

# Power-to-Gas

## PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration Erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

### IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme

<b>Gesamtprojektleitung</b>	Dr. Frank Graf, DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT, Karlsruhe
<b>Projektleitung IGE</b>	Prof. Dr. Jörg Entress
<b>Projektbearbeitung</b>	M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Michael Bachseitz (IGE) M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Meinhard Ryba (IGE)
<b>Mittelgeber</b>	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg über Projektträger Karlsruhe – KIT
<b>Förderprogramm</b>	Baden-Württemberg-Programm „Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS)“
<b>Projektpartner</b>	DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT, Karlsruhe Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion (IIP) sowie Institut Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH), Karlsruhe Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe Stadtwerke Karlsruhe Netze GmbH, Karlsruhe Erdgas Südwest GmbH, Ettingen Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien, Karlsruhe
<b>Laufzeit</b>	11.2013 - 04.2016
<b>Projektbeschreibung</b>	<p>Das Forschungsprojekt ist Teil des Verbundvorhabens „PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für eine effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration Erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg“.</p> <p>Baden-Württemberg, welches bisher einen hohen Atomstromanteil von ca. 50% aufwies, steht durch den beschlossenen Ausstieg aus der Atomkraft und durch die Energiewende mit dem Ziel CO<sub>2</sub>-Emissionen zu minimieren vor großen Herausforderungen. Das Land ist, zur Sicherung der</p>

INSTITUT	IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme
PROJEKT	Power-to-Gas
SCHLAGWÖRTER	Power-to-Gas, Power-to-Heat, PtG-Rückverstromung, KWK, virtuelles Kraftwerk, Kopplung Strom- und Gasnetz als Speicheroption
ANSPRECHPARTNER/IN	Prof. Dr. Jörg Entress

# Power-to-Gas

## PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration Erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

### IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme

wirtschaftlichen Entwicklung und um die Ziele zur Treibhausgasreduktion zu erreichen, darauf angewiesen regenerativen Strom zu importieren und gleichzeitig den Ausbau der erneuerbaren Energien im Bundesland zu forcieren. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien wie z.B. Windkraft und Photovoltaik kommt es jedoch vermehrt zu einer zeitlichen (und auch räumlichen) Verschiebung zwischen Stromproduktion und –nachfrage, da die erneuerbaren Energien von Umweltfaktoren wie Wind und Sonne abhängig und damit nicht steuerbar sind. Um diese Verschiebung ausgleichen zu können, werden verstärkt Speichermöglichkeiten und flexibel steuerbare Kraftwerke zum Ausgleich benötigt. Eine Speichermöglichkeit stellt die Power-to-Gas-Technologie dar, welche bei Stromüberangebot durch Elektrolyse von Wasser Wasserstoff produziert, welcher entweder direkt oder umgewandelt in Methan in das Erdgasnetz eingespeist wird. Das Erdgasnetz dient dabei als Speicher. Zu Zeiten von Strommangel kann dieses Gas zur Stromproduktion genutzt werden. Die effizienteste Rückverstromung erfolgt dabei durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), da neben Strom auch Wärme produziert wird. Um die Wärme nutzen zu können, werden jedoch geeignete Wärmeabnehmer benötigt.

Ziel des von der HBC bearbeiteten Teilprojektes ist es, den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung als stromnetzdienliche Kraftwerke zur Rückverstromung des in Power-to-Gas gewonnenen Gases technisch sowie energetisch zu bewerten. Zu Beginn steht eine Analyse der Entwicklung der Nutzwärme und des Potenzials der KWK-Technologie für Wohngebäude in Baden-Württemberg. Über einen Top-down-Ansatz, der zunächst bundesweite Kennzahlen für z.B. die Gebäudezusammensetzung und die gasversorgten Gebäude berücksichtigt, wird das energetische Potenzial für den Ist-Zustand ermittelt. Dieser Ansatz wird mit Kenntnis über baden-württembergsspezifische Daten verfeinert und für die Stützjahre 2020, 2030 und 2040 fortgeführt. Neben der Potenzialabschätzung wird der netzdienliche Betrieb von KWK-Anlagen in Wohngebäuden untersucht. Im Gegensatz zur wärmegeführten Betriebsweise erfordert dies eine andere Auslegung der KWK-Anlage und des zugehörigen Speichers, um eine möglichst weitgehende Entkopplung der gleichzeitigen Strom- und

INSTITUT	IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme
PROJEKT	Power-to-Gas
SCHLAGWÖRTER	Power-to-Gas, Power-to-Heat, PtG-Rückverstromung, KWK, virtuelles Kraftwerk, Kopplung Strom- und Gasnetz als Speicheroption
ANSPRECHPARTNER/IN	Prof. Dr. Jörg Entress

# Power-to-Gas

## PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration Erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme

Wärmeproduktion von der Wärmenutzung im Gebäude zu ermöglichen. Anhand eines gekoppelten Anlagen- und Gebäudemodells (s. Abb. 1) wird für konkrete Typgebäude untersucht, mit welchen KWK-Speicher-Kombinationen neben einem hohen KWK-Deckungsanteil an der Wärmeproduktion auch eine hohe Verfügbarkeit für das Stromnetz realisierbar ist. Dazu werden unterschiedlich große KWK-Anlagen und Speicher für Typgebäude in Parameter-variationen kombiniert und bewertet.

Die Verfügbarkeit stellt dabei das Verhältnis aus der Zeit, in der die KWK-Anlage tatsächlich läuft, und der Zeit, in der vom Stromnetz eine Anforderung zur Stromproduktion besteht, dar. Das Simulationsmodell bildet ausgehend von der zeitlich aufgelösten Wärmeanforderung des Gebäudes, den thermischen Speicher, die KWK-Anlage sowie die Steuerung für den netzdienlichen Betrieb der KWK ab.

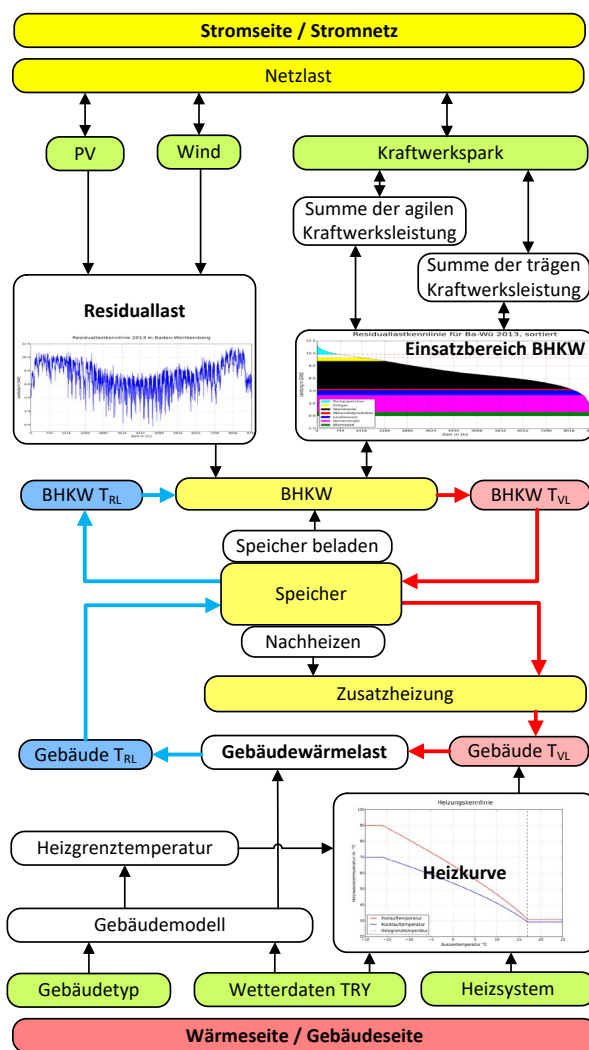


Abb. 1: Gekoppeltes Anlagen- und Gebäudemodell

INSTITUT	IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme
PROJEKT	Power-to-Gas
SCHLAGWÖRTER	Power-to-Gas, Power-to-Heat, PtG-Rückverstromung, KWK, virtuelles Kraftwerk, Kopplung Strom- und Gasnetz als Speicheroption
ANSPRECHPARTNER/IN	Prof. Dr. Jörg Entress

# Power-to-Gas

## PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration Erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme

Die Anforderung vom Stromnetz erfolgt aufgrund des Verlaufes der Residual-last (Netzlast abzüglich dargebotsabhängiger Stromerzeugung durch z.B. PV und Windkraft) und einem vorgegebenen Schwellwert.

In Abb. 2 ist die ermittelte Residuallast für Baden-Württemberg sowie der Einsatzbereich der KWK<10MW (orange schraffiert) für das Jahr 2020 dargestellt.

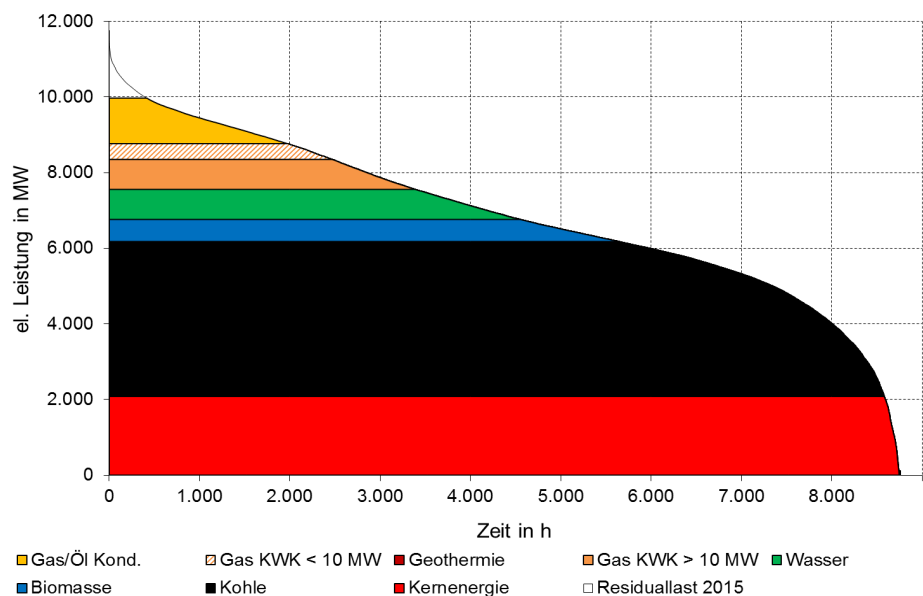


Abb. 2: geordnete Jahresdauerlinie in BW mit KWK-Einsatzbereich für 2020

Erste Ergebnisse zeigen, dass aufgrund der niedrigen Anforderungszeiten in den ersten Stützjahren die Leistung der KWK-Anlage größer sein muss als die einer Anlage, die für den wärmegeführten Betrieb ausgelegt ist, um die geforderten KWK-Deckungsanteile von größer 50% zu erreichen. In den Stützjahren 2030/2040 erhöhen sich die Anforderungszeiten, so dass die Anlagengröße im Bereich der wärmegeführten Anlage liegt. Über alle Stützjahre hinweg ist erkennbar, dass deutlich größere Speichervolumina notwendig sind, um die notwendige Entkopplung von Wärmeproduktion und -nachfrage zu ermöglichen.

INSTITUT	IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme
PROJEKT	Power-to-Gas
SCHLAGWÖRTER	Power-to-Gas, Power-to-Heat, PtG-Rückverstromung, KWK, virtuelles Kraftwerk, Kopplung Strom- und Gasnetz als Speicheroption
ANSPRECHPARTNER/IN	Prof. Dr. Jörg Entress

# Power-to-Gas

## PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration Erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme

In Abb. 3 sind beispielhaft die Verfügbarkeiten verschiedener KWK-Speicherkombinationen für das Jahr 2020 dargestellt. Ziel ist es Verfügbarkeiten von größer 90% zu erreichen.

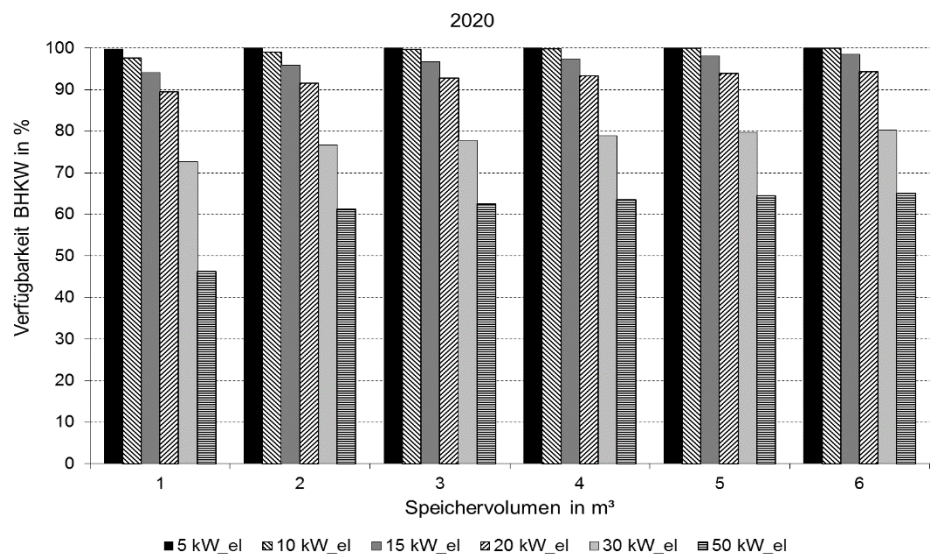


Abb. 3: Verfügbarkeiten verschiedener KWK-Speicherkombinationen für das Jahr 2020

Abschlussbericht unter:

<http://fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/126613/?COMMAND=DisplayBericht&FIS=203&OBJECT=126613&MODE=METADATA>

INSTITUT	IGE Institut für Gebäude- und Energiesysteme
PROJEKT	Power-to-Gas
SCHLAGWÖRTER	Power-to-Gas, Power-to-Heat, PtG-Rückverstromung, KWK, virtuelles Kraftwerk, Kopplung Strom- und Gasnetz als Speicheroption
ANSPRECHPARTNER/IN	Prof. Dr. Jörg Entress