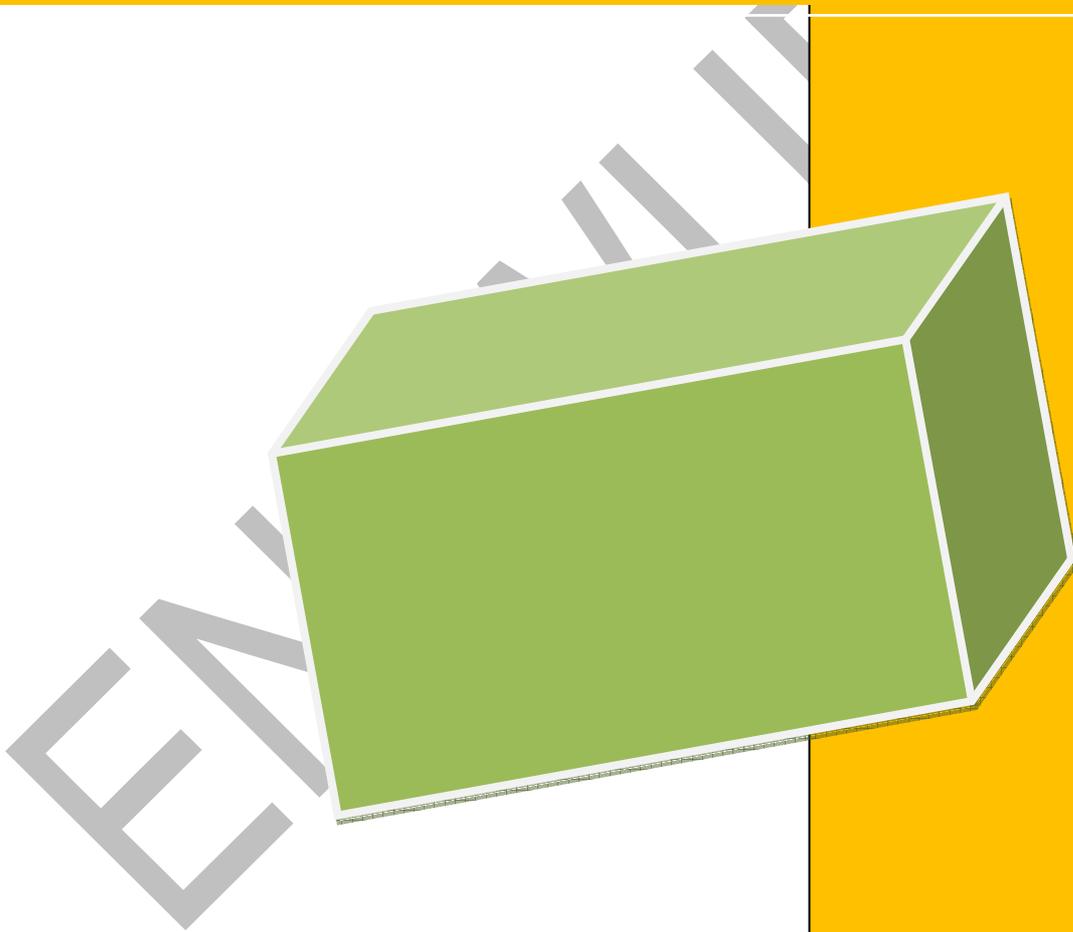


## HeatCube

Regenerativstrom → Umwandlung in thermische Energie  
mit einem Energie Container (**HeatCube**)

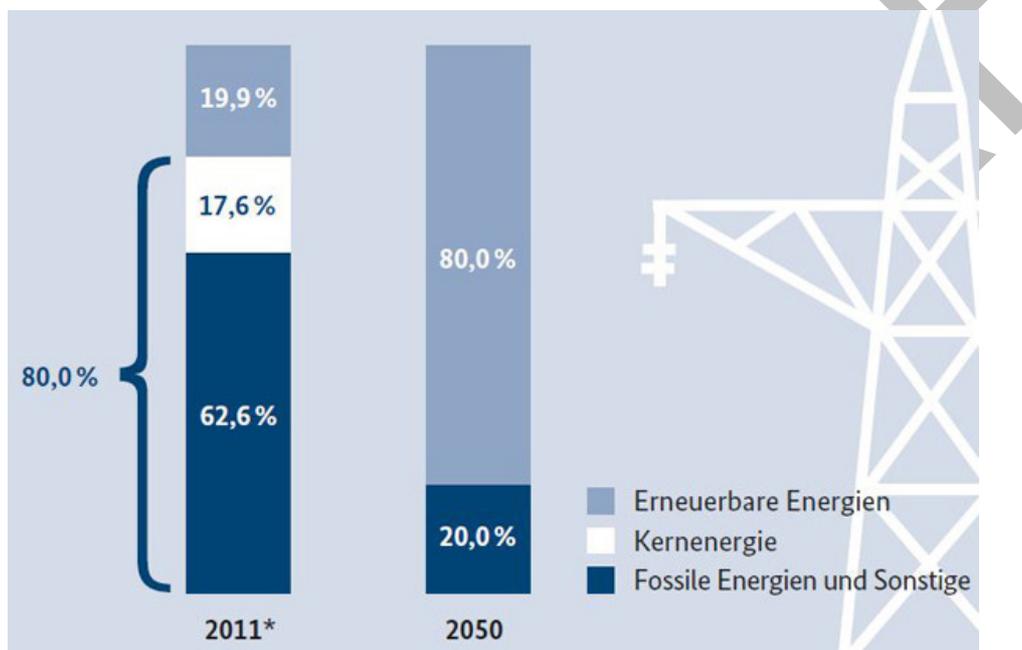


## Ausgangssituation

Mit dem Energiekonzept hat sich die Bundesregierung ambitionierte energie- und klimapolitische Ziele gesetzt: Erstens soll der Ausstoß der Treibhausemissionen bis 2050 um mindestens 80 % gegenüber 1990 reduziert werden. Zweitens sollen die erneuerbaren Energien zukünftig den Hauptanteil der deutschen Energieversorgung bereitstellen. Und drittens soll der Energieverbrauch deutlich gesenkt und die Energieeffizienz erhöht werden.

Damit steht die Energieversorgung in Deutschland vor einem fundamentalen Umbau. Mit einem umfangreichen Gesetzespaket, dem so genannten Energiepaket, hat die Bundesregierung im Sommer 2011 die Grundlagen dafür gelegt. Dieses beinhaltet neben dem schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 vor allem die Beschleunigung des Netzausbaus sowie den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien.

## Anteil der Stromerzeugung aus **erneuerbaren Energien**



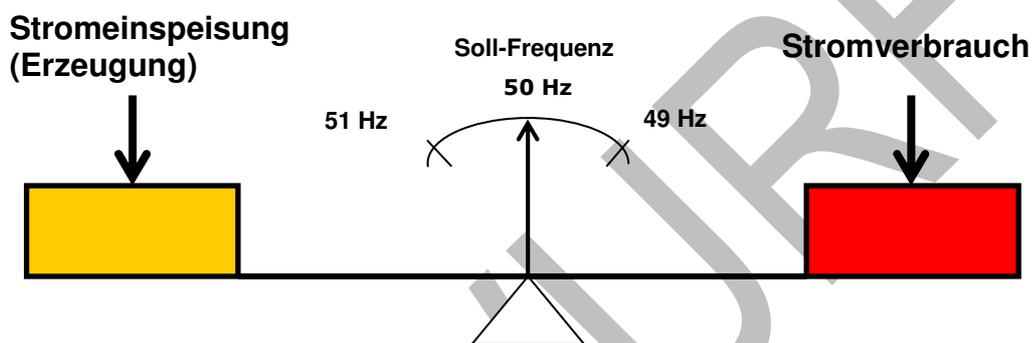
Aufgrund des wachsenden Anteils der regenerativen Stromerzeugung, die bei den wichtigsten Energieträgern Wind und Sonne **nicht** steuerbar ist, und der Verdrängung der regelbaren thermischen Kraftwerksanlagen wird das Ausbalancieren von Erzeuger- und Verbraucherleistung zunehmend anspruchsvoller. Diese kurzfristigen Erzeugungsschwanken stellen die Netzbetreiber vor immer größere Probleme, denn sie müssen den Stromkunden Spannung und Netzfrequenz garantieren. Schlimmstenfalls droht der Stromausfall.

Die große Herausforderung des zunehmenden Anteils regenerativer Energien am Energiemix besteht also darin, die schwankende Stromnachfrage und das noch viel stärker schwankende Wind- und Solarstromangebot auszugleichen. Flexible Lösungen zum schnellen Lastwechsel und zur Anpassung von Lastschwankungen sind gefordert.

## Notwendigkeit der Regelung

Mittels Kraftwerksmanagement wird versucht, die in Kraftwerken erzeugte Leistung und die entnommene Leistung im Gleichgewicht zu halten. Dies folgt aus der physikalischen Notwendigkeit, dass elektrische Stromnetze keine Energie speichern können und daher zu jedem Zeitpunkt die eingespeiste Leistung der Summe aus entnommener Leistung entsprechen muss. Abweichungen daraus resultieren in Wechselspannungsnetzen in einer Änderung der Soll-Netzfrequenz (z.B. 50 Hz) welche im gesamten Wechselspannungsnetz einheitlich (synchron) ist: Bei einem Überangebot von Leistung kommt es zu einer Abweichung der Netzfrequenz über der Nennfrequenz, bei einem Unterangebot zu einer so genannten Unterfrequenz.

**Das Stromnetz kann keinen elektrischen Strom speichern.  
Daher muss jederzeit Stromeinspeisung = Stromverbrauch sein.**



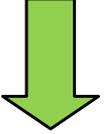
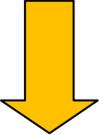
Zur Regelung wird unter anderem der Leistungsbedarf aller Verbraucher prognostiziert, so dass ein passendes Leistungsangebot vorhanden ist. Regelleistung wird zur Kompensation dann benötigt, wenn der tatsächliche, momentane Leistungsbedarf nicht dem erwarteten Leistungsangebot entspricht. Abweichungen vom tatsächlichen Leistungsangebot und der gestellten Prognose treten beispielsweise bei Kraftwerksausfällen, nicht eingehaltenen Bezugsprofilen von Großverbrauchern, bei der Windenergieeinspeisung oder bei Stromnetzausfällen (Verlust von Verbrauchern) auf. Um einen sicheren und stabilen Netzbetrieb zu gewährleisten, sind die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB's) verpflichtet, **Regelleistung** vorzuhalten. Hierzu stehen den ÜNB's drei Stabilisierungsinstrumente (Regelenergiearten) zur Verfügung, um das entstandene Ungleichgewicht zu kompensieren:

1. Primärregelung (Aktivierung innerhalb von 30 Sekunden)
2. Sekundärregelung (Aktivierung innerhalb von 5 Minuten)
3. Minutenreserve (Aktivierung innerhalb von 15 Minuten)

**Regelenergie dient zum Ausgleich unvorhergesehener Schwankungen von Stromerzeugung oder Verbrauch.**

Je nach Abweichung der Netzfrequenz im Übertragungsnetz kann **positive Regelleistung** (Steigerung der Erzeugerleistung oder Absenken des Verbrauches) oder **negative Regelleistung** (Absenken der Erzeugerleistung oder Steigerung des Verbrauches) erforderlich sein.

**Möglichkeiten der Regelleistung**

<p><u>Positive Regelleistung</u></p> <p><b>Verbrauch &gt; Erzeugung</b></p> <p><b>= Unterspeisung</b></p> <p>(Netzfrequenz fällt unter 50 Hz)</p>	<p><u>Negative Regelleistung</u></p> <p><b>Verbrauch &lt; Erzeugung</b></p> <p><b>= Überspeisung</b></p> <p>(Netzfrequenz steigt über 50 Hz)</p>
<p><b>Stromerzeuger</b></p> <p>(z.B. Kraftwerke, Notstrom-Diesel, ect.)</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>Leistung erhöhen oder „EIN“</p>	<p><b>Stromerzeuger</b></p> <p>(z.B. Kraftwerke, BHKW-Anlage, ect.)</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>Leistung absenken oder „AUS“</p>
<p><b>Stromverbraucher</b></p> <p>(z.B. Elektrolysen, Schmelzöfen, ect.)</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>Last absenken oder „AUS“</p>	<p><b>Stromverbraucher</b></p> <p>(z.B. Pumpen, Verdichter, Wasserstoff-elektrolyse; Elektro-Erhitzer (HeatCube))</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>Last erhöhen oder „EIN“</p>

Diese Anlagen eignen sich für die Bereitstellung von Regelleistung:

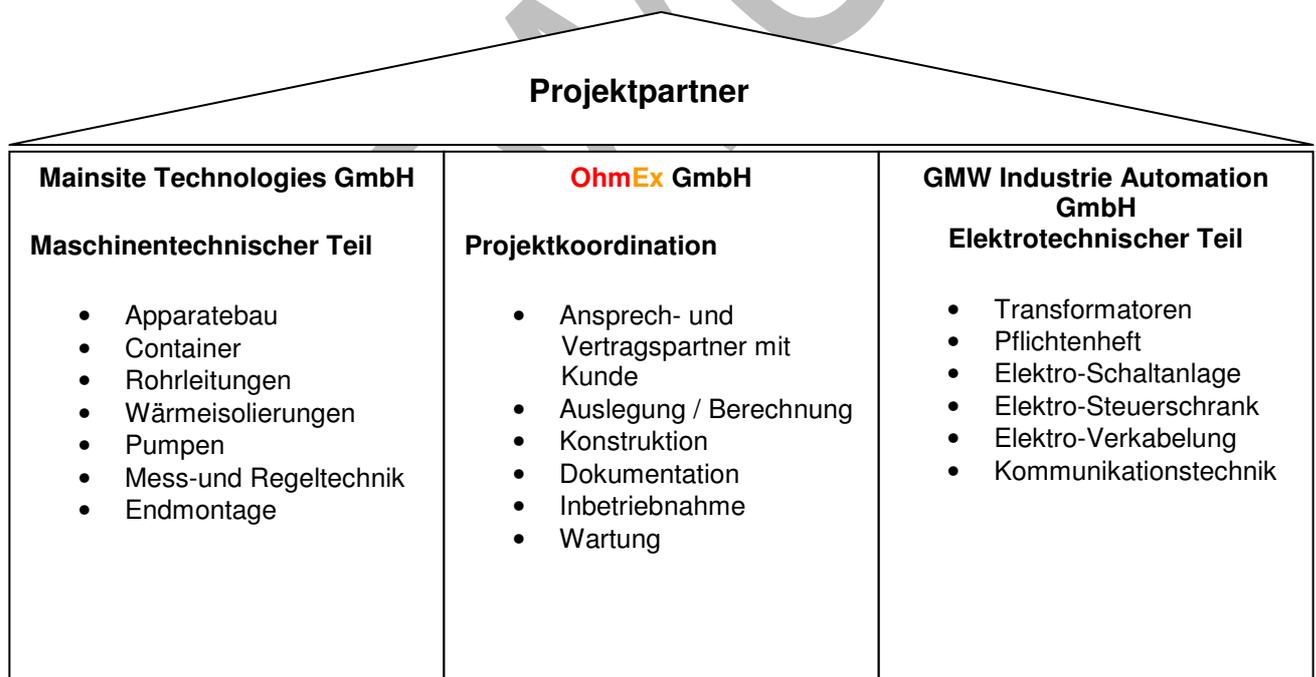
- |   |   |                        |
|---|---|------------------------|
| Notstromaggregate                           | - | positive Regelleistung |
| Abschaltbare Lasten (z.B. Kühlaggregate)    | - | positive Regelleistung |
| Laufende BHKW's                             | - | negative Regelleistung |
| Zuschaltbare Lasten (z.B. <b>HeatCube</b> ) | - | negative Regelleistung |

**Wie engagiert sich OhmEx in der Energiewelt von morgen?**

Schlüsselfragen, die unser Unternehmen zielgerichtet und zukunftsicher voranbringen, lauten:

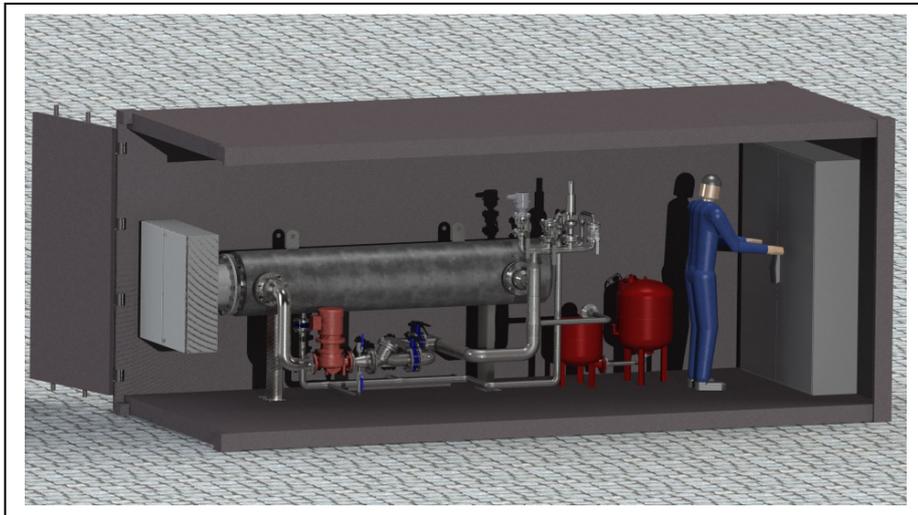
- Wie werden sich die Energiemärkte zukünftig verändern?
- Welche Produkte und Dienstleistungen werden dann nachgefragt?
- Welche Technologien werden für deren Bereitstellung benötigt?

Das Unternehmen **OhmEx** hat sich frühzeitig mit der beschriebenen Thematik auseinandergesetzt und entsprechende Lösungskonzepte erarbeitet. Wir haben uns auf die Planung, Konstruktion und Ausführung von schnell zuschaltbaren Lasten (als negative Regelenergiekapazität) spezialisiert. Gemeinsam mit unseren Projektpartnern bieten wir Ihnen weiterführende energiewirtschaftliche Beratung zur Optimierung, sowie Potentialstudien im industriellen Bereich an, um Energieeinsparpotential aufzuzeigen oder Ihre vorhandenen Ressourcen effektiver zu nutzen.



### Zielsetzung beim Einsatz des HeatCube

- Energieumwandlung in thermische Energie (Wärme z.B. für Nah- und Fernwärmekonzepte)
- Einsparung fossiler Brennstoffe und CO<sub>2</sub>-Reduzierung
- Beitrag zur Sicherung der Strom- Netzstabilität (Negative Regelleistung)



Der **HeatCube** stellt eine mobile Einheit dar, die vollständig ausgerüstet und TÜV geprüft und zum sofortigen Einsatz vor Ort dient.

Diese Container-Anlagen sind modular aufgebaut, sodass elektrische Leistungen von 0,25 MW bis zu 2 MW (oder erweiterbar durch Hintereinanderschaltung mehrerer Module) möglich sind.

Ausrüstung (Standard):

- 1 x 20“ Container mit Kühlung
- 1 x Elektro-Prozesserhitzer 500 kW / 400 V für Wasser (TS: -10/130 °C ; PS: 1/ 10 barg)
- 1 x Umwälzpumpe
- 1 x Elektro-Schalt- und Regelschrank mit Kommunikationsanbindung
- 1 x Mess- und Regeltechnik
- Alle hydraulischen und elektrischen Anschlüsse sind nach außen geführt
- OPTION: Transformator in separatem Container lieferbar

Das technische Potential an geeigneten Verbrauchern (als Regelenergie) ist in Deutschland vorhanden. Diese sind vor allem in energieintensiven industriellen Branchen zu finden, z.B.

- Energieerzeugung / Speicherung / Kraftwerkstechnik
- Elektroanlagen / Wasserstoffelektrolyse
- Metallverarbeitung (Aluminiumherstellung)
- Papier- und Glasindustrie
- Stadtwerke
- Freizeitbäder
- Brauereien
- Maschinenbau allgemein

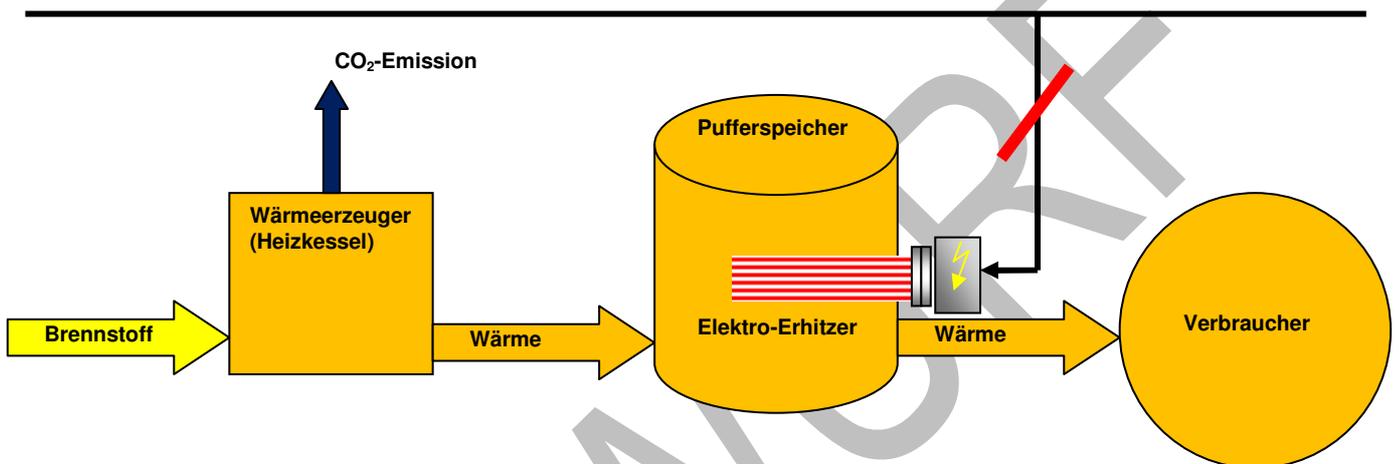
### Schaltvariante Heizkessel mit beheiztem Speicher

Die Darstellung zeigt die Ausgangslage im Normalbetrieb, d.h. die Wärmebereitstellung erfolgt nur über den fossil gefeuerten Heizkessel. Der Elektro-Erhitzer ist ausgeschaltet.

Voraussetzungen:

- Die Wärmequelle basiert auf Primärenergie (Gas / Heizöl ect.)
- Die Wärmeleistung ist möglichst hoch ( $> 0,25$  MW)

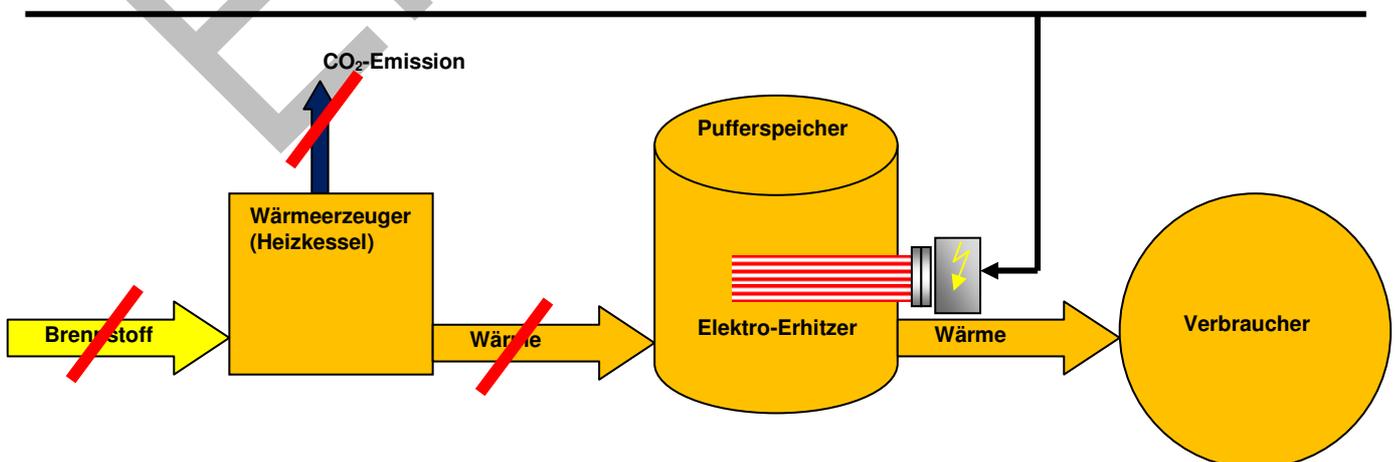
#### Stromnetz



### Schaltvariante Heizkessel mit beheiztem Speicher

Die Darstellung zeigt die Ausgangslage bei Abruf von Regelleistung, d.h. die Wärmebereitstellung erfolgt nur über den Elektro-Erhitzer durch die Nutzung von Überschüssigem Strom. Der fossil gefeuerten Heizkessel ist dabei abgeschaltet und es werden fossile Brennstoffe eingespart und CO<sub>2</sub> Emissionen reduziert.

#### Stromnetz



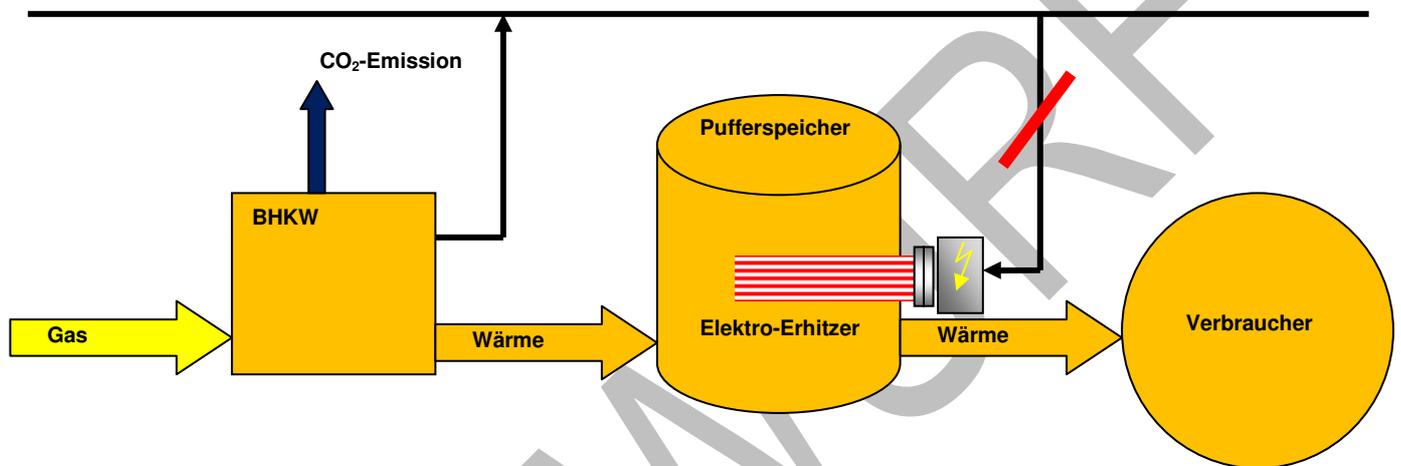
### Schaltvariante BHKW mit beheiztem Speicher

Die Darstellung zeigt die Ausgangslage im Normalbetrieb, d.h. die Wärmebereitstellung erfolgt nur über das fossil gefeuerte Blockheizkraftwerk (BHKW). Der erzeugte Strom wird in das Stromnetz eingespeist.

Voraussetzungen:

- Die Wärmequelle basiert auf Primärenergie (Gas)
- Die Wärmeleistung ist möglichst hoch ( $> 0,25$  MW)

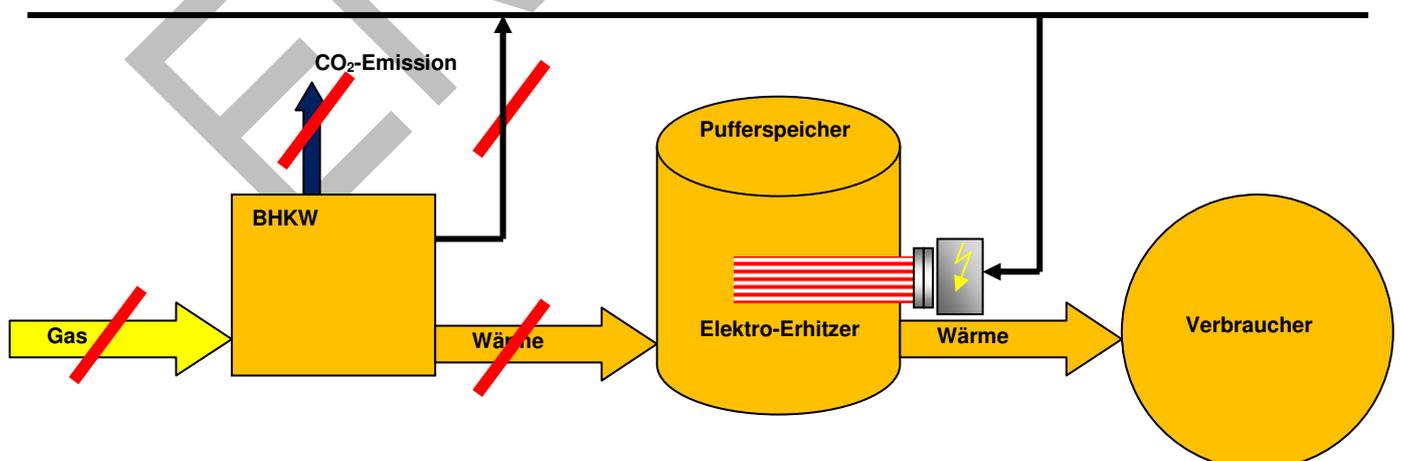
Stromnetz



### Schaltvariante BHKW mit beheiztem Speicher

Die Darstellung zeigt die Ausgangslage bei Abruf von Regelleistung, d.h. die Wärmebereitstellung erfolgt nur über den Elektro-Erhitzer durch die Nutzung von Überschüssigem Strom. Das BHKW ist dabei abgeschaltet und es werden fossile Brennstoffe eingespart und CO<sub>2</sub> Emissionen reduziert.

Stromnetz



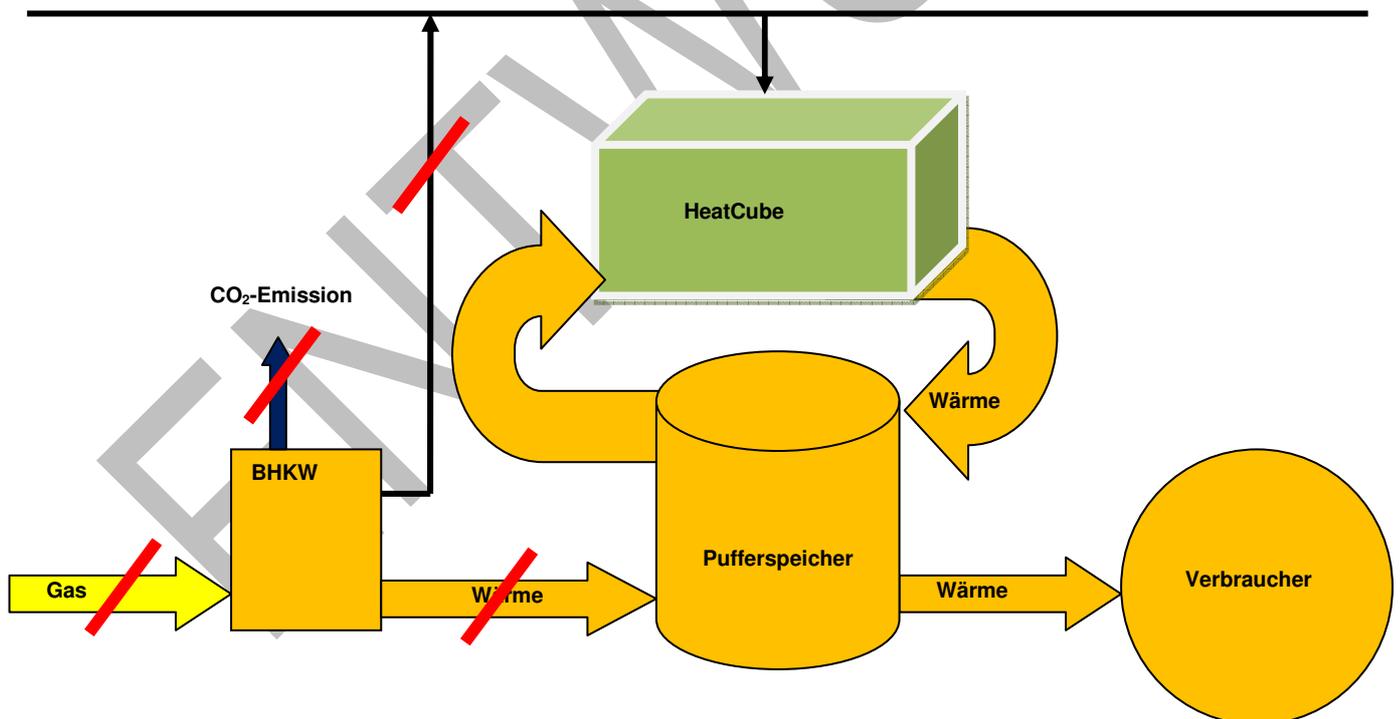
Bei dieser Schaltvariante kann das BHKW als negative Regelleistung vermarktet werden (in dem es abgeschaltet wird) und der Elektro-Erhitzer (in dem er eingeschaltet wird).

## Ausgangslage (mit HeatCube)

Ein gasbefeuetes BHKW erzeugt Wärme und Strom, und speichert diese in einem Pufferspeicher bzw. speist den Strom in das Netz ein. Durch die Integration eines **HeatCube** wird die Möglichkeit geschaffen, im Bedarfsfall eine elektrische Verbraucherlast zuschalten zu können und stellt somit die Basis für die Vermarktung einer negativen Regellenergie dar. Als wichtigster Markt ist hier der Regelleistungsmarkt zu nennen, der aus drei Teilmärkten für Lieferungen von Primär- und Sekundärregelleistung sowie Minutenreserve besteht. Das wichtigste Merkmal der Teilmärkte besteht darin, dass bereits die Leistungsvorhaltung vergütet wird, also die Garantie, die Leistung im Bedarfsfall bereitzustellen. Die wichtigste technische Unterscheidung dieser Regelleistungsarten ist die zu garantierende Aktivierungszeit von 30 Sekunden für die Primärregelleistung, 5 Minuten für die Sekundärregelleistung und 15 Minuten für die Minutenreserve. Dabei unterscheiden sich die wirtschaftlichen Erträge der jeweiligen Leistungsvorhaltung erheblich. Je kürzer die Aktivierungszeit desto höher die Vergütung (ct/kWh).

Im Idealfall wird der **HeatCube** nicht nur wegen der Nutzung im Sekundärregelleistungs- oder Minutenreservemarkt eingesetzt, sondern für die Wärmeversorgung von Verbrauchern (z.B. Nah- oder Fernwärme), was die Amortisationszeit für die Anschaffung des **HeatCube** noch senken würde. In diesem Falle ergeben sich Einsparungen von Brennstoffkosten (Gas) sowie eine Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Durch die bivalente Betriebsweise (BHKW / **HeatCube**) wird außerdem die Betriebs- und Versorgungssicherheit erhöht.

## Stromnetz



ENTWURF

**OhmEx Industrielle Elektrowärme GmbH**

Industriering 7

DE 63868 Großwallstadt

Tel.: +49(0) 6022-261200

Fax: +49(0) 6022-261202

e-mail: [info@ohmex.de](mailto:info@ohmex.de)

Internet: [www.ohmex.de](http://www.ohmex.de)