Blockheizkraftwerke und Wärmepumpen
für zukunftsfähige Wärme- und Stromversorgung

SOKRA® therm
Wärmepumpen

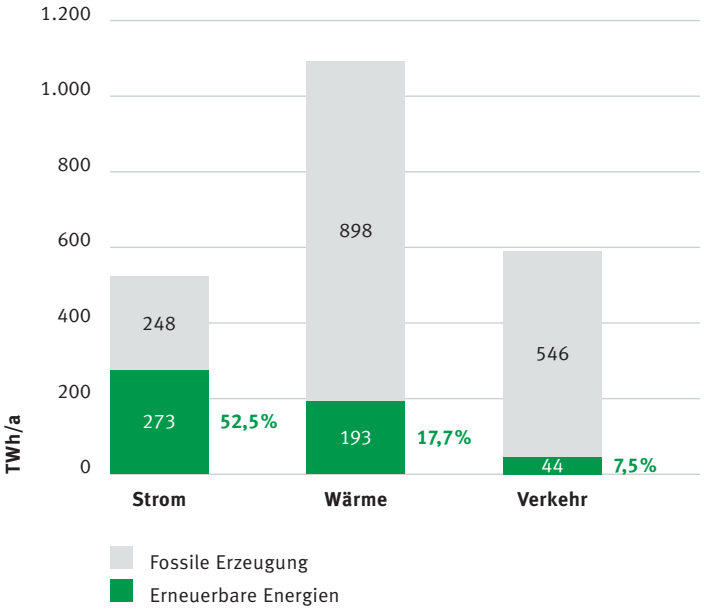
Potenziale in der Energiewende

Ob zukünftig Elektronen oder Moleküle erneuerbar erzeugt, gespeichert und transportiert werden, wird zur zentralen Frage der Energiewirtschaft. Sie spielt eine Schlüsselrolle für die klimaneutrale Energieversorgung der Zukunft. Bislang liegt der energiepolitische Fokus der Diskussion und die Betrachtung der notwendigen Maßnahmen sehr stark auf dem Stromsektor. Der viel größere Verbrauch von Ressourcen findet aber im Bereich der Wärme statt – mit einem bisher sehr geringen Anteil Erneuerbarer Energie (EE). Der Bedarf an wirtschaftlich und technisch sinnvollen Konzepten für den Wärmemarkt ist daher sehr groß.

Im Stromsektor ist die motorbasierte Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit Blockheizkraftwerken (BHKW) seit Jahren schon der ideale Partner zum Ausgleich der volatilen Erzeugung durch Wind- und Sonnenenergie – mit wachsendem Bedarf und steigender Bedeutung für den weiteren Ausbau von Wind- und Photovoltaikanlagen.

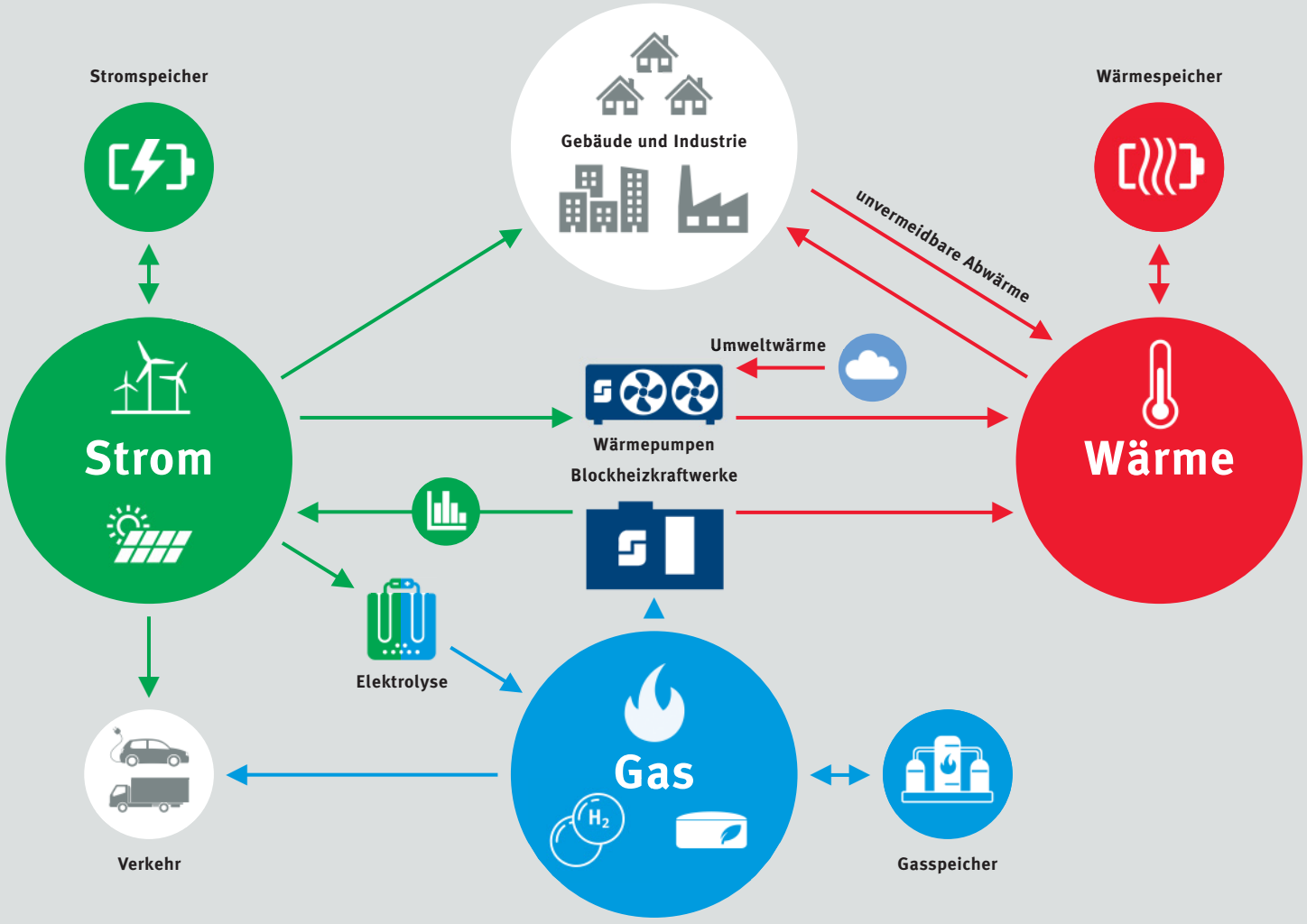
Für den Bereich der Wärme lassen sich durch die Sektorenkopplung mit dezentraler KWK-Wärmeerzeugung und sinnvollen Wärmepumpenkonzepten große Potenziale heben.

Anteil Erneuerbarer Energien am Gesamtverbrauch Deutschland 2023



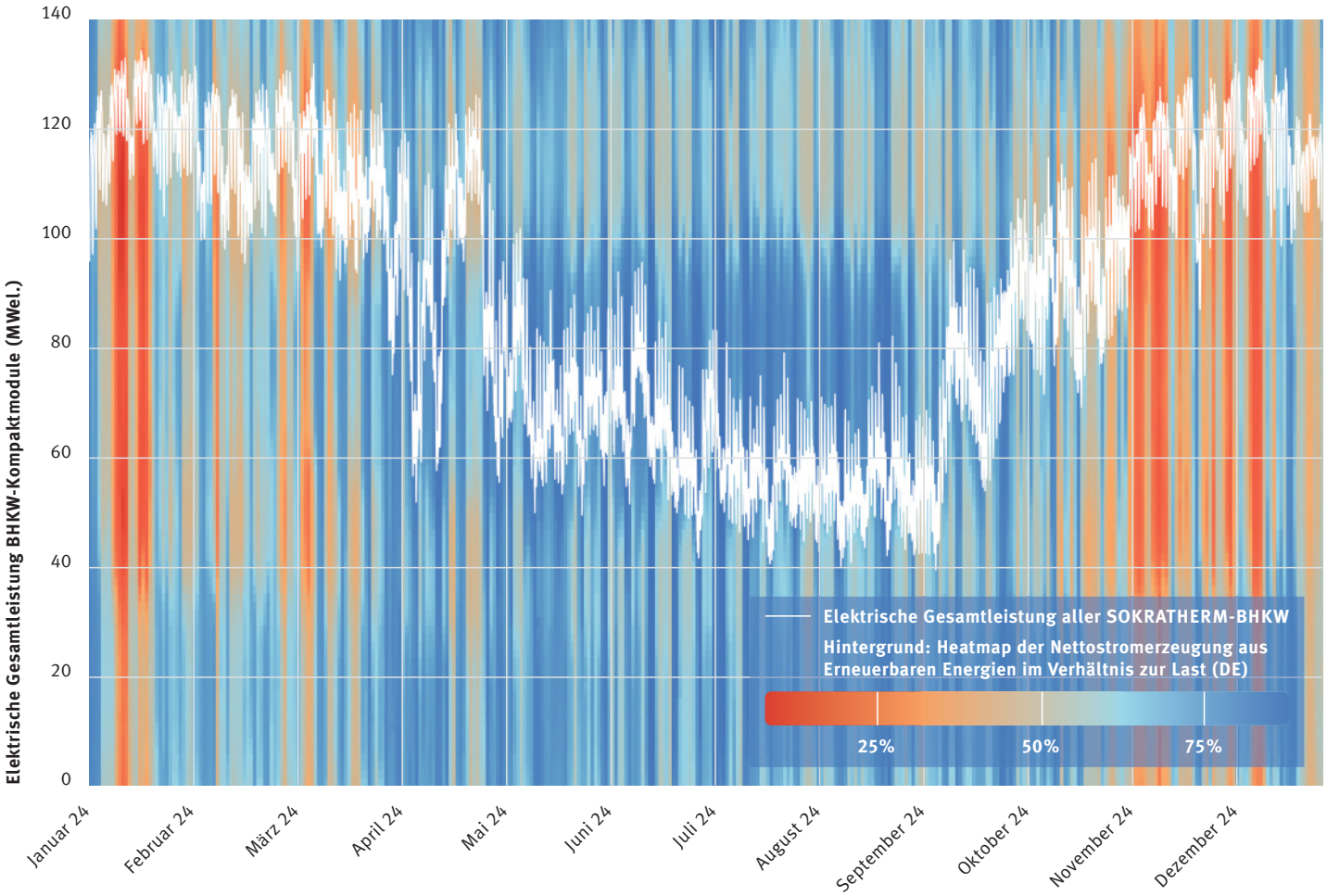
Sektorenkopplung in der zukünftigen Energielandschaft

Um die Vorteile der einzelnen Optionen zur regenerativen Versorgung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität in Einklang zu bringen, ist die vollständige Vernetzung nötig. Zentrale Bausteine für diese Transformation sind auf die aktuellen und künftigen Anforderungen der Energiemärkte abgestimmte Versorgungskonzepte mit Blockheizkraftwerken und Wärmepumpen.



Erneuerbare Energien und Blockheizkraftwerke
Perfektes Team auf dem Weg zur Klimaneutralität

SOKRATHERM BHKW-Kompaktmodule – Virtuelle Gesamtmaschine 2024



Motor der Energiewende

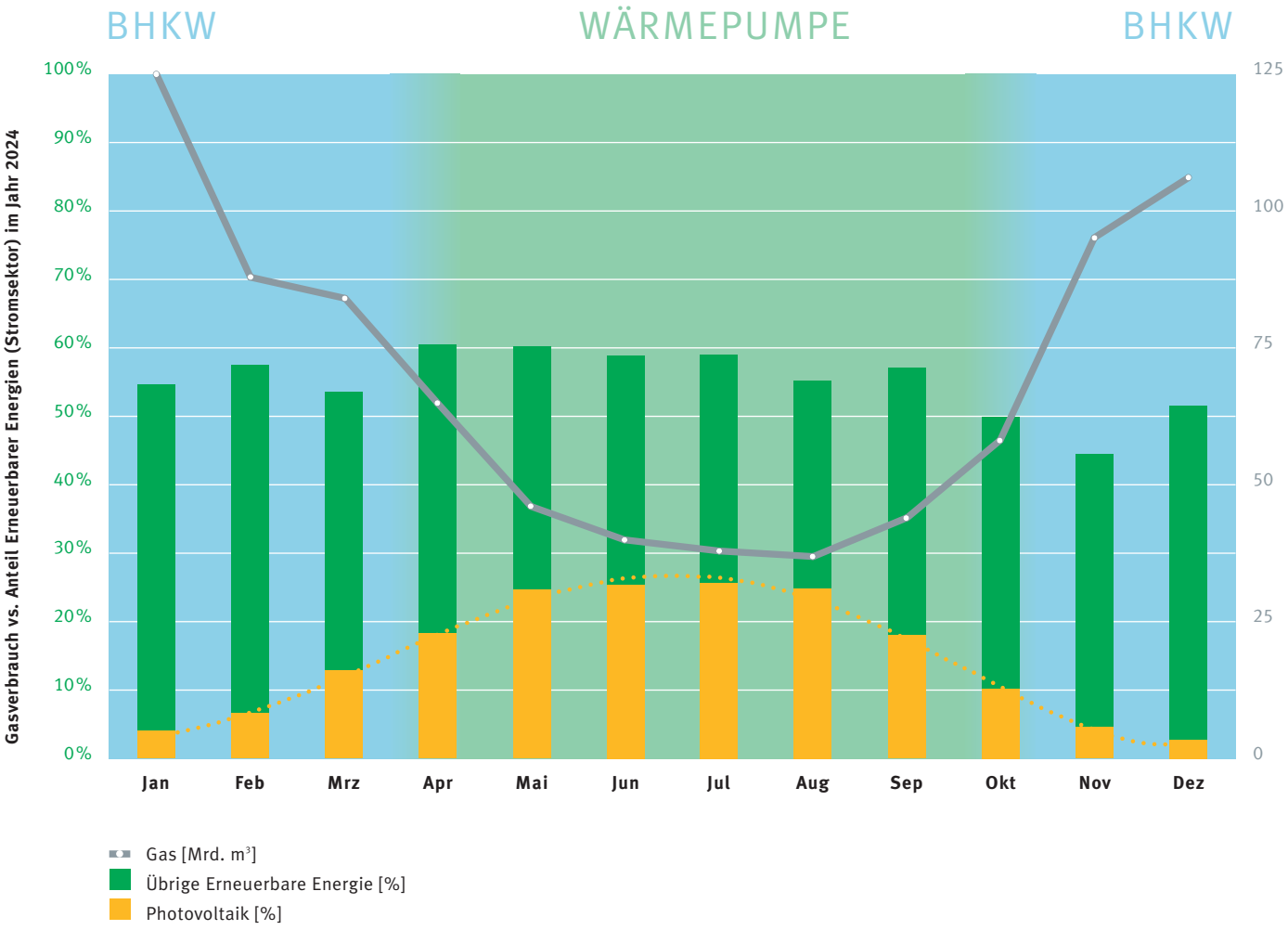
Intelligent ausgelegte Blockheizkraftwerke unterstützen den Ausbau Erneuerbarer Energien ideal. Schon heute liefern sie zumeist witterungsgeführt vorrangig dann Energie, wenn wenig Wind- und Solarstrom zur Verfügung stehen, wie die Grafik eindrucksvoll zeigt. Sie erzeugen punktgenau den Restbedarf, der nicht aus Wind und Sonne gewonnen werden kann, also die sogenannte Residuallast. So verdrängen Blockheizkraftwerke überwiegend Strom aus herkömmlichen Kondensationskraftwerken. Im Unterschied zu diesen wird jedoch im BHKW die bei der Stromerzeugung entstehende Abwärme durch das hocheffiziente KWK-Prinzip für die Wärmeversorgung genutzt. Durch die Bereitstellung von Wärme tragen Blockheizkraftwerke somit in erheblichem Maße zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei.

Residuallast 2045

Das Erreichen der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 wurde im Klimaschutzgesetz verankert. Dazu sollen insbesondere Wind- und Solarstrom weiter ausgebaut werden. Eine Leitstudie zur Energiewende* kommt zu dem Ergebnis, dass auch in einer vollständig regenerativen Energiewelt weiterhin eine hohe Residuallast vorhanden sein wird. Aus den dort genannten Zielgrößen lässt sich ableiten, dass künftig etwa drei Viertel des Strombedarfs aus Erneuerbaren Energien in direkter Nutzung abgedeckt werden können. Das fehlende Viertel kann nur zu einem sehr kleinen Teil über Stromspeicher gedeckt werden. Der überwiegende Teil muss mit Gaskraftwerken erbracht werden, in denen dann regenerative Brennstoffe zum Einsatz kommen.

* Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): »Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann.« Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

SOKRATHERM Blockheizkraftwerke und Wärmepumpen
Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende



Abdeckung von Residuallast? Nur mit KWK!

Die Residuallast ist vor allem dann hoch, wenn kein Wind weht und die Sonne nicht scheint. Typischerweise ist das in den Monaten November bis März der Fall, wenn sich die Herbststürme gelegt haben und die Sonne nur flach über dem Horizont steht. Dieser Bedarf wird mit Gaskraftwerken abgedeckt, die nach dem Ausstieg aus Kernenergie und Kohleverstromung die komplette Residuallast übernehmen sollen. Zeitgleich wird im Winter viel Heizungswärme aus Gas erzeugt. Vom geplanten Ausbau Erneuerbarer Energien flankiert, soll diese Wärme vermehrt aus Strom gewonnen werden. Den erneuerbar gewonnenen Stromanteil im Winter über die Abdeckung dieses Mehrbedarfs hinaus zu steigern, wird zur Herausforderung. BHKW liefern zum passenden Zeitpunkt Wärme quasi als Abfallprodukt der Gasverstromung und sind deshalb der Schlüssel für eine erfolgreiche Energiewende.

Grüne Kraft-Wärme-Kopplung

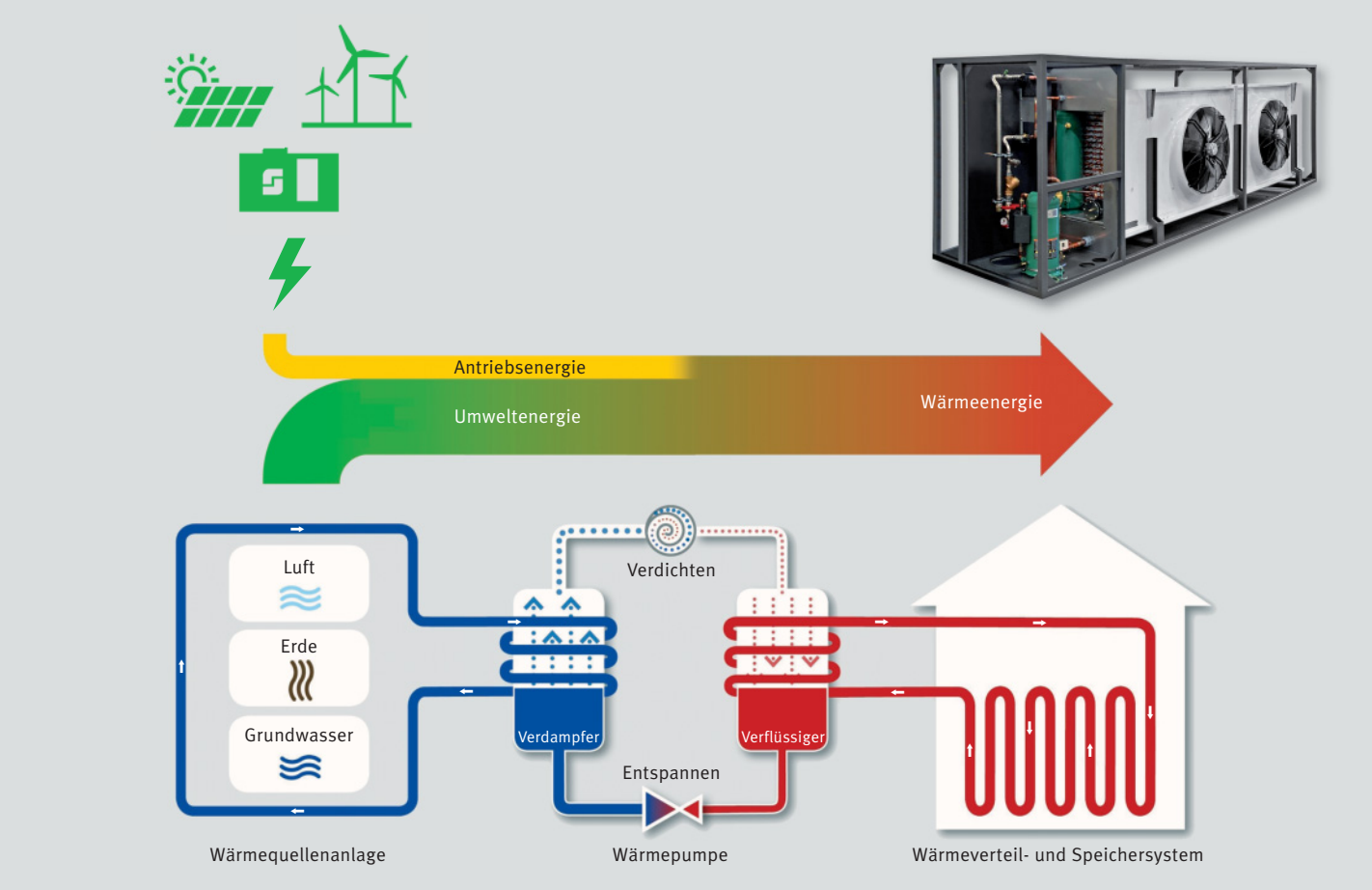
Langfristig soll auch die Residuallast treibhausgasneutral gedeckt werden. Der Weg dorthin ist vorgezeichnet. Viele Blockheizkraftwerke werden schon heute mit erneuerbaren Brennstoffen betrieben. Ob landwirtschaftliches Biogas, gewerbliches Biomethan, kommunales Klärgas oder Deponiegas – es gibt viele Möglichkeiten für den BHKW-Betrieb mit erneuerbaren Brennstoffen. Die so zur Verfügung stehende Brennstoffmenge ist jedoch limitiert.

Künftig werden daher erneuerbare Gase zum Einsatz kommen, die aus Überschüssen regenerativer Stromerzeugung gewonnen und ergänzend importiert werden. Der große Vorteil von gasförmigen Brennstoffen wie Wasserstoff oder grünem Methan ist die Speicherbarkeit mit großer Kapazität.

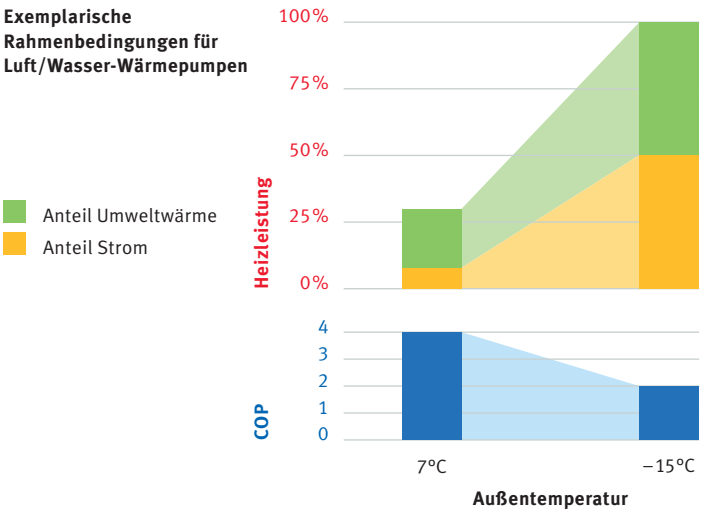
Mit Gasmotoren, wie sie in BHKW zum Einsatz kommen, kann dieser Transformationsprozess schrittweise vollzogen werden. In den kommenden Jahren werden BHKW weiterhin mit den aktuell verfügbaren Gasen betrieben. Die Motoren unserer BHKW sind heute schon bereit für den Betrieb mit einem Wasserstoffanteil im Brenngas bis zu 40 % und es stehen auch schon Motoren zum Betrieb mit 100 % Wasserstoff zur Verfügung. Daraus abgeleitet werden Umrüstsätze angeboten, mit denen die Motoren von bereits installierten und bisher mit anderen Gasen betriebenen BHKW z. B. im Rahmen von planmäßigen Motorüberholungen für den Betrieb mit Wasserstoff ertüchtigt werden können.

Funktionsprinzip von Wärmepumpen

Für die Nutzung von EE-Strom im Wärmemarkt bieten sich Wärmepumpen an, da sie Umweltwärme zum Heizen nutzbar machen. So wie bei einem Kühlschrank eine kleine Kältemaschine Wärmeenergie von innen nach außen »pumpt«, entnehmen Wärmepumpen die Energie z. B. aus der Außenluft und stellen sie zum Heizen zur Verfügung. Hierzu verdampft in einem geschlossenen Kreisprozess bei niedriger Temperatur ein Kältemittel in einem Wärmetauscher. Durch die anschließende Verdichtung mit Hilfe eines Kompressors erwärmt sich das Kältemittel. Die so auf ein höheres Temperaturniveau gebrachte Umweltwärme kann durch Kondensation des Kältemittels im Verflüssiger als Heizungswärme genutzt werden. Abschließend wird das Kältemittel entspannt und der Prozess beginnt von vorn.



Exemplarische Rahmenbedingungen für Luft/Wasser-Wärmepumpen



Wärmepumpen und die Sache mit der Temperatur

Die Leistungszahl (Coefficient of Performance/COP) beschreibt die Effizienz einer Wärmepumpe. Sie gibt an, wie viel Wärmeeinheiten aus einer Stromeinheit gewonnen werden. Bei steigender Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Heizungswasser sinkt der COP. Grundwasser und Erdreich können ganzjährig Wärme mit rund 5 °C liefern, aber die Gewinnung ist aufwendig. Bis hinab zu dieser Temperatur ist Außenluft die günstigere Wärmequelle. Bei hohem Wärmebedarf im Winter werden zudem höhere Vorlauftemperaturen benötigt, was den COP weiter reduziert. Im Ergebnis erhöht sich der Strombedarf im Winter überproportional – genau dann, wenn wenig erneuerbarer Strom zur Verfügung steht. Ein BHKW dient in diesem Betriebspunkt sowohl der Stromversorgung als auch der Temperaturanhebung.

SOKRATHERM Blockheizkraftwerke und Wärmepumpen
Management mit bewährter iPC-Steuerung

Blockheizkraftwerke und Wärmepumpen: optimale Kombination

Wie aber können die individuellen Vorteile der marktüblichen Wärmeversorgungsoptionen bestmöglich ausgenutzt werden? Wie lässt sich das energiepolitische Zieldreieck der Bundesregierung sinnvoll erfüllen?

Die Lösung liegt auf der Hand:
Wärmepumpen decken den Wärmebedarf, so lange
- der Betrieb mit optimalem COP möglich ist *und*
- der Verdampfer nicht enteist werden muss *oder*
- das BHKW allein den Bedarf nicht decken kann *und*
- ausreichend Strom aus EE oder KWK zur Verfügung steht.

Blockheizkraftwerke decken den Wärmebedarf, so lange
- Bedarf an hohen Vorlauftemperaturen besteht *und*
- Residuallast im Stromsektor gedeckt werden muss.

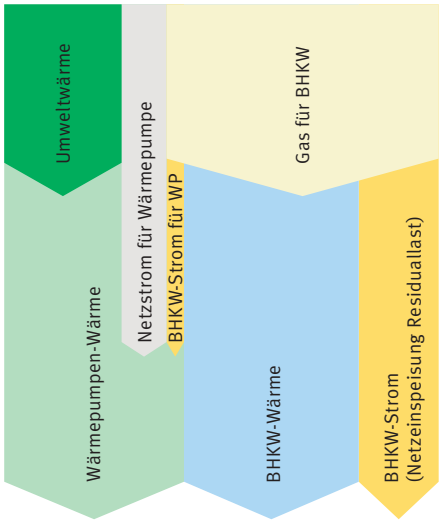
Bei Kombinationsbetrieb können Blockheizkraftwerk und Wärmepumpe trotz dann niedrigem COP auch im Winter eine Gesamteffizienz von etwa 120% erreichen.

So gelingt die Quadratur des Kreises

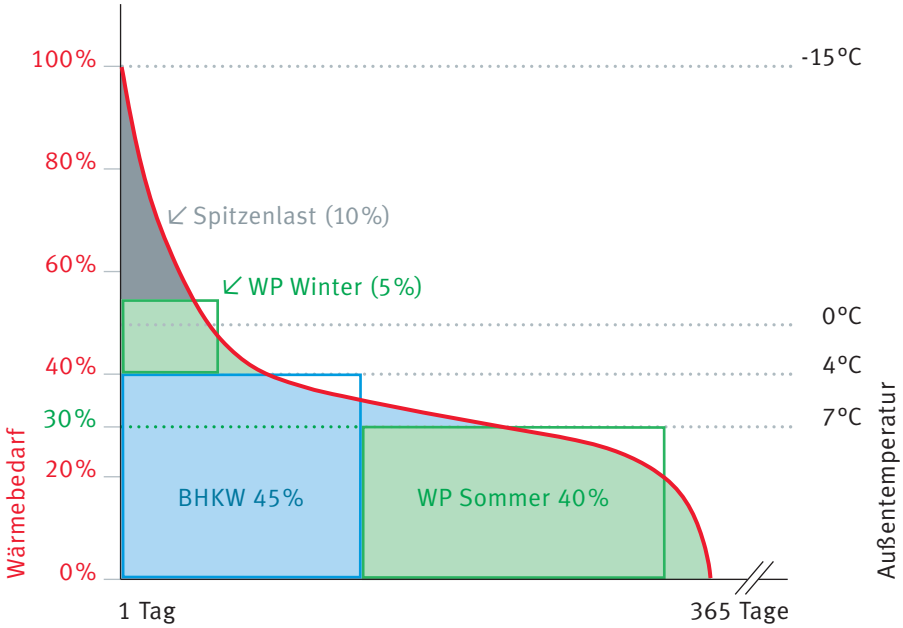
Mit der Kombination aus Blockheizkraftwerk, Wärmepumpe und Spitzenlast-Wärmeerzeuger können bei angepasster Auslegung und intelligenter Betriebsführung alle Aspekte des Energiepolitischen Zieldreiecks gleichermaßen umgesetzt werden:

- Umweltverträglichkeit
  - die Wärmepumpe gewinnt mit erneuerbarem Strom einen hohen Anteil Umweltwärme,
  - das Blockheizkraftwerk deckt unter vermehrter Verwendung grüner Gase mit höchster Effizienz Residuallast ab.
- Wirtschaftlichkeit
  - minimierter Strombedarf für die Wärmepumpe,
  - maximierte Stromerlöse für das Blockheizkraftwerk.
- Versorgungssicherheit
  - verschiedene Energieformen zur Wärmeversorgung und redundante Auslegung für hohe Versorgungssicherheit.

Energieflussdiagramm BHKW und WP



Jahresdauerlinie und Wärmeerzeuger



Einordnung gesetzlicher Anforderungen

Die Anforderungen im Gebäudeenergiegesetz (GEG) erfüllt unsere Systemlösung, die aus Hybridheizung mit Wärmepumpe nach GEG und Blockheizkraftwerk nach Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) besteht. Wärmeplanungsgesetz (WPG) und Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) lassen sich mit projektspezifisch individuell von uns ausgelegten Kombinationen von Wärmepumpen und Blockheizkraftwerken abdecken. Bei bedarfsgerechter Auslegung und intelligenter Betriebsführung erzeugt die Wärmepumpe bei höheren Außentemperaturen mit sehr guter Leistungszahl Wärme aus überschüssigem Strom, und das Blockheizkraftwerk liefert bei tiefen Außentemperaturen Wärme und gleichzeitig den im Netz dann fehlenden Strom – bedarfsgerecht, zukunftsfähig und wirtschaftlich.

Intelligentes Management

Betrieb und Überwachung unserer Wärmepumpen erfolgen mit der in unseren Blockheizkraftwerken bewährten iPC-Steuerung. Damit ist eine einfache Anbindung an unser internetbasiertes Fernüberwachungssystem **RemoteManager** sichergestellt.

Um mit der Kombination von Blockheizkraftwerk und Wärmepumpe möglichst niedrige Wärmegestehungskosten zu erreichen, ist der wirtschaftliche Betrieb der Wärmeerzeugungsanlage von zentraler Bedeutung. Unser **MiniManager Plus** als Funktionsbaustein der iPC-Steuerung legt die Rangfolge der Wärmeerzeuger für eine kostenoptimierte Wärmeversorgung fest. Kriterien für die Anwahl sind dabei neben Wärmebedarf und Ladezustand des Pufferspeichers der COP der Wärmepumpe, Gas- und Strompreise sowie die für den BHKW-Strom zu erwartende Einspeisevergütung.

Wärmepumpen-Portfolio

Für Gebäude oder Wärmenetze mit Heizwasser-Vorlauftemperaturen von bis zu 55 °C kommen unsere kostengünstigen, einkreisigen Luft/Wasser-Wärmepumpen mit dem modernen Low-GWP Kältemittel R454B als Kompaktgeräte zur Außenaufstellung zum Einsatz. Je nach Außen- und Vorlauftemperatur erreichen diese frequenzgeregelten Geräte mit einem COP von über 4 eine hervorragende Effizienz.

Unsere zweite Wärmepumpen-Baureihe deckt bei vergleichbarem Anwendungsgebiet unter Verwendung des natürlichen Kältemittels R290 (Propan) Vorlauftemperaturen bis zu 70 °C ab. Durch die kaskadierte Bauweise ist hier ebenfalls eine Leistungsanpassung über einen weiten Bereich bei höchster Effizienz möglich. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Variante ist der um etwa 12 % höhere COP bei mittleren Heizwassertemperaturen.

In Kombination mit einem Blockheizkraftwerk kann die Vorlauftemperatur beider Wärmepumpen-Varianten in der Übergangszeit und im Winter witterungsgeführt auf ein höheres Niveau gebracht werden.

Zudem bieten wir für spezielle Anforderungen und höhere Vorlauftemperaturen maßgefertigte Wärmepumpen an. Sie werden einkreisig oder auch mit einer Kombination aus Niederdruck- und Hochdruckeinheit projektspezifisch ausgelegt. Je nach zur Verfügung stehender Temperatur der Wärmequelle legen wir bei der Auslegung besonderes Augenmerk auf einen optimalen COP.

Systemlösung zur Objektversorgung nach GEG (exemplarisch)

Norm-Wärmebedarf ca. (Q_{max})	Luft/Wasser-Wärmepumpe Typ	Heizleistung*	Blockheizkraftwerk Typ	Heizleistung	Elektr. Leistung
250 kW	WP 130 M	83 kW	GG 50	107 kW	50 kW
350 kW	WP 160 M	109 kW	GG 70	139 kW	70 kW
450 kW	WP 200 M	132 kW	GG 140 r100	171 kW	100 kW
550 kW	WP 260 M	175 kW	GG 140	216 kW	140 kW
800 kW	2 x WP 200 M	264 kW	GG 202	323 kW	200 kW
1.000 kW	2 x WP 230 M	320 kW	GG 260	394 kW	260 kW
mehr als 1.000 kW					Individuelle Auslegung

* bei 55 °C Vorlauftemperatur
Teillastpunkt A nach DIN EN 14825 bei -7 °C Außentemperatur

SOKRATHERM GmbH Energie- und Wärmetechnik
Bünder Straße 179 D-32120 Hiddenhausen
Tel. +49.5221.9621-0 Fax +49.5221.9621-34
info@sokratherm.de **www.sokratherm.de**