zu einer Nutzungstemperatur von 155 °C zur Abwärmenutzung und Prozessintegration. (**Adressierte Institutionen:** BMVIT, KLIEN, FFG, Förderstellen der Länder)

**Empfehlung 5:** Ergänzung des Maßnahmenkatalogs im Sinne des Energieeffizienzgesetzes in Hinblick auf Wärmepumpen in industriellen Prozessen. (**Adressierte Institutionen:** BMWF)

## 5.2 Empfehlungen im Bereich anreizorientierter Instrumente

**Empfehlung 6:** Technologieneutrale Förderung von Niedertemperaturheizungssystemen im Bereich der Wohnbauförderung und der Energieförderung. (**Adressierte Institutionen:** Landesstellen im Bereich Wohnbau und Wohnbauförderung)

**Empfehlung 7:** Bundeseinheitliche und zwischen Ländern harmonisierte Marktanzreizprogramme im Bereich der Wohnbauförderung und der Anlagenförderung. (**Adressierte Institutionen:** Landesstellen im Bereich Energie und Wohnbau)

**Empfehlung 8:** Technologieneutrale bundeseinheitliche Marktanzreizprogramme sollen entwickelt und implementiert werden (**Adressierte Institutionen:** KLIEN, KPC)

**Empfehlung 9:** Einfache Bundes- oder Landesdarlehen zur Unterstützung von Contracting-Modellen für Wohnbau und Gewerbe. (**Adressierte Institutionen:** AWS)

**Empfehlung 10:** Sonderregelungen für oder Herausnahme von Wärmepumpen Systemen (bis TR-Grenze) aus allfälligen Quadratmeter-Errichtungs-Investitionsobergrenzen beim geförderten (Wohn-)Bau (um nicht an der Qualität der Gebäude zu sparen). (**Adressierte Institutionen:** Förderstellen der Länder)

**Empfehlung 11:** Gezielte Steigleitungs- und Wärmeabgabe-Systemförderung (Heizkörpertausch und Anbindungsleitung) in der Sanierung, zur Substitution von Gasthermen und Etablierung von Wärmepumpen (**Adressierte Institutionen:** Förderstellen der Länder)

**Empfehlung 12:** Anreiz zur Weiterbildung der FachplanerInnen bzw. -installateurInnen durch höhere Förderungen für Endkunden, sowie beim Einsatz zertifizierter Produkte. (**Adressierte Institutionen:** Landesstellen im Bereich Umweltschutz und Baurecht, BMFLUW, Umweltbundesamt Forum Schall, Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL))

### 5.3 Empfehlungen im Bereich normativer Instrumente

**Empfehlung 13:** Ausstieg und Verbot von fossilen Heizungssystemen im Neubau. Festlegung von maximalen CO<sub>2</sub> Emissionen oder (Primär-)Energieindikatoren von Gebäuden entsprechend den Anforderungen zur Erreichung der Ziele 2050. (**Adressierte Institutionen:** BMWFW)

**Empfehlung 14:** Bundesweite harmonisierte und wirtschaftsverträglich Regelung für Schallimmissionen durch den Betrieb von Luft/Wasser Wärmepumpen. (**Adressierte Institutionen:** ÖAL Österreichische Arbeitsgruppe Lärm Arbeitsgruppe 146)

**Empfehlung 15:** Wärmeabgabesysteme mit Heizkörper in einem teilsaniertem Haus als Niedertemperaturabgabesystem akzeptieren. (**Adressierte Institutionen:** Landesstellen aus dem Bereich Wohnbau und Wohnbauförderung)

**Empfehlung 16:** Weiterentwicklung eines bundeseinheitlichen regulatorischen Rahmens für Netzentgelte für unterbrechbare Tarife. (**Adressierte Institutionen:** Energie-Control Austria)

### 5.4 Empfehlungen im Bereich informatorische Instrumente

**Empfehlung 17:** Verstärkte Integration des Themas Wärmepumpe in die Lehrlingsausbildung, über die hydraulischen Grundschaltungen hinausgehend, z.B. Integration kombinierter Wärmepumpensysteme etc. (**Adressierte Institutionen:** Bundesinrichtungen für HKLS- und Elektroinstallateure)

**Empfehlung 18:** Förderung der Entwicklung von Weiterbildungsmodulen für Kurse für Installateure, Energieberater und Anlagenplaner. (**Adressierte Institutionen:** BMLFUW, klimaaktiv, KLIEN, FFG)

**Empfehlung 19:** Förderung von Informationsveranstaltungen zu "Good Praxis" Beispielen im großen Leistungsbereich z.B. im mehrgeschossigen Wohnbau. (**Adressierte Institutionen:** BMLFUW, klimaaktiv)

**Empfehlung 20:** Förderung von Informationsveranstaltungen im Bereich Industriewärmepumpen zu branchenspezifischen Musterlösungen und Fördermöglichkeiten. (**Adressierte Institutionen:** BMLFUW, klimaaktiv)

## 6 Literatur

Biermayr Peter, Manuela Eberl, Monika Enigl, Hubert Fechner, Christa Kristöfel, Kurt Leonhartsberger, Florian Maringer, Stefan Moidl, Christoph Schmidl, Christoph Strasser, Werner Weiss, Elisabeth Wopienka. (2016) Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2015, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 6/2016

Bointner, R., Bayr, M., Biermayr, P., Friedl, C., Köppl, A., Kranzl, F., Mauthner, F., Tichler, R., Weiss, W.: Wachstums- und Exportpotenziale Erneuerbarer Energiesysteme, Berichte aus der Energie- und Umweltforschung, 37/2012

BMVIT (2014) Positionspapier: Forschung und Innovation für Heizen und Kühlen mit Erneuerbaren, Berichte aus Energie und Umweltforschung 28/2014, Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Wien, Österreich, April 2014

E-Control (2016) Weiterentwicklung der Netzentgeltstruktur für den Stromnetzbereich („Tarife 2.0“), Herausgeber: Energie-Control Austria für die Regulierung der Elektrizitäts- und Erdgaswirtschaft (E-Control), Februar 2016

EHPA (2016) Länderstatistiken der european heat pump association (EHPA), <http://www.EHPA.org/> Statistiken aus dem internen Bereich, Mai 2016

Faninger G. (2007) Erneuerbare Energie in Österreich Marktentwicklung 2006, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 11/2007

IEA (2014) International Energy Agency; Energy Technology Roadmaps, Guide to development and implementation, 2014

Indinger, A., Katzenschlager, M. (2010), Energieforschungserhebung 2009, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 74/2010

Indinger, A., Katzenschlager, M. (2011), Energieforschungserhebung 2010, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 47/2011

Indinger, A., Katzenschlager, M. (2012), Energieforschungserhebung 2011, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 55/2012

Indinger, A., Katzenschlager, M. (2013), Energieforschungserhebung 2012, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 38/2013

Indinger, A., Katzenschlager, M. (2014), Energieforschungserhebung 2013, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 27/2014

Indinger, A., Katzenschlager, M. (2015), Energieforschungserhebung 2014, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 12/2015

Indinger, A., Katzenschlager, M. (2016), Energieforschungserhebung 2015, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 14/2016

Lang G. (2010) 1000 Passivhäuser in Österreich, Passivhaus Objektdatenbank, 3. Dokumentationsperiode 2006-2009, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 85/2010

Andreas Müller, Peter Biermayr, Lukas Kranzl, Reinhard Haas, Florian Altenburger, Irene Bergmann, Günther Friedl, Walter Haslinger, Richard Heimrath, Ralf Ohnmacht, Werner Weiss (2010), Heizen 2050 - Systeme zur Wärmebereitstellung und Raumklimatisierung im österreichischen Gebäudebestand: Technologische Anforderungen bis zum Jahr 2050, Klima- und Energiefonds, Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 814008, Dezember 2010

Oberhuber A. und Denk D. (2014) Zahlen, Daten, Fakten zu Wohnungspolitik und Wohnungswirtschaft in Österreich, im Auftrag des BMWFJ, Endbericht April 2014

Rogers (2003): Diffusion of Innovations, 5th Edition, the free press, ISBN 0-7432-5823-1

Statistik Austria (2015) Energiestatistik: Energieeinsatz der Haushalte 2013/2014. Erstellt am 11.11.2015; online Datenpublikation abgerufen am 20.03.2016 unter [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/energie\\_und\\_umwelt/energie/energieeinsatz\\_der\\_haushalte/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/index.html)

Statistik Austria (2016a) Wohnen, Wohnungs- und Gebäudebestand, Anzahl der Wohnungen und Gebäude im Jahr 2011, online Datenpublikation abgerufen am 16.05.2016 unter [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/wohnen/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/index.html)

Statistik Austria (2016b, Globalschätzung 2016: Bruttoinlandsausgaben für F&E Finanzierung der in Österreich durchgeführten Forschung und experimentellen Entwicklung 1981 – 2016; online Datenpublikation, abgerufen am 20.3.2016 unter [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/forschung\\_und\\_innovation/globalschaetzung\\_forschungsquote\\_jaehrlich/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/forschung_und_innovation/globalschaetzung_forschungsquote_jaehrlich/index.html), Zugriff: 11.5.2016

## Anhang A: Projektliste von nationalen Forschungsprojekten

### Anwendungsbereich: Wohn- und Nichtwohngebäude

FFG-Nr.	Projekttitle	Projektstart	Projektende	Förderprogramm	Ausschreibung
848821	Peltier_Heat_Pump: Peltier Wärmepumpe für Heiz-/Kühlzwecke in der Gebäudetechnik im kleinen Leistungsbereich	01.04.2015	30.09.2017	Energieforschungsprogramm	1. Ausschreibung
848891	SilentAirHP: Fortschrittliche Methoden zur Bewertung und Entwicklung von Schallreduktionsmaßnahmen für Luftwärmepumpensysteme	01.04.2015	31.03.2018	Energieforschungsprogramm	1. Ausschreibung
843842	Neues Konzept einer thermischen Lösungsmittelpumpe für NH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O-Absorptionswärmepumpensysteme kleiner Leistung	01.05.2014	31.05.2016	e!mission.at	2. Ausschreibung
843146	IEA-HPP Annex 43: Gasbetriebene Absorptionswärmepumpen	01.11.2013	01.10.2016	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2013
839560	IEA HPP Annex 41: Cold Climate Heat Pumps	01.07.2012	30.06.2017	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2012
832759	IEA HPP Annex 39: Gemeinsame Prüf- und Berechnungsmethode zur Bestimmung der saisonalen Performance für Raumwärmewärmepumpen und Klimatisierung	01.10.2011	01.06.2014	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2011
832755	IEA-SHC Task 45: Große solare Heiz- und Kühlsysteme mit Wärmepumpen und saisonalen Speichern	01.01.2011	01.12.2015	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2011
834516	NexGen: Gasabsorptionswärmepumpe der nächsten Generation	01.10.2011	31.03.2015	Neue Energien 2020	5. Ausschreibung
834605	Intelligentes Wärmepumpen-Fernwartungssystem zur Steigerung von Betriebssicherheit und Energieeffizienz	01.11.2011	31.03.2015	Neue Energien 2020	5. Ausschreibung
829748	Hydroxid-AWP - Potential und Grenzen von Natriumhydroxid als Zusatz zum Stoffpaar Ammoniak / Wasser in Absorptions-Wärmepumpen	01.11.2010	31.12.2011	Neue Energien 2020	4. Ausschreibung

FFG-Nr.	Projekttitle	Projektstart	Projektende	Förderprogramm	Ausschreibung
829948	Monolith: Kombisystem von Hybridkollektor und Luftwärmepumpe mit effizienter Anlagentechnik und innovativen Regelstrategien	01.10.2010	30.09.2013	Neue Energien 2020	4. Ausschreibung
825477	IonA: Machbarkeitsstudie - Absorptionswärmepumpen mit ionischen Flüssigkeiten	01.05.2010	31.10.2011	Neue Energien 2020	3. Ausschreibung
825513	ThermoPump: Thermisch angetriebene Lösungsmittelpumpe für Ammoniak / Wasser-Absorptionswärmepumpen kleiner Leistung	01.05.2010	28.02.2013	Neue Energien 2020	3. Ausschreibung
825531	ÖKO-Wärmepumpe: Technisch ökologische Optimierung von Luft/Wasser Wärmepumpen	01.01.2010	31.12.2012	Neue Energien 2020	3. Ausschreibung
825546	SolPumpEff: Hocheffiziente Kombinationen von Solarthermie- und Wärmepumpenanlagen	01.05.2010	30.04.2013	Neue Energien 2020	3. Ausschreibung
828107	IEA-SHC Task 44: Solar- und Wärmepumpensysteme	01.01.2010	01.10.2013	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2010
821858	InnoGen: Innovative Generatorkonzepte für hocheffiziente direkt befeuerte Ammoniak/Wasser-Absorptionswärmepumpen	01.08.2009	31.07.2012	Neue Energien 2020	2. Ausschreibung
818769	TOPPUMP: Entwicklung von technisch optimierten Großwärmepumpen zur Beheizung und Klimatisierung von großvolumigen Gebäuden	01.04.2008	31.07.2011	Neue Energien 2020	1. Ausschreibung
819428	IEA HPP Annex 33: Compact Heat Exchangers in HP Equipment	01.06.2008	30.09.2009	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2008
832758	IEA HPP Annex 34: Thermally Driven Heat Pumps	01.04.2008	01.09.2012	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2008
819413	IEA HPP Annex 32: Economical Heating and Cooling Systems for Low Energy Houses	01.01.2006	01.12.2009	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2006

### Anwendungsbereich: Smart Electric Grids und Wärmepumpen

FFG-Nr.	Projekttitel	Projektstart	Projektende	Förderprogramm	Ausschreibung
848894	iWPP-Flex: Intelligentes Wärmepumpen-Pooling als Virtueller Baustein in Smart Grids zur Flexibilisierung des Energieeinsatzes	01.03.2015	29.02.2016	Energieforschungsprogramm	1. Ausschreibung
848119	IEA HPP Annex 42: Wärmepumpen in intelligenten Energienetzen nachhaltiger Städte	01.05.2013	01.07.2016	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2013
838657	TheBAT: Die Thermische Batterie im Smart Grid in Kombination mit Wärmepumpen - eine Interaktionsoptimierung	01.10.2012	30.09.2015	e!mission.at	1. Ausschreibung

### Anwendungsbereich: Thermische Netze

FFG-Nr.	Projekttitel	Projektstart	Projektende	Förderprogramm	Ausschreibung
848849	heat_portfolio: Technische Grundlagen zur signifikanten Integration dezentral vorliegender alternativer Wärmequellen in Wärmenetze	01.03.2015	31.08.2017	Energieforschungsprogramm	1. Ausschreibung
848125	IEA-EBC Annex 64: Optimierte kommunale Energiesysteme basierend auf Exergie-Prinzipien	01.11.2014	31.12.2017	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2014
838769	RecoverHeat: Nachhaltiges Energiemanagement und Synergienutzung auf Stadtteilebene durch Integration von thermischen Speichern	01.05.2013	30.04.2015	e!mission.at	1. Ausschreibung
838683	UrbanCascade: Optimierung der Energie-Kaskaden in städtischen Energiesystemen zur Maximierung der Gesamtsystemeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger und Abwärme	01.06.2013	31.05.2015	e!mission.at	1. Ausschreibung
834582	NextGenerationHeat: Niedertemperaturfernwärme am Beispiel unterschiedlicher Regionen Österreichs mit niedriger Wärmebedarfsdichte	01.06.2012	31.05.2015	Neue Energien 2020	5. Ausschreibung
821900	Energie aus Abwasser - Abwasser-Wärme- und -Kältenutzung mittels hocheffizienter Großwärmepumpen	01.11.2009	30.11.2012	Neue Energien 2020	2. Ausschreibung



**Anwendungsbereich: Industrieprozesse**

FFG-Nr.	Projekttitle	Projektstart	Projektende	Förderprogramm	Ausschreibung
849912	DryPump: Effiziente Trocknung mit Wärmepumpen	01.03.2015	31.08.2017	Energieforschungsprogramm	1. Ausschreibung
848892	HotCycle: Hochtemperatur-Wärmepumpe kleiner bis mittlerer Leistung mit Trennhauptkompressor	01.04.2015	30.09.2017	Energieforschungsprogramm	1. Ausschreibung
843872	SteamUp: Wärmepumpensysteme bis 200°C unter Verwendung von Wasser als Kältemittel zur Integration in industriellen Prozessen	01.04.2014	31.03.2015	e!mission.at	2. Ausschreibung
843888	Hotpump-Reloaded: Hochtemperatur-Wärmepumpen zur energetischen Nutzung industrieller (Niedertemperatur-) Abwärme	01.04.2014	31.12.2015	e!mission.at	2. Ausschreibung
843935	HighButane 2.0: Konzeption einer neuartigen Butan-Hochtemperaturwärmepumpe zur Effizienzsteigerung in industriellen Prozessen	01.04.2014	31.03.2016	e!mission.at	2. Ausschreibung
834666	HighRef: Untersuchung eines neuartigen Hochtemperaturkältemittels für Wärmerückgewinnungsanwendungen in industriellen Prozessen	01.05.2014	30.04.2016	Neue Energien 2020	5. Ausschreibung
834614	Hocheffiziente Hybrid-Wärmepumpe zur Wärmerückgewinnung in der Industrie	01.03.2012	28.02.2015	Neue Energien 2020	5. Ausschreibung
829964	ICON: Rauchgaskondensation der Zukunft mit hohem Jahresnutzungsgrad durch Kombination mit einer Industrierärmepumpe	01.04.2011	31.03.2014	Neue Energien 2020	3. Ausschreibung
839570	IEA HPP Annex 35: Application of Industrial Heat Pumps	01.05.2010	01.04.2014	IEA Ausschreibungen	IEA Ausschreibung 2010
821841	BubblePlate: Neuartiges Konzept für einen Hochleistungs-Mikrokanal-Absorber für Hochdruck-Absorptionswärmepumpen	01.08.2009	31.12.2012	Neue Energien 2020	2. Ausschreibung

### Anwendungsbereich: Andere Anwendungen

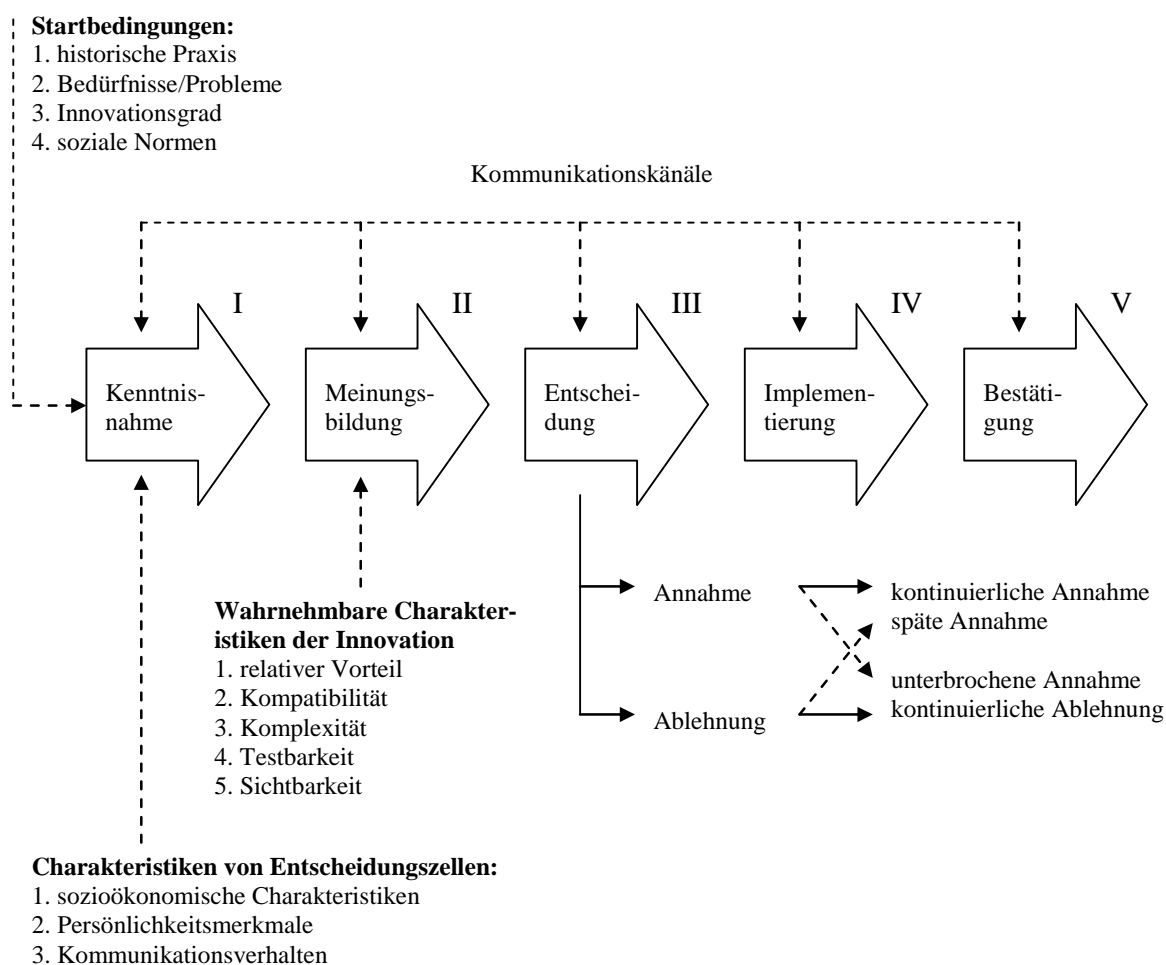
FFG-Nr.	Projekttitle	Projektstart	Projektende	Förderprogramm	Ausschreibung
838636	GreenHVACRail: Gesamtoptimierte emissionsfreie Heating Ventilating und Air Conditioning-Anlage für Rail-Anwendungen	01.03.2013	30.11.2015	e!mission.at	1. Ausschreibung
838716	Abwasserenergie: Einbindung der abwassertechnischen Infrastruktur in regionale Energieversorgungskonzepte	01.04.2013	31.03.2016	e!mission.at	1. Ausschreibung
829892	HEMPs: Hocheffiziente Mikro-Power Konverter für neuartige Wärmepumpen	01.06.2011	31.07.2012	Neue Energien 2020	4. Ausschreibung
825536	HEKH-744: Hocheffizientes Kühl- und Heizsystem für E- und Hybridfahrzeuge basierend auf dem umweltfreundlichen Kältemittel R744	01.01.2010	30.06.2012	Neue Energien 2020	3. Ausschreibung

### Anhang B: Grundlagen der Diffusionstheorie

Zur Analyse und Interpretation der Wärmepumpen-Marktdiffusion ist das methodische Gerüst der Diffusionstheorie nach Rogers (2003) zweckmäßig, der in seinem Standardwerk "Diffusion of Innovations" zahlreiche methodische Zugänge zu Diffusionsprozessen technischer und sozialer Natur beschreibt. Um dem Leser und der Leserin der vorliegenden Wärmepumpen-Roadmap einen effizienten Zugang zu den wesentlichen Aspekten der Diffusionstheorie zu eröffnen, werden im Folgenden einige grundlegende Zusammenhänge dargestellt.

#### Der Innovations-Entscheidungsprozess

Der Innovations-Entscheidungsprozess beschreibt die zeitliche Abfolge von Ereignissen und Wirkungsmechanismen, welche beim potenziellen Anwender zu einer Implementierung oder Ablehnung einer Innovation führen. Dieser Entscheidungsprozess ist in **Abbildung A.1** dargestellt und durchläuft fünf Stufen von der ersten Kenntnisnahme der Existenz der Innovation bis zur Stufe der Bestätigung nach der Implementierung der Innovation.



**Abbildung A.1:** Modell des Innovationsentscheidungsprozesses nach Rogers (2003)

Den Ausgangspunkt der Diffusion einer technischen Innovation bilden die historisch vorgegebenen Randbedingungen, in die sich eine technische Innovation fügt. Die historische Praxis (sozusagen der Status Quo) kann aus einer historischen Lösung für die Befriedigung von Bedürfnissen oder der Lösung von Problemen bestehen, oder aber auch gar nicht vorhanden sein. Es ist denkbar, dass vor allem in letzterem Fall in einem sozialen System gar keine entsprechenden Bedürfnisse oder Problemlösungsnotwendigkeiten existieren. Falls jedoch ein historischer Bedarf sowie entsprechende Ansätze zur Befriedigung desselben vorhanden sind, so kann dies mittels Lösungen unterschiedlicher Innovationsgrade geschehen sein (z.B. low tech vs. high tech oder unterschiedliche technische Lösungen zur Befriedigung einer Energiedienstleistung). Einen weiteren wesentlichen Ausgangspunkt für die Implementierung von Innovationen stellen die im jeweiligen sozialen System gültigen Normen dar.

Die Charakteristiken des jeweiligen Entscheidungsträgers (oder einer beliebigen sozialen Einheit, die Entscheidungen fällt), welcher in der Folge mit einer Innovation und deren Diffusionsprozess konfrontiert ist, bilden weitere wesentliche Grundlagen des gesamten Prozesses. In diesen Bereich sind die sozioökonomischen Charakteristiken (z.B. Einkommen), die Persönlichkeitsmerkmale (z.B. risikoavers) und das Kommunikationsverhalten zu stellen.

Wird nun eine Innovation in ein System von historisch gegebenen Startbedingungen eingefügt, so lässt sich der darauf folgende Diffusionsprozess grob in 5 Stufen gliedern:

### I. Kenntnisnahme

Ein Individuum (oder eine beliebige soziale Einheit, die Entscheidungen fällt) erlangt Kenntnis von der Existenz einer technischen Innovation und ein zumindest grobes Verständnis, wie diese Innovation funktioniert. Drei Arten von Wissen über Innovationen lassen sich unterscheiden:

1. Information, dass die Innovation überhaupt existiert
2. Information, die notwendig ist, um eine Innovation richtig anzuwenden
3. Information über die einer Innovation zugrunde liegenden Prinzipien, die bewirken, dass die Innovation funktioniert

In dieser ersten Diffusionsstufe entsteht zunächst die grundlegende Information über die Existenz der Innovation, welche den eigentlichen Diffusionsprozess einleitet. Danach beginnt, in Abhängigkeit von der Motivation des Individuums oder der sozialen Einheit die Suche nach anwendungsrelevanten Informationen, die sich auch noch über die zweite und dritte Stufe des Innovations-Entscheidungsprozesses erstrecken kann. Tiefgehende Informationen über die funktionalen Prinzipien einer Innovation können, müssen während des Innovations-Entscheidungsprozesses aber nicht erworben werden.

### II. Meinungsbildung

In dieser Stufe des Diffusionsprozesses wird eine Meinung bezüglich einer technischen Innovation gebildet. Wichtige Fragen in dieser Stufe des Diffusionsprozesses sind „Was sind die Konsequenzen der Innovation?“ oder „Welche Vorteile und Nachteile bringt die Innovation in meiner spezifischen Situation?“. Information zur Reduktion der Unsicherheit wird in dieser Phase zumeist von nahe stehenden Bezugspersonen (Verwandte, Freunde, Bekannte) eingeholt. Am Ende steht eine positive oder negative Meinung bzw. Einstellung zur Innovation.

Wie eine Innovation von den potentiellen Anwendern wahrgenommen wird, ist mitbestimmend dafür, wie schnell sich diese verbreitet. Die Bedeutung der folgenden fünf Attribute ist als besonders wesentlich herauszustreichen:

1. Der relative Vorteil gibt an, um wie viel vorteilhafter eine technische Innovation im Vergleich zu bereits etablierten Produkten bzw. Konzepten wahrgenommen wird. Ökonomische Größen, aber auch soziales Prestige oder Bequemlichkeit können hier eine wesentliche Rolle spielen. Entscheidend ist nicht der objektive relative Vorteil, sondern der subjektiv wahrgenommene!
2. Die Kompatibilität drückt aus, inwieweit eine Innovation kompatibel ist mit Werten und Normen, mit Erfahrungen und Praktiken aus der Vergangenheit sowie den Bedürfnissen der potenziellen Anwender einer Innovation. Eine weitere Dimension der Kompatibilität ist die technische Kompatibilität, welche die Kombinierbarkeit von weiteren Systemkomponenten (auch Bestandskomponenten) beschreibt.
3. Die Komplexität ist ein Maß dafür, wie schwierig es ist, eine Innovation zu verstehen und anzuwenden. Auch in diesem Bereich ist es entscheidend, welche subjektive Komplexität von den entsprechenden Zielgruppen wahrgenommen wird. Die objektive Komplexität ist nebensächlich.

4. Die Testbarkeit bezieht sich darauf, inwieweit eine Innovation oder ein Teil einer Innovation von den potenziellen Nutzern mit geringem Einsatz und Risiko getestet werden kann. Der potenzielle zukünftige Anwender muss die Innovation dabei nicht selbst ausprobieren, es kann auch reichen, wenn eine nahe stehende Bezugsperson oder eine meinungsbildende Person diese Innovation ausprobiert.
5. Die Sichtbarkeit bezieht sich darauf, wie sichtbar eine Innovation ist, bzw. wie sehr diese als sichtbar wahrgenommen wird, und ob die Sichtbarkeit der Innovation in dem sozialen System, in dem die Innovation implementiert werden soll, positiv oder negativ bewertet wird. Die Auswirkung der Sichtbarkeit kann sich mit dem Fortschreiten der Marktdiffusion auch verändern und z.B. von einem Hemmnis zu einem fördernden Faktor werden und umgekehrt.

### III. Entscheidung

Diese Stufe im Innovations-Entscheidungsprozess tritt dann auf, wenn Aktivitäten gesetzt werden, die dazu führen, dass die technische Innovation übernommen wird oder abgelehnt wird. Das Ausprobieren der Innovation oder eines Teils einer Innovation – falls möglich – ist eine besonders wichtige Aktivität in dieser Stufe. Das eigene Ausprobieren kann auch dadurch, dass eine nahe Bezugsperson diese Innovation ausprobiert, ersetzt werden (siehe auch oben bei "Testbarkeit"). Das Installieren von Demonstrationsobjekten und das Anwenden der Innovation durch einen lokalen Meinungsführer kann auch diesen Effekt bewirken und die Verbreitung einer Innovation beschleunigen.

### IV. Implementierung

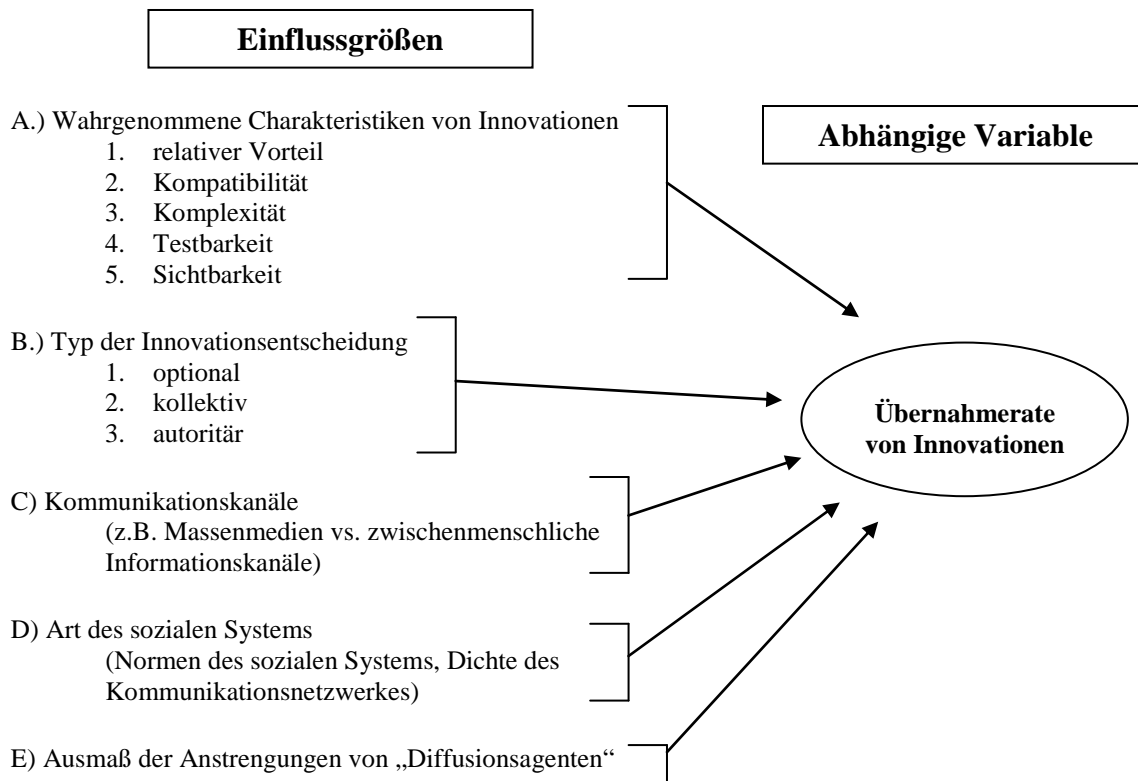
An dieser Stelle des Diffusionsprozesses erfolgt die tatsächliche Umsetzung der Entscheidung, die Innovation zur Anwendung zu bringen. Falls eine Modifikation der Innovation in der Phase der Anwendung erfolgt, spricht man von "Re-Invention".

### V. Bestätigung

In dieser Stufe wird nach Informationen gesucht, die den Anwender einer technischen Innovation darin bestärken, mit der Anwendung der Innovation fortzufahren. Falls jedoch Informationen entstehen, welche die Anwendung der Innovation in Frage stellen, kann auch die Anwendung der Innovation abgebrochen werden. Im Gegensatz dazu kann auch der Fall eintreten, dass eine in Stufe III getroffene Entscheidung, die Innovation abzulehnen, rückgängig gemacht wird und die Innovation übernommen wird.

## **Einflussgrößen auf die Geschwindigkeit der Ausbreitung von Innovationen**

Neben der Art, wie oben beschriebene Attribute von Innovationen subjektiv von den potenziellen Anwendern wahrgenommen werden, existieren noch andere Einflussgrößen, welche die Geschwindigkeit der Ausbreitung von Innovationen (Übernahmerate) beeinflussen. **Abbildung A.2** gibt einen Überblick über diese Einflussgrößen.



**Abbildung A.2:** Einflussgrößen auf die Übernahmerate von Innovationen

### A. Wahrgenommene Charakteristiken von Innovationen

Diese Attribute wurden bereits oben beschrieben. Kurz zusammengefasst lässt sich der entsprechende Einfluss auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit von technischen Innovationen wie folgt beschreiben:

- Je höher der relative Vorteil einer Innovation eingeschätzt wird,
- je kompatibler eine Innovation mit bestehenden Werten und Normen, bisherigen Erfahrungen und Praktiken und bestehenden Bedürfnissen ist,
- je weniger komplex eine Innovation wahrgenommen wird,
- je einfacher es ist, eine Innovation ohne Kosten und Risiko auszuprobieren,
- je leichter es ist, eine Innovation als sichtbar wahrzunehmen (falls die Sichtbarkeit positiv belegt ist),

desto schneller erfolgt die Ausbreitung dieser Innovation.

### B. Typ der Innovationsentscheidung

Drei Typen von Innovationsentscheidungen werden unterschieden:

- ❖ optional: Die Entscheidung, eine Innovation zu übernehmen oder abzulehnen, wird vom Einzelnen getroffen.
- ❖ kollektiv: Die Entscheidung wird im Konsens von (fast) allen Mitgliedern eines sozialen Systems getroffen.

- ❖ autoritär: Die Entscheidung wird von einzelnen oder relativ wenigen Individuen innerhalb eines sozialen Systems getroffen, die über Macht, Status oder ExpertInnenwissen verfügen.

Die höchste Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Innovation ist bei autoritären Entscheidungen gegeben, wobei bei autoritären Entscheidungen die Tendenz auf Seiten des Individuums besteht, die Innovation nicht gemäß der autoritären Entscheidung umzusetzen und so die Entscheidung zu umgehen. Innovationen breiten sich bei optionalen Entscheidungen schneller aus als bei kollektiven. Je mehr Personen im Entscheidungsprozess involviert sind, desto langsamer erfolgt die Ausbreitung einer Innovation.

### C. Kommunikationskanäle

Über Kommunikationskanäle werden innerhalb eines sozialen Systems Nachrichten von einem Individuum an ein anderes weitergegeben, bzw. allgemeiner von einer Einheit eines sozialen Systems an eine andere Einheit. Von Bedeutung für die Verbreitung von Innovationen sind Massenmedien und interpersonelle Kanäle. Während Massenmedien darin effektiver sind, eine Innovation überhaupt bekannt zu machen, d.h. insbesondere in der Stufe I des Innovations-Entscheidungsprozesses einen wichtigen Einfluss haben können, ist der persönliche Austausch mit Bezugspersonen von Bedeutung, wenn es darum geht, sich eine Meinung über die Innovation zu bilden (Stufe II, ev. auch III des Innovations-Entscheidungsprozesses).

### D. Art des sozialen Systems

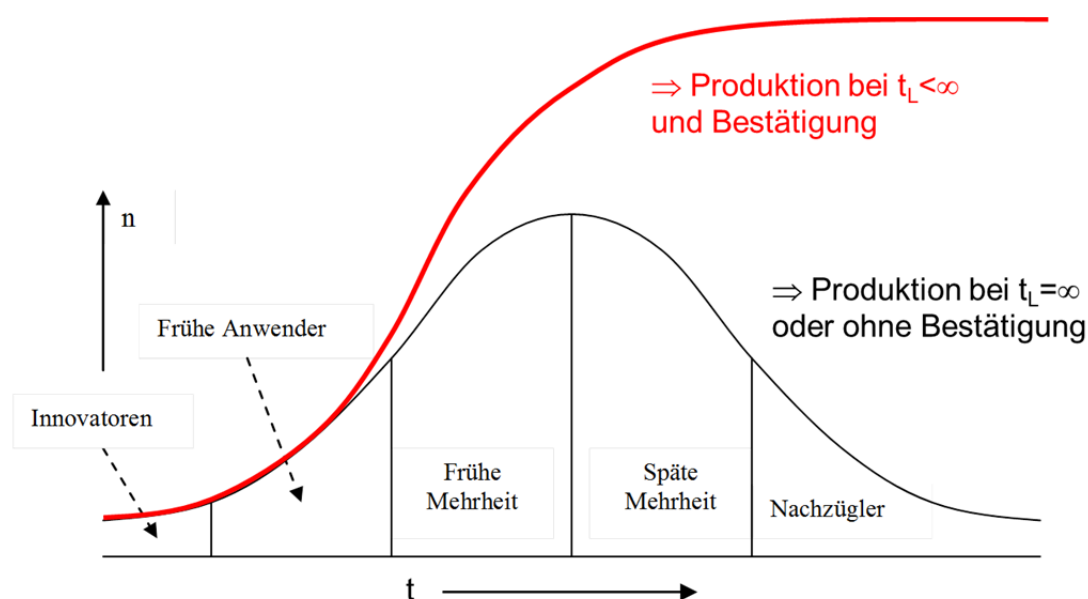
Gemeint sind hier der Einfluss von Normen eines sozialen Systems sowie die Dichte des Kommunikationsnetzwerks innerhalb des sozialen Systems.

### E. Ausmaß der Anstrengungen des Diffusionsagenten

Die aktive Beeinflussung von lokalen Meinungsführern ist die wichtigste Rolle, die Diffusionsagenten während der Ausbreitung einer Innovation zukommt. Nachdem eine kritische Masse von meinungsbildenden Personen eine Innovation übernommen hat, erfolgt die Ausbreitung der Innovation weitgehend "von allein", sprich ohne weiteres Zutun des Diffusionsagenten.

## **Innovativität und Kategorien von Anwendern**

Die Ausbreitung einer Innovation ist ein Prozess, der in einem sozialen System über die Zeit erfolgt. **Abbildung A.3** zeigt die idealisierte Darstellung des Ausbreitungsprozesses, welche der Form einer Glockenkurve folgt (auf der Ordinate ist die Anzahl der Individuen oder Systemeinheiten (n) aufgetragen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt eine bestimmte Innovation übernehmen). Eine Kategorisierung der Anwender lässt sich je nachdem, wann die Innovation übernommen wird, vornehmen. Die Bezeichnungen der fünf Kategorien und die relative Größe lassen sich ebenfalls aus **Abbildung A.3** entnehmen. Den einzelnen Anwender-Kategorien werden hierbei typische (idealisierte) Eigenschaften zugeordnet.



**Abbildung A.3:** Kategorisierung der Anwender nach Zeitpunkt der Innovationsübernahme und Auswirkungen auf die Produktion der Technologie (Stückzahlen)

### Innovatoren

Innovatoren gelten als risikofreudig, verfügen zumeist über ein relativ hohes Einkommen (das Risiko eines Fehlschlags einer Innovation kann von dieser Gruppe auch aus finanzieller Sicht getragen werden) und besitzen meist ein überdurchschnittliches technisches Verständnis oder Interesse. Innovatoren sind eher kosmopolitisch orientiert und müssen nicht unbedingt von den Mitgliedern des lokalen sozialen Systems akzeptiert sein, aber sie erfüllen die Aufgabe, eine Innovation von außerhalb der Systemgrenzen des lokalen (sozialen) Systems in dieses System zu importieren.

### Frühe Anwender

Die Mitglieder dieser Gruppe sind in das lokale soziale System wesentlich stärker integriert als die Innovatoren. Sie nehmen oft eine meinungsbildende Rolle ein. Diffusionsagenten suchen den Kontakt zu potenziellen frühen Anwendern, um die Diffusion einer Innovation zu beschleunigen. Da die frühen Anwender im Grad ihrer "Innovativität" nicht besonders vor den Durchschnittsbürgern liegen, werden sie eher als die Innovatoren als Vorbilder akzeptiert.

### Frühe Mehrheit

Mitglieder der "Frühen Mehrheit" haben häufigen Kontakt mit nahen Bezugspersonen, haben aber selten die Rolle von Meinungsführern inne. Sie sind etwas zögernd, werden aber von Meinungsführern beeinflusst. Im Bereich der frühen Mehrheit ist auch davon auszugehen, dass sich der Preis der Technologie gemäß der Lernkurve selbiger bereits reduziert hat, so dass sich das ökonomische Risiko für Anwender aus dieser Gruppe bereits reduziert hat.

### Späte Mehrheit

Die Übernahme einer Innovation kann für diese Gruppe bereits aus ökonomischen Notwendigkeiten oder sozialem Druck erfolgen. Mitglieder dieser Gruppe stehen der Innovation



auch skeptisch gegenüber, wobei die Funktion einer technischen Innovation durch die zu diesem Zeitpunkt gegebene häufige Anwendung bereits bewiesen ist.

### Nachzügler

Die "Nachzügler" sind die letzten, die in einem sozialen System eine Innovation übernehmen. Dies kann an einer sehr traditionellen Grundeinstellung, an einer sehr isolierten Stellung innerhalb des sozialen Netzwerks, aber auch an bestimmten Wertvorstellungen, die zu der Innovation in starkem Gegensatz stehen, liegen.

Die Übernahme der technischen Innovation durch die Gruppe der Nachzügler (stark gesunkene Diffusionsraten) kennzeichnet somit auch, dass die Technologiediffusion ausläuft und jener Anteil der Grundgesamtheit, der prinzipiell von der Innovation erreichbar ist erschöpft ist. Soll eine neue Dynamik der Marktdiffusion erzielt werden (weil z.B. eine Zielvorgabe noch nicht erreicht wurde), so sind die hier dargestellten Merkmale der Innovation so zu verändern, dass zusätzliche Nutzergruppen neu adressiert werden können.

Je nach Lebensdauer der Technologie und je nachdem ob eine Technologie nach Ablauf der Lebensdauer bestätigt wird oder nicht, ergeben sich für die Technologieproduzenten unterschiedliche Verläufe der Produktions- bzw. Verkaufszahlen, siehe auch **Abbildung A.3**. In Abhängigkeit von der Lebensdauer  $t_L$  und der Diffusionsgeschwindigkeit erfolgt die Bestätigung oder die Ablehnung nach erstmaliger Implementierung synchron mit der erstmaligen Implementierung in einer der beschriebenen Anwenderkategorien. Soll ein Systemwechsel erfolgen (z.B. von einem Energiesystem basierend auf fossiler Energie auf ein Energiesystem basierend auf erneuerbarer Energie), so liegen lange Technologielebensdauern (z.B. Gebäudeeffizienz-Technologien oder Heizungstechnologien) und lange Diffusionszeitkonstanten vor. Umso wichtiger ist es in diesem Fall, dass Innovationen von den Innovatoren und frühen Anwendern einerseits bestätigt werden und sich die Merkmale der Innovationen in ausreichender Geschwindigkeit so verändern, dass sie für die Mehrheiten (frühe u. späte) attraktiv sind. Gefragt sind somit sowohl technische als auch ökonomische Lernkurven der Technologie. Nur wenn diese Verhältnisse gegeben sind, kann es zu temporär exponentiellen Diffusionsverläufen kommen, welche für eine rechtzeitige Systemumstellung von existenzieller Bedeutung sind.