

Potenziale für Strom im Wärmemarkt bis 2050

Wärmeversorgung in flexiblen Energieversorgungssystemen
mit hohen Anteilen an erneuerbaren Energien

Berlin, 08.06.2015

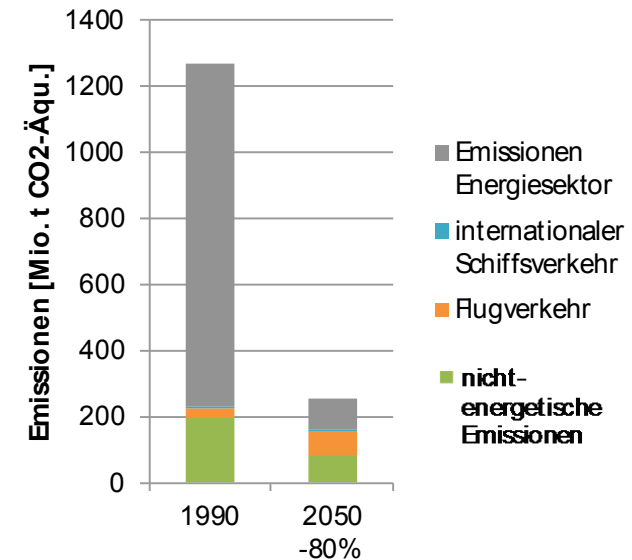
Gliederung

- **Hintergrund und Motivation**
- **Ausgangssituation und Randbedingungen**
- **Ziele und Methodik der Studie**
- **Anwendungsfälle und Technologien**
- **Simulationsergebnisse für Anwendungsfälle**
- **Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen**

Hintergrund und Motivation

Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung

- **Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Bruttostromerzeugung auf mind. 80% bis 2050**
 - ➔ in VDE-Studien untersucht (z.B. Studie zum Speicherungsbedarf, 2012)
- **Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (THG) um 80% bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Referenzjahr 1990**
 - ➔ Erfordert weitgehende Substitution fossiler Primärenergieträger durch erneuerbare Energien und Effizienzsteigerung in allen Sektoren
 - ➔ Erneuerbare Energien werden zum größten Teil durch Strom erschlossen (Sonne, Wind, Wasser)
 - ➔ Paradigmenwechsel: Strom aus diesen erneuerbaren Quellen wird zukünftig zum Primärenergieträger (keine verlustbehaftete Umwandlung erforderlich)
 - ➔ Einfluss auf den Wärmemarkt ist Gegenstand der vorliegenden Studie



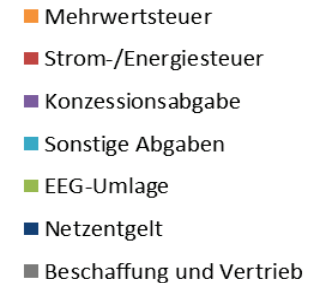
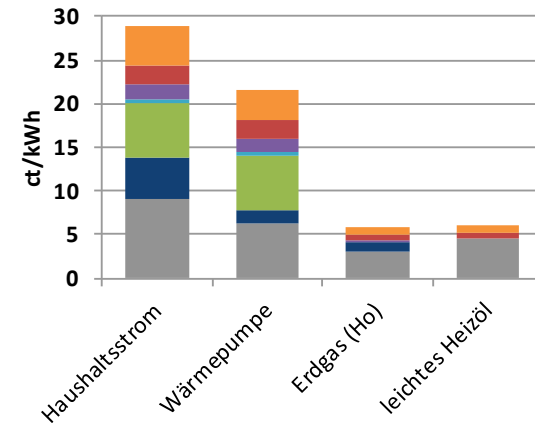
Ausgangssituation und Randbedingungen

Während der letzten zwei Dekaden hat die Akzeptanz zur Nutzung von Strom für die Wärmeerzeugung stark abgenommen

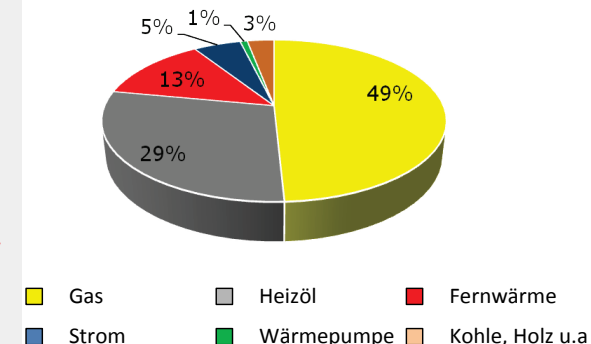
- **aufgrund stetiger Erhöhung der Stromtarife, insbesondere durch Belastung mit Steuern und Abgaben**
 - lässt sich der Preisunterschied zwischen fossilen Energieträgern und Strom (Faktor 3...4) selbst mit effizienten Wärmepumpen kaum noch ausgleichen
 - werden Wärmepumpen praktisch nur noch im Neubaubereich nachgefragt (selbst dort stagnierend)
 - werden sinnvolle Stromwärmeanwendungen nicht realisiert
- **obwohl die Effizienz der Stromerzeugung im Erzeugungsmix ständig steigt: Indikator: „Primärenergiefaktor“ (f_p)**

Durch EE-Zubau ($f_p = 0$) und effizientere Kraftwerke konnte der Primärenergiefaktor für Strom im Erzeugungsmix von früher 3,0 auf 1,8 (ab 2016) gesenkt werden

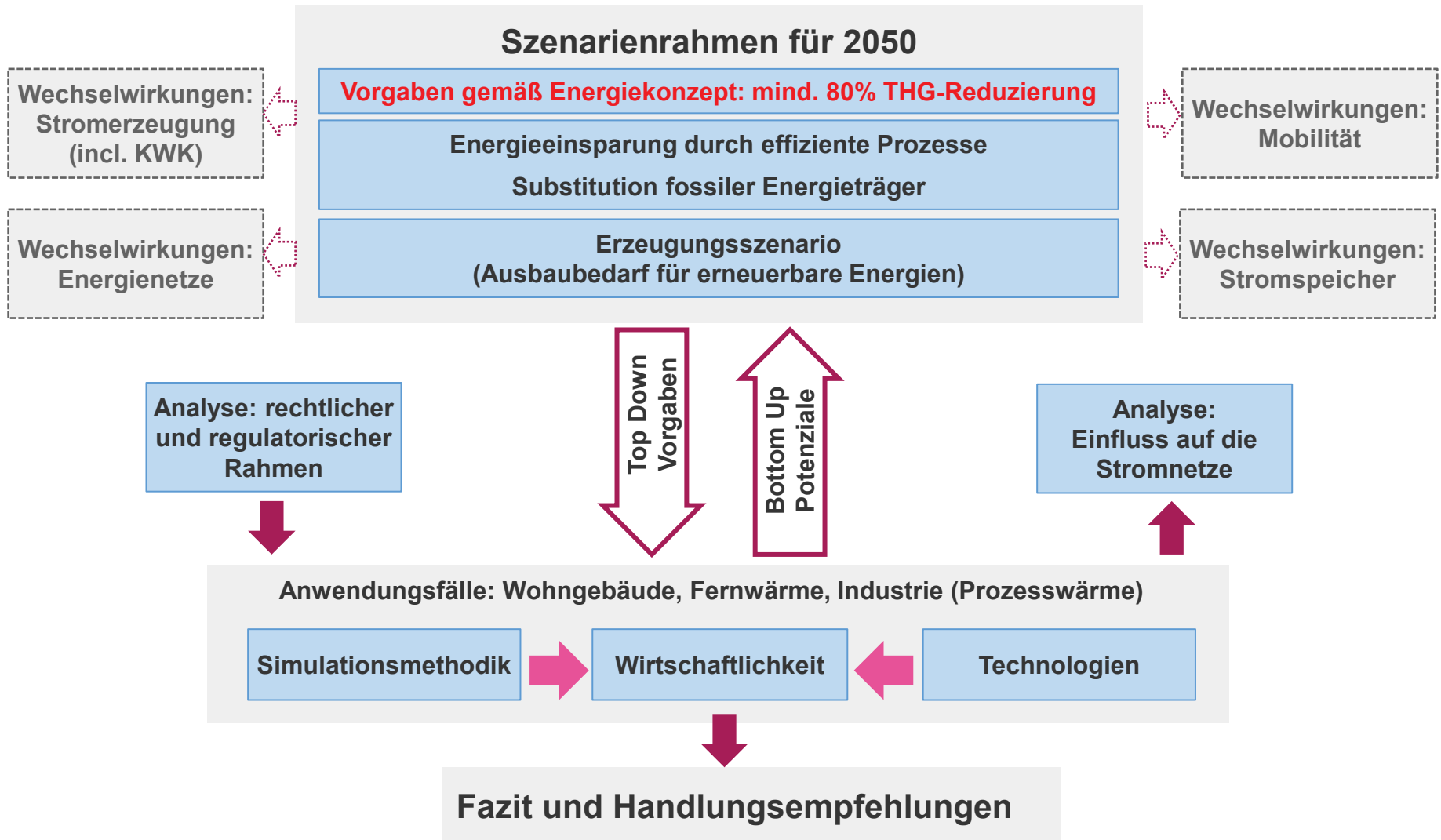
 - Elektrische Wärmepumpen sind bereits im heutigen Erzeugungsmix effizienter als Brennwertkessel
- **94% des privaten Wärmebedarfs werden heute mit fossilen Energieträgern gedeckt → Substitution fossiler Energieträger im Wärmemarkt ist größter Hebel zur THG-Reduktion**



Beheizungsstruktur im Gebäudebestand 2013



Ziele und Methodik der Studie



Technologien für elektrische Wärmeerzeugung und Wärmespeicherung

Haushalte und Gewerbe

- Widerstands-Heizsysteme
 - Heizstäbe
 - Strömungserhitzer
 - Flächenheizsysteme
 - Infrarotstrahler
- Elektrodenheizkessel (Gewerbe)
- Elektrische Wärmepumpe
- Bivalente (hybride) Wärmesysteme

Wärmespeicher

- Sensible Wärmespeicher
- Latente Wärmespeicher
- Thermochemische Wärmespeicher

Industrie und Prozesswärme

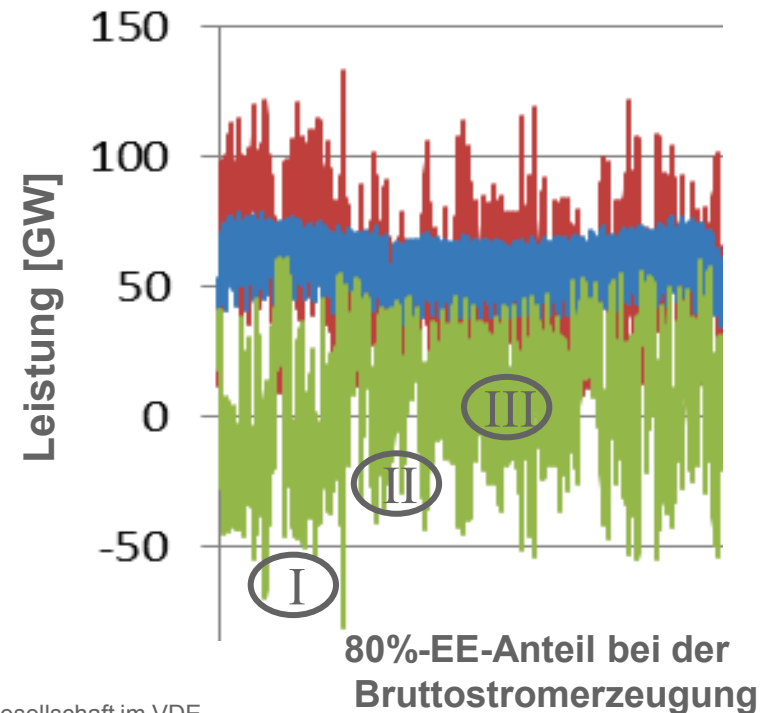
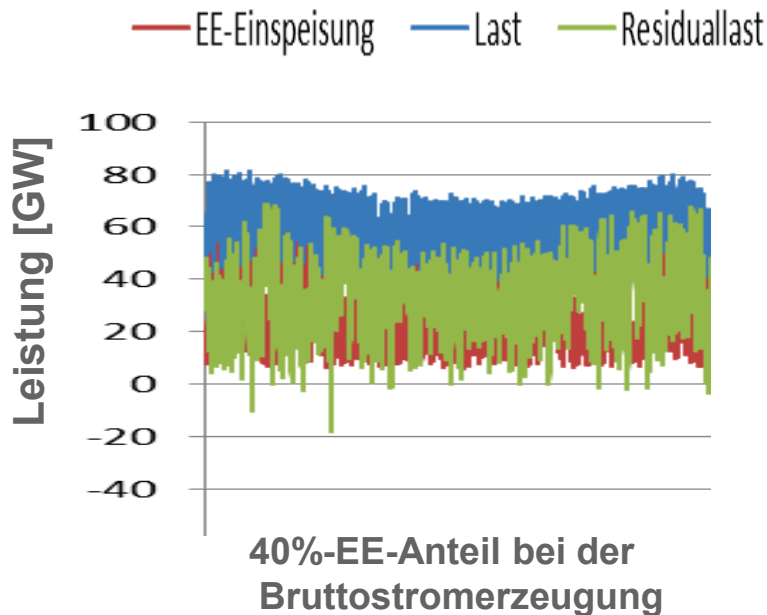
- Prozesse und Verfahren
 - Konduktive Widerstandserwärmung
 - Induktive Erwärmung
 - Hochfrequenzerwärmung
 - Magnetische Gleichstrom-Erwärmung
 - Elektrische Infraroterwärmung
- Elektrodenkessel (ggf. mit KWK)
- Elektrische Wärmepumpen

Fernwärmeversorgung

- Elektrische Großwärmepumpen
- Bivalente (hybride) Wärmesysteme
z.B. KWK und Elektrodenheizkessel

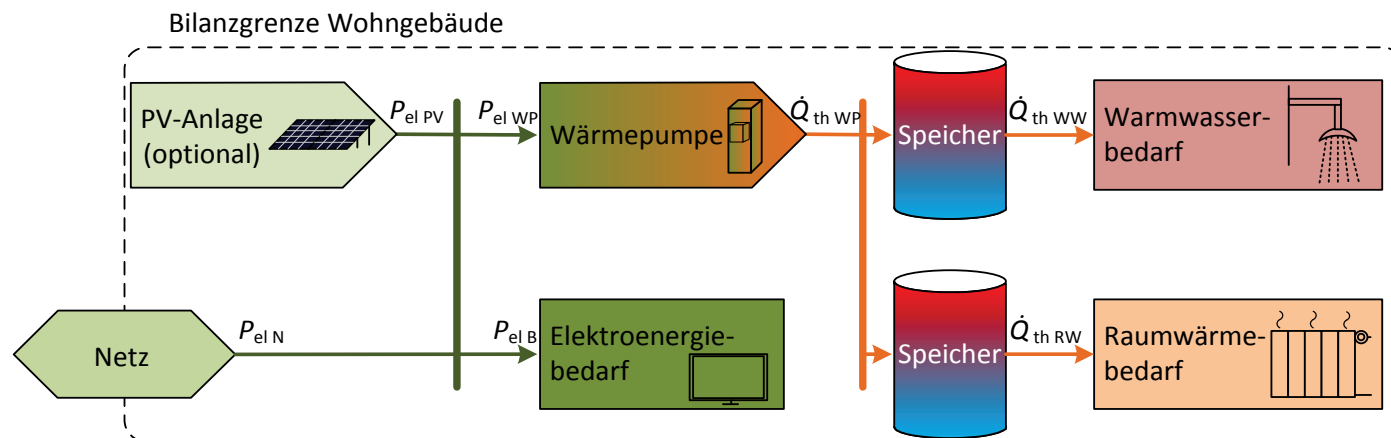
Charakteristik der EE-Erzeugung und deren Nutzung mit Power-to-Heat

- **Seltene Leistungsspitzen** sind auch zukünftig **wirtschaftlich nicht nutzbar**. (I)
- Lastmanagement mit **Widerstandsheizung** ermöglicht aufgrund **niedriger Investitionskosten** eine wirtschaftliche Nutzung **kurzzeitiger EE-Überschüsse**. (II)
- **Wärmepumpen** sind aufgrund ihrer **hohen Effizienz** die sinnvollste Maßnahme für die Nutzung von Power-to-Heat in der **Mittel- und Grundlast**. (III)



Anwendungsfall „Versorgung von Wohngebäuden“ mit Wärmepumpen

- Elektrische Wärmepumpen weisen im Vergleich mit anderen Optionen zur Wärmeerzeugung die **höchste Brennstoffeffizienz** auf
- Elektrische Wärmepumpen können einen wesentlichen Beitrag zur **Erhöhung der Eigenbedarfsquote** (bei PV-Anlagen) leisten.
besonders interessant für Kunden, bei denen die EEG-Förderung ausläuft
→ Wärmespeicher unterstützen die Nutzung
- Der zusätzliche Einsatz von Strom aus dem Netz ist eine energetisch sinnvolle Maßnahme um steigende Stromerzeugung aus EE zu nutzen
→ aber: **Bei weiter steigenden Strompreisen nicht mehr wirtschaftlich**

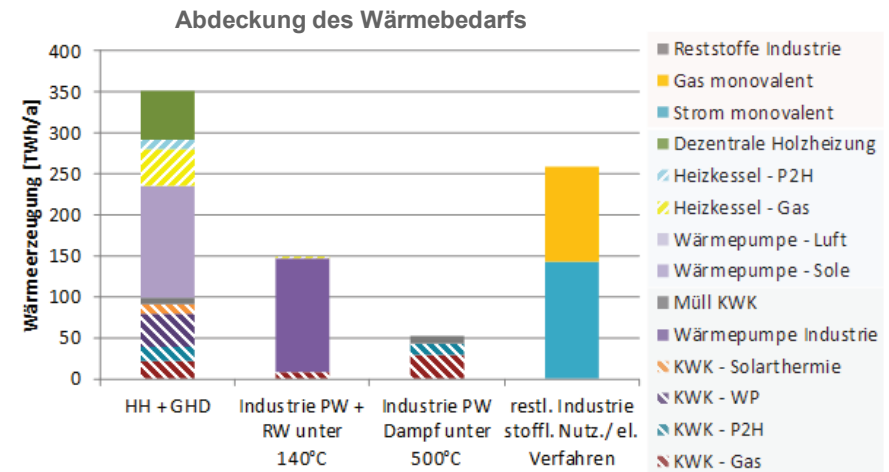
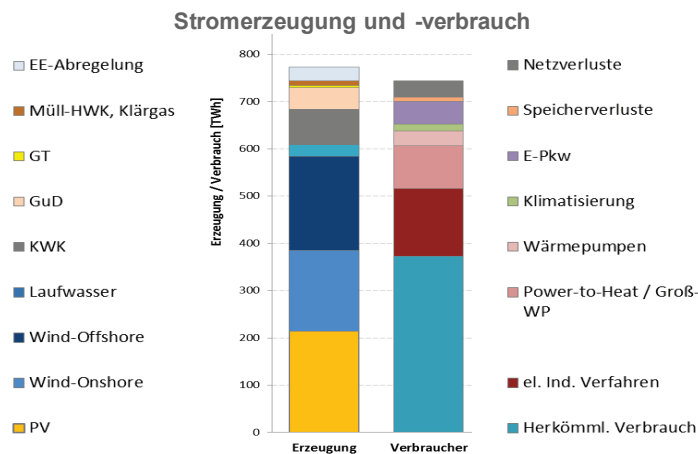


Bereitstellung von Netz- und Systemdienstleistungen mit Power-to-Heat

- Bereitstellung von **Regelleistung** mit Power-to-Heat (Elektrodenkessel) ist in Kombination mit Fernwärmesystemen (Hybridisierung) **heute bereits wirtschaftlich** und wird in verstärktem Maße genutzt.
- Der Einsatz von Power-to-Heat Anlagen ist heute insbesondere in der **Industrie** vorteilhaft, da hier **ganzjährig hohe Leistungen** abgerufen werden können.
- Bei Haushaltskunden steht mit der **Trinkwassererwärmung** ebenfalls ein **ganzjährig verfügbares (Regel-)Potenzial** zur Verfügung.
(ca. 6 kWh_{th} pro Tag bei einem Vierpersonenhaushalt)
- Ein gesteuerter Betrieb von Wärmepumpen in Wohngebäuden trägt zur **Netzentlastung** bei. (Die höchste Netzbelastung wird i.d.R. durch die Einspeisung aus PV-Anlagen vorgegeben)
- Ein gesteuerter Betrieb von Wärmepumpen in Wohngebäuden unterstützt zusätzlich die **Spannungshaltung** in Niederspannungsnetzen.
- Power-to-Heat als Maßnahme zum Lastmanagement (Demand-Side-Management) **reduziert den Bedarf für Kurzzeit-Stromspeicher**.

Szenario für das Jahr 2050 mit dem Ziel einer 80%-THG-Einsparung

- Mit dem Szenario lässt sich das Ziel einer 80% THG-Einsparung im Jahr 2050 erreichen. In weiteren Szenarien wurden auch noch höhere THG-Einsparungen betrachtet.
- Unter den getroffenen Annahmen für die Entwicklung der unterschiedlichen Bedarfe sowie der Kosten für Technologien und Brennstoffe wird ein kostenminimales Szenario ermittelt. (Anmerkung: andere Annahmen können zu anderen Ergebnissen führen.)
- Aufgrund von Effizienzmaßnahmen im konventionellen Stromverbrauch und effizienter PtH-Systeme (insbes. Wärmepumpen) steigt der Strombedarf gegenüber heute nur um ca. 25%. Der Bedarf für den Ausbau der Erneuerbaren Energien ist dadurch auch am geringsten.
- Neben PtH in Haushalt und Gewerbe kann die Umstellung auf elektrische Verfahren in der Industrie einen großen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.



Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

- Nur durch eine **weitgehende Substitution fossiler Energieträger im Wärmesektor durch EE** lassen sich die Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung erreichen.
- **Power-to-Heat ist die kostengünstigste Variante**, um fossile Energieträger im Wärmemarkt zu substituieren. Elektrische Wärmepumpen haben dabei die höchste Effizienz.
- **Mit dem EE-Ausbau sinkt der Primärenergiefaktor für Strom. Die energetische Attraktivität von Strom im Wärmemarkt wird dadurch ständig verbessert.**
- Elektrische Wärmeerzeuger sind schnell regelbar und **können zur Erbringung von Systemdienstleistungen (z.B. Regelleistung) eingesetzt werden.**
- Für den Gebäudesektor stehen **ausgereifte technische Lösungen** zur Verfügung. Für den industriellen Wärmemarkt besteht teilweise jedoch noch Entwicklungsbedarf.
- Wärmespeicher in Verbindung mit einer stromoptimierten Betriebsweise von PtH-Anlagen können die **Netzbelastung senken** und den **Bedarf für Kurzzeit-Stromspeicher verringern.**
- Durch die **Sektorkopplung Strom-Wärme-Gas** kann u.a. das Potenzial des **Gasnetzes als Langzeit-Stromspeicher** erschlossen werden.
- Die Kostenbelastung von Strom mit Steuern und Abgaben ist aktuell sehr hoch. **Für einen wirtschaftlichen Betrieb von PtH-Anlagen müssen die Tarifstrukturen angepasst werden.**
- Für die Umsetzung **fehlen geeignete rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen.**

Unter Mitarbeit von:

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Herbert Bechem | Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG |
| Dr. Markus Blesl | Universitaet Stuttgart, IER |
| Marc Brunner | Universitaet Stuttgart, IEH |
| Jochen Conrad | Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. |
| Tobias Falke | RWTH Aachen, IFHT |
| Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann | TU Dresden, IET |
| Dr. Martin Geipel | Noerr LLP |
| Norman Gerhardt | Fraunhofer IWES |
| Wolfgang Glaunsinger | VDE/ETG |
| Johannes Hilpert | Stiftung Umweltenergierecht |
| Dr. Alois Kessler | EnBW Energie Baden-Württemberg AG |
| Dr.-Ing. Martin Kleimaier | VDE/ETG |
| Prof. Dr.-Ing. Silke Köhler | Beuth Hochschule für Technik |
| Dr. Rolf-Michael Lüking | Fraunhofer IBP |
| Dr. Philip Mayrhofer | enerstorage GmbH |
| Andrea Meinzenbach | TU Dresden, IET |
| Elmar Metten | Stromnetz Berlin GmbH |
| Helene Neugebauer | enerstorage GmbH |
| Prof. Dr. Dieter Oesterwind | FH Düsseldorf (ZIES) |
| Prof. Dr-Ing. Christoph Pels-Leusden | Beuth Hochschule für Technik |
| Joachim Plate | Bundesverband Flächenheizungen e.V. |
| Arno Pöhlmann | Lechwerke AG |
| Philipp Riegebauer | FH Düsseldorf (ZIES) |
| Jörg Rummen | RWE Effizienz GmbH |
| Prof. Dr.-Ing. Peter Schegner | TU Dresden, IEEH |
| Prof. Dr.-Ing. Armin Schnettler | RWTH Aachen, IFHT |
| Prof. Dr.-Ing. Stefan Tenbohlen | Universitaet Stuttgart, IEH |
| Dr.-Ing. Serafin von Roon | Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH |
| Jens Werner | TU Dresden, IEEH |
| Dr.-Ing. Bernhard Wille-Haussmann | Fraunhofer ISE |

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

VDE – Netzwerk Zukunft

Ihr Ansprechpartner :

Dr. Martin Kleimaier

Phone: +49 (0)1520 1523439
martin.kleimaier@t-online.de