

## WKK IN DER ENERGISTRATEGIE 2050

Mit Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)  
erneuerbare Energie nutzen und Effizienz steigern

### Diskussionspapier WKK

des Swissspower Stadtwerkeverbundes

des Schweizerischen Städteverbandes

des Schweizerischen Gemeindeverbandes

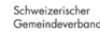
der Organisation Kommunale Infrastruktur

des Verbandes effiziente Energie Erzeugung

des Verbandes der Schweizerischen Gasindustrie

(nachfolgend WKK-Partnerschaft)

24. September 2012



### **Vertreter der WKK-Partnerschaft:**

Swisspower Netzwerk AG  
Dr. Hans-Kaspar Scherrer, Verwaltungsratspräsident

Schweizerischer Städteverband (SSV)  
Dr. Marcel Guignard, Präsident

Schweizerischer Gemeindeverband (SGV)  
Hannes Germann, Präsident

Organisation Kommunale Infrastruktur (OKI)  
Alain Jaccard, Präsident

Verband effiziente Energie Erzeugung (V3E)  
Filippo Leutenegger, Präsident

Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG)  
Dr. Hajo Leutenegger, Präsident

### **Autoren**

Thomas Peyer (Projektleitung), Swisspower Services AG  
Urs Glutz, Swisspower Netzwerk AG  
Daniel Lehmann Pollheimer, Organisation Kommunale Infrastruktur  
Michael Schmid, Verband der Schweizerischen Gasindustrie

### **Kontaktperson**

Urs Glutz, Swisspower Netzwerk AG, Leiter Beziehungen zu Verbänden und Partnern  
Telefon direkt: +41 44 253 82 70, [urs.glutz@swisspower.ch](mailto:urs.glutz@swisspower.ch)

### **Begleitgruppe**

Herbert E. Bolli, Städtische Werke Schaffhausen und Neuhausen a. Rheinfall  
Alfred Bürkler, Swisspower Netzwerk AG  
Michael Bützer, SGV  
Peter Graf, Sankt Galler Stadtwerke  
Stephan Marty, ewl energie wasser luzern  
Hansruedi Müller, Erdgas Ostschweiz AG  
Dr. Heinrich Schwendener, Swissgas  
Martin Tschirren, SSV

# 10 gute Gründe für die Wärme-Kraft-Kopplung WKK

WKK-Systeme verfügen über ein Potenzial für jährlich 10-18 TWh Strom und 28 TWh Wärme.

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Dezentral</b>           | WKK-Systeme liefern Energie am Ort des Verbrauchs für Industrie, städtische Fernwärmenetze, aber auch für kleinere kommunale Nahwärmeverbände und Einzelobjekte. WKK-Anlagen tragen deshalb zur Entlastung des Stromnetzes und zur regionalen Wertschöpfung bei.   |
| <b>Energiesparend</b>      | Die dezentrale Stromspeisung mittels WKK und gleichzeitiger Abwärmeeinnahme erreicht hohe Gesamtwirkungsgrade von über 90%. Die eingesetzte Primärenergie wird am besten genutzt, Energie wird gespart.  |
| <b>Klimaschonend</b>       | Dank der hohen Effizienz trägt die WKK wesentlich dazu bei, dass die CO <sub>2</sub> -Reduktionsziele durch Nutzung von Abwärme erreicht werden. Am effektivsten geschieht dies, indem Ölheizungen ersetzt werden. Die bestehende Gasinfrastruktur kann zudem mittelfristig auch für erneuerbare Gase genutzt werden. Mit der Entwicklung neuer Technologien ist die Umwandlung von überschüssigem Strom aus neuen erneuerbaren Energien wie etwa Windkraft und Photovoltaik in synthetisches Gas (Windgas, Sonnergas) möglich. Damit kann man in der Zukunft Erdgas zunehmend ersetzen. |
| <b>Flexibel</b>            | WKK-Strom und -Wärme sind bei Bedarf rund um die Uhr verfügbar. Grundlastfähiger und regelbarer WKK-Strom kann vor allem im Winterhalbjahr zum festen Bestandteil der Schweizer Stromversorgung werden. Durch die Speicherfähigkeit von Gas- und Wärmenetzen, an welche WKK-Anlagen in der Regel angebunden sind, können auch kurzfristige Stromspitzen ausgeglichen und die Netzstabilität erhöht werden.   |
| <b>Sicher</b>              | Mit steigendem Stromimport wird sowohl die Abhängigkeit vom Ausland zunehmen als auch die Versorgungssicherheit sinken. Absehbare Engpässe im Stromnetz können diese Situation zusätzlich verschärfen. Das europäische Gasnetz hingegen verfügt über genügend Speicher- und Transportkapazitäten. Inländischer WKK-Strom erhöht deshalb die Versorgungssicherheit und die Unabhängigkeit.  |
| <b>Rentabel</b>            | Unter der Voraussetzung, dass die künftigen Rahmenbedingungen für die WKK verbessert werden und die Kostenwahrheit gegenüber heutigen Versorgungsalternativen (z. B. Stromimport) gewährleistet ist, können WKK-Systeme rentabel betrieben werden.   |
| <b>Rasch realisierbar</b>  | WKK-Systeme kann man rasch in bestehende Infrastrukturen integrieren. Im Gegensatz zu Grosskraftwerken ist für kleinere dezentrale Anlagen eine höhere Akzeptanz zu erwarten.  |
| <b>Landschaftsschonend</b> | WKK-Anlagen führen zu keiner optischen Beeinträchtigung der Landschaft.  |
| <b>Flächenschonend</b>     | WKK-Anlagen erfordern keinen zusätzlichen Flächenverbrauch.  |
| <b>Nachhaltig</b>          | WKK-Anlagen sind das Bindeglied zwischen Strom- und Gasnetzen. Damit werden langfristig werterhaltende Investitionen in die Netzkonvergenz (Strom, Gas, Wärme) getätigt. Erst dadurch können Synergien in der dezentralen Erzeugung – etwa der saisonale Ausgleich von WKK und Photovoltaik – optimal genutzt werden.  |

## Inhalt

1.	Zusammenfassung .....	5
2.	Ausstieg aus der Kernenergie bis 2034 verlangt eine Gesamtenergiebetrachtung.....	7
3.	Vorteile einer WKK-Strategie der Schweiz.....	8
3.1	Beschreibung der Optionen.....	9
3.2	WKK-Anlagen nutzen eine bestehende Infrastruktur .....	10
3.3	WKK-Anlagen entlasten Stromnetze .....	11
3.4	WKK-Anlagen reduzieren Winterstromspitzen .....	12
3.5	WKK-Anlagen – die ideale Ergänzung zu Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft .....	12
3.6	WKK-Anlagen sind hocheffizient und produzieren hochwertige Energie .....	13
3.7	Mit WKK-Anlagen Energiespeicherung nutzbar machen .....	13
3.8	WKK und Mobilität .....	14
4.	WKK-Beitrag zu den Umweltzielen .....	15
4.1	CO <sub>2</sub> -Reduktionspotenzial .....	15
4.2	Immer mehr erneuerbare Energie im Gasnetz.....	15
4.3	WKK und Wärmenetze auch sinnvoll trotz verbesserter Gebäudeeffizienz.....	16
4.4	WKK ohne zusätzlichen Raumbedarf rasch realisierbar.....	17
5.	Rahmenbedingungen .....	17
5.1	Energiepolitik .....	17
5.2	WKK-Potenzial Energiestrategie 2050.....	17
5.3	Tarifmassnahmen der Gasversorger.....	18
5.4	WKK-Kleinanlagen .....	18
5.5	Kostensymmetrie dezentral – zentral .....	18
5.6	Förderung Wärmenetze .....	19
6.	Forderungen zur Energiestrategie.....	19
6.1	Gesetzgebung .....	19
6.2	Finanzierung.....	20
6.3	Stromproduktion .....	20
6.4	Stromnetze .....	20
6.5	Wärmenetze .....	21
6.6	Umweltziele .....	21
6.7	Forschung & Entwicklung.....	21

## 1. Zusammenfassung

**Die WKK besticht durch hohe Effizienz und wertvolle Co-Benefits (CO<sub>2</sub>-Reduktion, Steigerung der Versorgungssicherheit und -unabhängigkeit, Entlastung des Stromnetzes, inländische Wertschöpfung etc.) machen die WKK zur tragenden Säule in der Schweizer Energiestrategie.**

Mit dem geplanten mittelfristigen Ausstieg aus der Kernenergie benötigt die Schweiz Alternativen bei der Stromproduktion. Aus heutiger Sicht ist es nicht realistisch, bis zur Abschaltung der Kernkraftwerke, etwa im Jahr 2034, den gesamten Strom aus erneuerbaren Energie zu produzieren. Daher sind neue Strategien bei der Produktion nötig, wobei der Einsatz von fossilen Energieträgern an Bedeutung gewinnen dürfte, allerdings nur für eine möglichst kurze Übergangszeit. Gleichzeitig setzt sich die Schweiz zum Ziel, ihren Verpflichtungen zur Senkung der Treibhausgase nachzukommen. Dieser Zielkonflikt wird dadurch verschärft, dass die heutigen Übertragungs- und Verteilnetze nicht dafür ausgelegt sind, die künftigen Transport-, Ausgleichs- und Speicherfunktionen wahrzunehmen, weil in immer grösseren Mengen unregelmässig anfallender Strom aus erneuerbaren Quellen eingespeist wird.

Allerdings gibt es auch Trends, welche insbesondere für die städtischen Energieversorger als Querverbundunternehmen Chancen bedeuten. Dazu gehört einerseits der aufeinander abgestimmte Einsatz von Strom-, Gas- und Wärmenetzen, der in den nächsten Jahren deutlich zunehmen dürfte (Netzkonvergenz). Andererseits ermöglichen die immer grösseren Mengen an überschüssigem Strom aus unregelmässiger Wind- und Solarenergie, diesen in sogenanntes Wind- und Sonnengas<sup>1</sup> umzuwandeln, in Erdgasnetzen zu transportieren und zu speichern sowie bei Bedarf für verschiedene Anwendungen zu nutzen. Bei der Bewertung der Varianten für die künftige Stromproduktion sollte daher immer eine Gesamtenergiebetrachtung gemacht werden, die Strom, Wärme und Mobilität einbezieht.

In Ergänzung zu Effizienz- und Suffizienzstrategien stehen drei Varianten im Vordergrund, wie die Schweiz nach dem Ausstieg aus der Kernenergie die Lücke zwischen dem aus erneuerbaren Energien produzierten Strom und der nachgefragten Menge decken kann:

1. Stromimport
2. Gas-und-Dampf-Kombikraftwerke (GuD)
3. Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)

Weil auch Schweizer Energieversorger in neue erneuerbare Energieproduktion im Ausland investieren, dürfte der erneuerbare Anteil beim Import steigen. Physikalisch wird dieser Strom jedoch nur in Einzelfällen und nur bei Beseitigung von Engpässen im europäischen Stromnetz in der Schweiz ankommen – eine Betrachtung, die auch bezüglich Versorgungssicherheit in die Gesamtbeurteilung einbezogen werden muss.

Sowohl beim Stromimport als auch beim Betrieb von GuD steigt die benötigte Menge Strom im Winter deutlich an, weil diese beiden Lösungen zur Erreichung eines akzeptablen CO<sub>2</sub>-Footprints den Einsatz von Wärmepumpen nahelegen. Für GuD spricht zwar ein hoher elektrischer Wirkungsgrad und bei Wärmepumpen die Hebelwirkung durch Nutzung von Umweltwärme. Allerdings fällt ihre Gesamteffizienz oft unbefriedigend aus. Einerseits findet die anfallende Wärme nicht immer eine geeignete Verwendung. Andererseits fällt der effektive Wirkungsgrad aus, weil der Strom für die Wärmepumpen vor allem im Winter stärker CO<sub>2</sub>-belastet ist. Bei WKK-Anlagen hingegen sind Gesamtwirkungsgrade um 90% möglich, da sich die Wärme über ein Wärmenetz optimal nutzen lässt. Solche Systeme lassen sich ideal mit Wasserkraftwerken und Photovoltaikanlagen kombinieren: Diese liefern den Strom vor allem im Sommer, während die WKK-Anlagen durch den hohen Wärmebedarf primär im Winter viel Strom produzieren.

---

<sup>1</sup> Über Elektrolyse erzeugter Wasserstoff bzw. synthetisches Methan (SNG: Synthetic Natural Gas)

Auch bei WKK-Systemen entstehen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Weil aber aus dem verwendeten Primärenergie-träger gleichzeitig Strom und Wärme produziert wird, ergibt sich eine bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz: Im Vergleich zum Importstrom verursacht die Stromproduktion in WKK-Anlagen bis zu 50% weniger CO<sub>2</sub>. Weil Stromimport mehrheitlich fossiler Herkunft ist, bedeutet der WKK-Einsatz bereits heute eine klimaschonende Massnahme, auf welche die Schweiz nicht länger verzichten sollte.

Wesentliche Vorteile bieten die WKK-Systeme weiter im Netzbereich, weil der Strom dort entsteht, wo er gebraucht wird. Die Einspeisung erfolgt in der Regel auf den Netzebenen 5 und 7. Entsprechend entlasten die Anlagen das vorgelagerte Netz. In Deutschland beispielsweise erhalten deshalb WKK-Betreiber ein gesetzlich geregeltes Entgelt. Zudem existiert die Infrastruktur bereits, um das benötigte Gas zu den WKK-Anlagen zu transportieren. Vielerorts bestehen auch schon WKK-Systeme mit Wärmenetzen. Diese meist kommunalen Infrastrukturen lassen sich künftig optimal mit geothermischen Energiequellen verbinden.

Für die unterschiedlichen Gebiete der Schweiz wird in den kommenden Jahren eine differenzierte Betrachtung nötig sein: Sicher in weniger dichten Agglomerationssiedlungen und ländlichen Regionen, aber je nach Rahmenbedingungen auch im städtischen Kontext kann die Kombination von GuD und Wärmepumpen durchaus Sinn machen. Wärmepumpen sind aber nicht überall einsetzbar (Schutz-zonen, ungenügendes Temperaturniveau etc.). In den rund 100 grossen und mittleren Städten sowie bei kleineren Nahwärmeverbunden in Gemeinden sind jedoch genügend Wärme-Abnehmer vorhanden, selbst nach umfassenden Gebäudesanierungen und beim Einsatz von Anergielösungen. Darum ist es dort vorteilhaft, auf eine WKK-Strategie zu setzen und Wärmenetze auf- oder auszubauen. Mit Wärmenetzen können in Zukunft auch die zunehmenden Kältebedürfnisse im Komfortbereich abgedeckt werden.

Das Potenzial von WKK-Anlagen ist gross: Bis 2035 können sie 22% und bis 2050 sogar 30% des in der Schweiz benötigten Stroms produzieren. Allerdings sind heute die Gestehungskosten noch höher als bei Grosskraftwerken, weil die passenden Rahmenbedingungen fehlen. Wenn die dezentrale Stromproduktion künftig eine wichtige Säule der Energiestrategien von Bund, Kantonen und grossen Gemeinden darstellen soll, müssen die Rahmenbedingungen deshalb angepasst werden.

Swisspower als Stadtwerkeverbund, der Schweizerische Städteverband, der Schweizerische Gemein-deverband, die Organisation Kommunale Infrastruktur, der Verband effiziente Energie Erzeugung und der Verband der Schweizerischen Gasindustrie schlagen dazu folgende Massnahmen vor:

- Ausarbeitung einer Strategie auf Bundesebene zum Einsatz von WKK-Anlagen, wobei eine integ-rale (Strom, Wärme, Mobilität) und differenzierte (Energie-, Wärme-, Bebauungsdichte) Betrach-tung nötig ist;
- Schaffung von gleichen finanziellen Rahmenbedingungen für Strom aus WKK-Anlagen gegenüber Importstrom und Strom aus Grosskraftwerken, beispielsweise durch Anschubfinanzierung für Wärmenetze, Entgelt für vermiedene Netzkosten und Prüfung der Einführung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Importstrom aus fossiler und unbekannter Herkunft;
- Anerkennung der erzielten CO<sub>2</sub>-Reduktion bei Substitution von Heizöl durch Abwärme aus WKK-Anlagen mit handelbaren CO<sub>2</sub>-Zertifikaten bzw. -Bescheinigungen;
- Beseitigung von administrativen und regulatorischen Hürden, um den Import von Gasen aus er-neuerbaren Energien (Biogas, Wasserstoff, Methan) zu fördern; Förderung inländischer Produktion von Biogas und seiner Aufbereitung zur Einspeisung in das Erdgasnetz;
- Passende Rahmenbedingungen für die intelligente Verknüpfung mehrerer dezentraler Produkti-onanlagen zu virtuellen Kraftwerken;
- Anpassung der kantonalen und kommunalen Energieplanung, damit die Gebietsausscheidung für die verschiedenen Energieträger und Technologien (z. B. Wärme- und Gasnetze) möglich wird.

## 2. Ausstieg aus der Kernenergie bis 2034 verlangt eine Gesamtenergiebetrachtung

Der Bundesrat kommt in der neuen Energiestrategie 2050 zum Schluss, dass ein vollständiger Ausstieg aus der Kernenergie technisch und wirtschaftlich machbar ist, ohne die gesicherte Stromversorgung der Schweiz zu gefährden.

Mit dem Atomausstieg werden die Kernkraftwerke in der Schweiz voraussichtlich spätestens 2034 abgestellt. Laut Energiestrategie 2050 soll bis zu diesem Zeitpunkt trotz kontinuierlichem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum ein Teil des bisher mit Kernenergie produzierten Stroms dank mehr Energieeffizienz nicht mehr benötigt werden. Der verbleibende Bedarf an Strom wird in Zukunft durch Wasserkraft, Windenergie, Solarenergie, Biomasse, Geothermie, Wärme-Kraft-Kopplung, Gas- und Dampf-Kombikraftwerke sowie Zukauf aus dem Ausland gedeckt werden.

Gleichzeitig muss die Schweiz den Verbrauch fossiler Energien (erdölbasierte Brenn- und Treibstoffe, Erdgas, Kohle) stark reduzieren, damit sie die bereits eingegangenen und zukünftig erforderlichen Verpflichtungen zur Limitierung der Klimaerwärmung erfüllen kann.

Die Energiewende stellt mit dem vorgesehenen Ausbau der erneuerbaren Energien neue Anforderungen an die Energieinfrastruktur. Weder die Übertragungs- noch die Verteilnetze und erst recht nicht die Energiespeicher sind auf die mit dem Ausbau der Wind- und Sonnenenergie stark zunehmende dezentrale stochastische Einspeisung ausgelegt. Energienetze und -speicher müssen gerade deswegen massiv ausgebaut und modernisiert werden, damit auch in Zukunft der Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage gelingt. Nötig sind die Anbindung an den europäischen Energiemarkt und letztlich eine integrale Betrachtung von Strom- und Gasnetzen und deren Eigenschaften zur Energiespeicherung.

### *Exkurs 1: Energiespeicherung und «Power-to-Gas» (Wind- und Sonnengas)*

*Die Speicherbarkeit von Elektrizität wird mit dem Ausbau der Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energien zum eigentlichen Schlüsselthema. In Deutschland beispielsweise registriert man bereits heute bei einem Anteil von ca. 20% neuen erneuerbaren Energien am gesamten Produktionsmix einen rasanten Anstieg von kritischen Netzsituationen und eine Zunahme von nicht nutzbarer Energie, weil man Windkraft- und andere Produktionsanlagen wegen Überschüssen abstellen oder herunterregeln muss.*

*Weil diese stochastischen Einspeisungen vor allem aus meteorologisch abhängigen Quellen (Wind, Sonne, Wasser) erfolgen, braucht es einen neuen Weg, Energie zu speichern. Dabei erfährt die Elektrolysetechnologie eine Renaissance, weil sich damit aus Strom Wasserstoff herstellen lässt. Wasserstoff kann man entweder direkt ins Gasnetz einspeisen oder zu Methan anreichern und wenn nötig über Monate speichern. Diese «Power-to-Gas»-Strategie wird zurzeit vor allem von den Strom- und Gasnetzbetreibern und von einzelnen Autoherstellern<sup>2</sup> verfolgt. Mit diesem synthetischen Erdgas, auch als Wind- und Sonnengas bekannt, lassen sich sämtliche herkömmlichen Anwendungen im Bereich Wärme, Strom und Mobilität abdecken.*

*Die Energiespeicherung wird bei der Energiewende eine zentrale Rolle spielen. Folge dessen müssen die verschiedenen Optionen der Energiespeicherung (Batterien, hydraulische Pumpspeicher, «Power-to-Gas» etc.) in die Energiestrategie einbezogen werden (siehe auch Bericht «Swiss Renewable Power-to-Gas»<sup>3</sup>).*

Gerade das «Zusammenwachsen» der bestehenden Energienetze (Strom und Gas) eröffnet neue Perspektiven zur Lösung der Herausforderungen beim Transport und bei der Speicherung von Energie. Das sogenannte «synthetische Erdgas» (SNG: Synthetic Natural Gas) ist ein illustratives Beispiel

<sup>2</sup> [www.audi-balanced-mobility.de](http://www.audi-balanced-mobility.de)

<sup>3</sup> Erneuerbares Gas aus Strom für die Schweiz, AEE (2012)



für diese Konvergenz von Energieformen und -infrastrukturen. Der in Windkraftwerken und Photovoltaikanlagen dezentral erzeugte Strom wird dabei in Gas (Wasserstoff, Methan) umgewandelt. Dieses «Power-to-Gas»-Prinzip liefert aus Strom, der sonst nicht genutzt werden kann, einen nahezu CO<sub>2</sub>-neutralen Energieträger mit enormen Energiespeicherpotenzialen. Dieses Erdgas-Substitut lässt sich in den vorhandenen Erdgasnetzen über kurze und lange Distanzen transportieren und sowohl zur Produktion von Strom und Wärme (vorzugsweise in WKK-Anlagen) als auch in vorhandenen Endverbrauchergeräten (Gasheizung etc.) und Gasfahrzeugen verwenden.

Die in der WKK-Partnerschaft beteiligten Organisationen erachten deshalb eine Gesamtenergiebetrachtung, in welcher Elektrizität **und** Wärme im Fokus stehen, als unumgänglich. Es braucht hierfür Rahmenbedingungen für einen «Masterplan Energie Schweiz». Dieser soll die technischen, politischen und gesellschaftlichen Spezifikationen einer Energieinfrastruktur festlegen, die die Anforderungen einer effizienten, dezentralen und international integrierten sowie möglichst erneuerbaren Energieversorgung erfüllt.

### 3. Vorteile einer WKK-Strategie der Schweiz

Die schrittweise wegfallende Stromproduktion aus Kernenergie soll gemäss bundesrätlicher Energiestrategie 2050 einerseits aufgrund von grossen Energieeffizienzbemühungen nicht mehr benötigt und andererseits durch den forcierten Ausbau erneuerbarer Energien ersetzt werden.

Es ist aber davon auszugehen, dass bis 2034 Energieeffizienz und erneuerbare Energien den Wegfall nicht zu kompensieren vermögen. Für eine Übergangszeit sind zur Deckung der Stromnachfrage Alternativen nötig. Zur Diskussion stehen dabei mehrere Optionen:

- Stromproduktion mittels grossen Gas-und-Dampf-Kombikraftwerken, aus ökologisch-klimapolitischen Gründen kombiniert mit Wärmepumpen;
- WKK-Anlagen für Industrie, Wärmenetze und Haushalte;
- Zusätzlicher Import des fehlenden Stroms aus dem Ausland.

Während im Mai 2011 der Bund das Potenzial von WKK-Anlagen noch bei 8.2 TWh Strom sah, hat sich diese Zahl im April 2012 mit dem Vorliegen der Vorarbeiten für die Energiestrategie auf rund 2 TWh reduziert. Dafür ausschlaggebend waren Stromeffizienz- und Rentabilitätsüberlegungen basierend auf heutigen Rahmenbedingungen und nach unserer Betrachtung auch eine Unterschätzung des Potenzials im Industrie- und Haushaltsektors (Brennstoffzellen etc.).

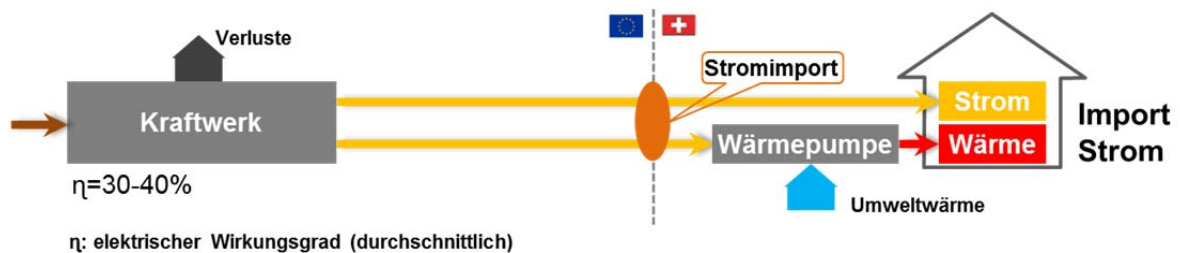
Swisspower als Verband der regionalen und städtischen Querverbundunternehmen, der Schweizerische Städteverband, der Schweizerische Gemeindeverband, die Organisation Kommunale Infrastruktur, der Verband effiziente Energie Erzeugung und der Verband der Schweizerischen Gasindustrie (WKK-Partnerschaft) fordern aber mit Nachdruck einen viel stärkeren Fokus auf WKK-Anlagen. In einer integralen Betrachtung der gesamten Energieversorgung unter Einbezug der Strom, Gas- und Wärmenetze bietet die WKK erhebliche Vorteile gegenüber der Variante GuD bzw. dem Stromimport. Diese Forderung steht primär im Kontext der Energiestrategie 2050. Genauso wichtig erscheint es der WKK-Partnerschaft, die bereits heute fehlenden Kapazitäten im Winter mit inländischer Stromerzeugung mittels WKK anstelle von Stromimporten zu kompensieren.



### 3.1 Beschreibung der Optionen

Um die verschiedenen Systemlösungen vergleichbar zu machen, werden zuerst die Systemgrenzen und die technischen Zusammenhänge nachstehend erläutert:

#### Option 1: Stromimport



Beim Stromimport muss von einem Produktionsmix ausgegangen werden, der sich je nach Herkunftsland unterschiedlich zusammensetzt. Analysen dazu haben gezeigt, dass der im Ausland produzierte Strom mit durchschnittlichen Wirkungsgraden zwischen 30-40% und noch über längere Zeit hauptsächlich mit fossilen Primärenergieträgern (Kohle, Öl, Gas) entsteht. Insbesondere während der Heizperiode im Winter, in welcher heute schon Strom importiert werden muss, steigt somit durch den Einsatz von Elektrowärmepumpen die CO<sub>2</sub>-Intensität im Schweizer Stromabsatz. Die allmählich wachsende Zahl Elektrofahrzeuge verschärft diesen Trend zusätzlich.

#### Exkurs 2: Stromimport und CO<sub>2</sub>-Intensität

Mit Verweis auf die Stromproduktion in der Schweiz wird oft von einem CO<sub>2</sub>-freien Strommix ausgegangen. Aufgrund der Ausgangslage eines intensiven Stromaustausches zwischen der Schweiz und dem Ausland ist jedoch eine differenziertere Betrachtung erforderlich. Letztlich ist weniger die geographische als vielmehr die technologische Herkunft des Stroms für die CO<sub>2</sub>-Intensität entscheidend. Insgesamt zeigen verschiedene Untersuchungen auf, dass sich die bisher in der Energiepolitik und bei den Konsumenten stark verbreitete Auffassung vom «CO<sub>2</sub>-freien Schweizer Strom» nicht aufrechterhalten lässt. Die CO<sub>2</sub>-Intensität des an Schweizer Endkunden abgegebenen Stroms beträgt gemäss den durchgeführten Analysen in der Durchschnittsbetrachtung derzeit zwischen 80 und 110 g CO<sub>2</sub>/kWh<sub>el</sub>.<sup>4</sup>

#### Option 2: GuD



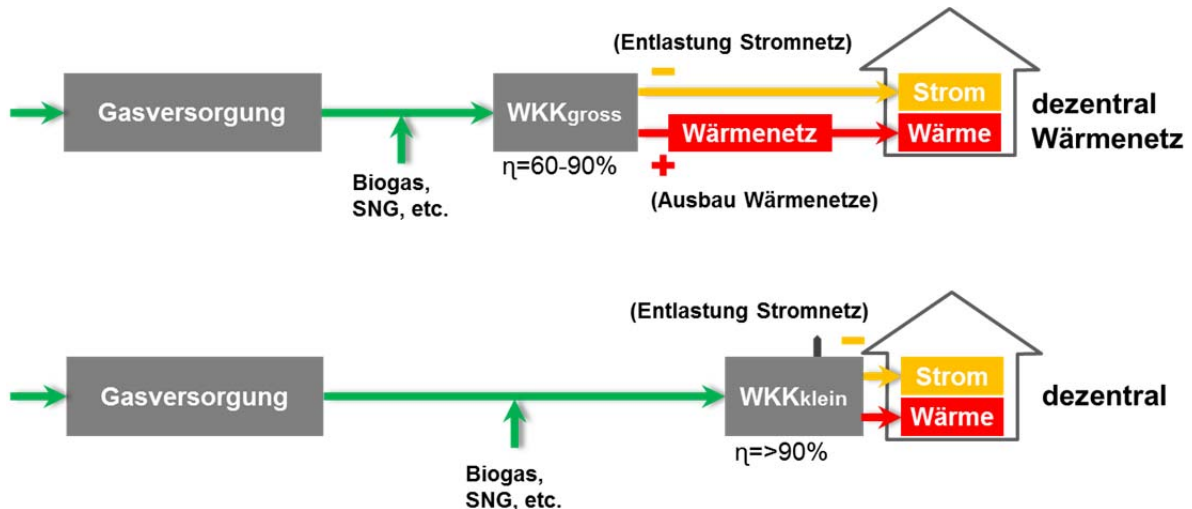
Das Szenario GuD zeichnet sich durch einen hohen elektrischen Wirkungsgrad aus. Allerdings liegt der Primärenergiefaktor<sup>5</sup> höher als bei Energiesystemen, welche die anfallende Abwärme bei der thermischen Stromproduktion (wie z. B. WKK-Anlagen) nutzen. Will man diesen Nachteil der GuD-

<sup>4</sup> CO<sub>2</sub>-Intensität des Stromabsatzes an Schweizer Endkunden, TEP Energy GmbH (2009)

<sup>5</sup> Primärenergiefaktor: Verhältnis von kumulierter eingesetzter Primärenergie zur genutzten Endenergie; je umweltschonender die eingesetzte Energieform und ihre Umwandlung, desto niedriger ist der Primärenergiefaktor. (Basis Ecoinvent Datenbank: <http://www.ecoinvent.org/>)

Option mittels Einsatz von Elektrowärmepumpen kompensieren, führt dies zu einem Anstieg des Stromverbrauchs vor allem im Winter. Folglich müssen zusätzliche Kraftwerke gebaut werden, wenn man den Importanteil im Winter nicht noch weiter steigern will. In jedem Fall sieht man sich bei dieser Option mit der Problematik der begrenzten Leistungsfähigkeit der Stromnetze konfrontiert.

### Option 3: WKK-Anlagen



WKK-Anlagen lassen sich grob in zwei Kategorien unterteilen. Man spricht von grossen WKK-Anlagen (inkl. Industrieanwendungen), wenn ein Wärmenetz oder ein grösserer Wärmeverbraucher angeschlossen ist, der die Abwärme effizient nutzt. Diese Erzeugungseinheiten haben elektrische Wirkungsgrade von mehr als 40%.

Mit entsprechender Wärmenutzung sind sogar Gesamtwirkungsgrade bis 90% möglich. Dies bedingt jedoch die Wärmeverteilung über ein Wärmenetz. Solche existieren aber noch nicht überall, wo grosse WKK-Anlagen in Frage kommen, insbesondere weil der Bau von Wärmenetzen mit kapitalintensiven Investitionen verbunden ist.

Bei kleinen WKK-Systemen wie zum Beispiel Mini-Blockheizkraftwerke, Brennstoffzellen etc. werden Strom und Wärme am Ort der Entstehung mit Gesamtwirkungsgraden über 90% genutzt. Hier dürfte das grösste Potenzial in der Entwicklung und Anwendung von Brennstoffzellen liegen, welche bis zu zwei Drittel der Nutzenergie in Form von Strom bereitstellen können.

### 3.2 WKK-Anlagen nutzen eine bestehende Infrastruktur

Die Schweizer Gasinfrastruktur befindet sich im Besitz der Stadtwerke und regionalen Gasversorger. Schweizweit sind ca. 1000 Gemeinden mit Gas versorgt. Der Swisspower Stadtwerkeverbund setzt heute über 50% des verbrauchten Gases in der Schweiz ab. Die Stadtwerke als Gasversorger und Querverbundunternehmen sowie deren nahestehenden Verbände bekennen sich zum Einsatz von WKK-Anlagen, und zwar von der Strom erzeugenden Heizung bis zu Gas-und-Dampf-Kombikraftwerken.

Sie wollen eine Schlüsselrolle im Ausbau von WKK-Anlagen, im Einsatz von Brennstoffzellen, in der intelligenten Bündelung von kleineren WKK-Anlagen zu virtuellen Kraftwerken und bei der Gewinnung

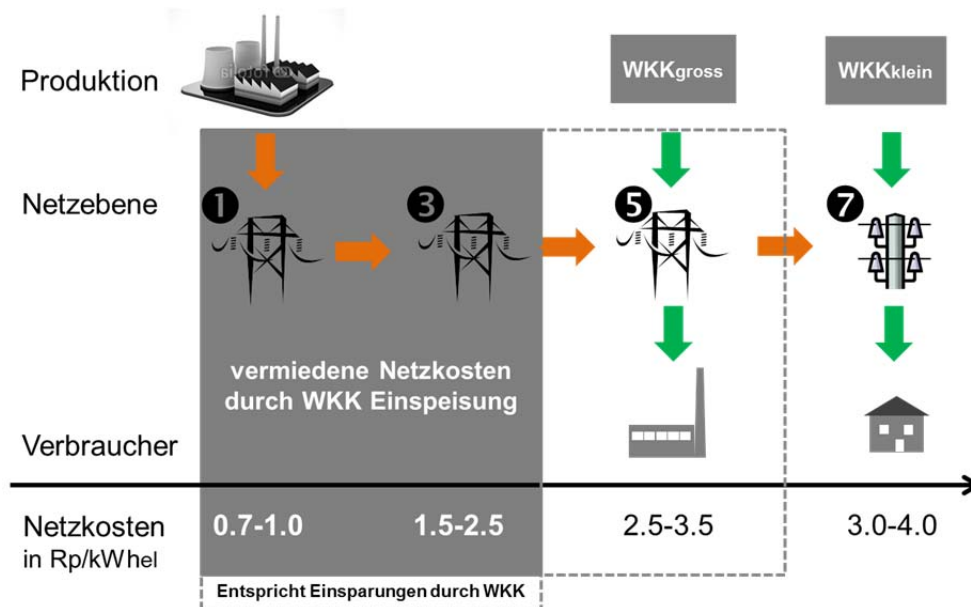
von erneuerbaren Gasen (Biogas, Wasserstoff etc.) einnehmen, um damit eine bestehende Infrastruktur mit hohem Entwicklungspotenzial zukunftsorientiert zu nutzen.

Dazu gehören auch Wärmenetze als Teil effizienter WKK-Systeme, dank denen einzelne Wärmesenken in einem Netz zusammengefasst werden können. Diese Wärmenetze lassen sich in Zukunft auch für geothermisch gewonnene Energie<sup>6</sup> nutzen, womit weitere erneuerbare Quellen über bestehende Infrastrukturen erschlossen werden können.

### 3.3 WKK-Anlagen entlasten Stromnetze

WKK-Anlagen speisen in der Regel auf den Netzebenen 5 und 7 Strom in die elektrischen Verteilnetze ein. In Deutschland gibt es hierzu ausführliche Herleitungen<sup>7</sup>, wie die vermiedenen Netzkosten auf den vorgelagerten Netzebenen 1, 3 oder 5 ermittelt werden. Es werden dabei sowohl die «Vermeidungsarbeit» in kWh als auch die «Vermeidungsleistung» in kW als wesentliche Kenngrößen verwendet. Die Einsparungen bei der Spannungsumformung (Ebenen 2, 4 und 6) sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Diese Regelung würde dem Verursacherprinzip nachkommen und die fehlende Kostenwahrheit bei WKK-Einspeisungen herstellen. Langfristig werden die netzseitigen Anforderungen auf den Ebenen 5-7 vermutlich eher durch die stark zunehmende Photovoltaik (Sommerspitze und volatile Einspeisungen) getrieben sein. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass WKK-Anlagen durch grundlastfähige und planbare Produktion die vorgelagerten Netze effektiv entlasten bzw. die Einspeiseebene sowie nachgelagerte Netze nicht ausgebaut werden müssen.



Weil es auf den Ebenen 1-3 um vorhandene Infrastrukturen geht, sind diese Einsparungen zu Gunsten der WKK-Betreiber im Sinne einer Entschädigung zu verteilen. Diese Umlage geht zu Lasten der übrigen Nutzer, was aber nach dem Verursacherprinzip gerechtfertigt ist. Langfristig wird sich jedoch

<sup>6</sup> Bsp. Geothermieprojekt bzw. Energiekonzept «EnK<sup>3</sup> 2050» der Stadt St. Gallen

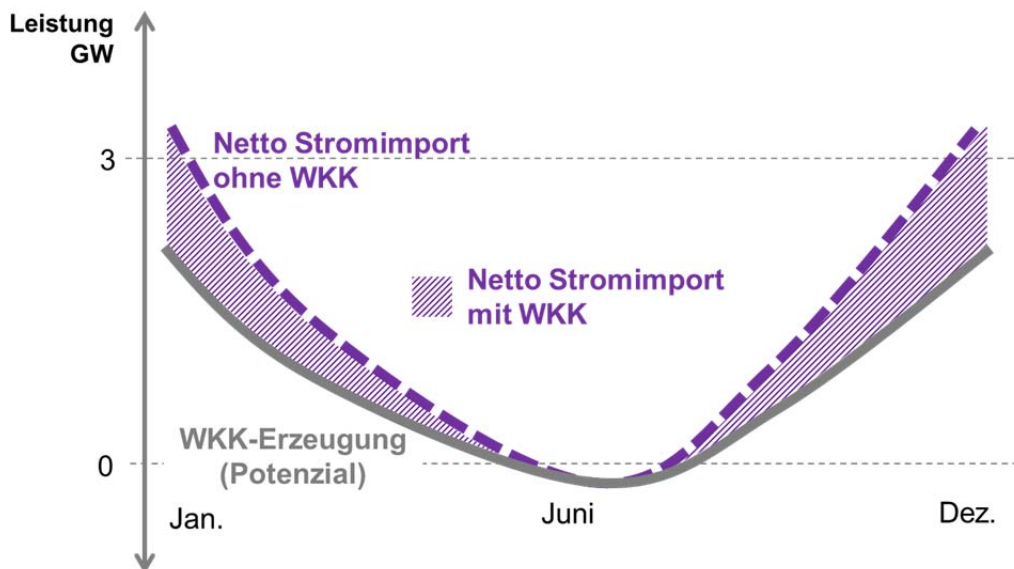
<sup>7</sup> § 24 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), VKU-Umsetzungshilfe zur Ermittlung des Entgeltes für dezentrale Einspeisung etc.

mit Zubau von WKK-Einspeisungen eine effektive Kosteneinsparung durch geringere Netzinvestitionen und sinkende Betriebs- und Unterhaltskosten einstellen.

Die Entlastung der vorgelagerten Netzebenen durch die Einspeisung von WKK-Anlagen kann somit in Form eines Entgeltes geregelt werden. Auf dieses Entgelt in der Grössenordnung von mindestens 2-3.5 Rp./kWh<sub>el</sub> hätten die Betreiber von WKK-Anlagen Anspruch, wie das in anderen Ländern bereits praktiziert wird.

### 3.4 WKK-Anlagen reduzieren Winterstromspitzen

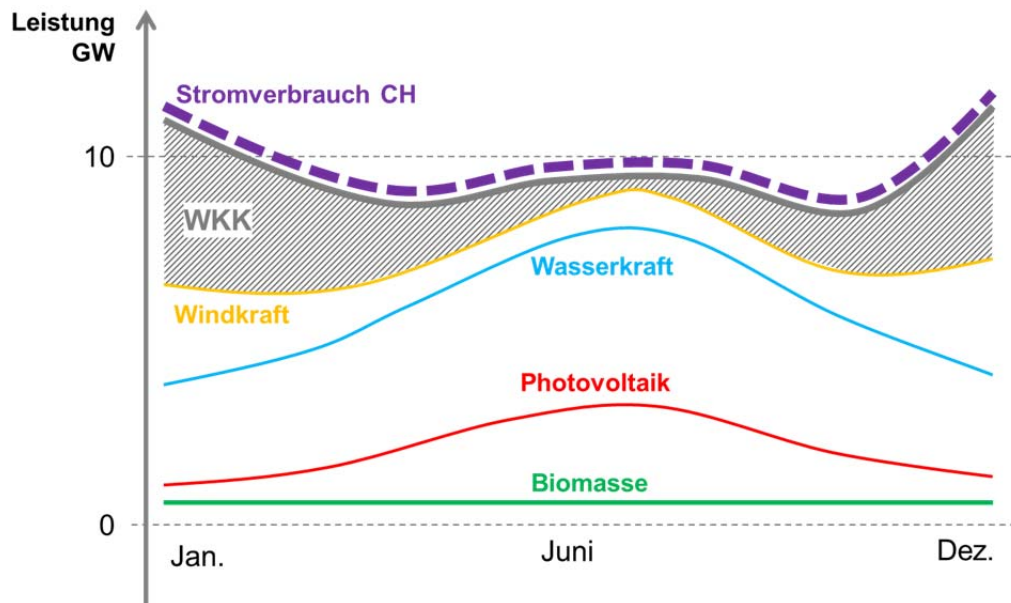
WKK-Anlagen liefern vor allem Winterbandlast und bei Bedarf auch Regelenergie für kurzfristige Spitzenabdeckung: Im Winterhalbjahr produzieren sie Wärme, wenn sie gebraucht wird, und reduzieren damit Winterstromspitzen bzw. Stromimporte (Bild unten). Damit sind WKK-Systeme eine ideale Ergänzung im heutigen Schweizer Produktionsmix, zumal sie sich durch eine intelligente Vernetzung (smart grid) auch ins Regelsystem der Stromversorgung einbinden lassen. Im Vergleich dazu erzeugt eine GuD/Wärmepumpen-Strategie zusätzliche Winterlast, was erwartungsgemäss zu noch grösseren Engpässen führen würde, als das heute schon der Fall ist.



Nebst dem saisonalen Ausgleich können WKK-Systeme auch kurzzeitige Spitzen- bzw. Regelenergie bereitstellen, weil Gas- und Wärmenetze dank nutzbarer Druck- und Temperaturpufferung über grosse Speicherkapazitäten verfügen.

### 3.5 WKK-Anlagen – die ideale Ergänzung zu Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft

Wasserkraft und Photovoltaik produzieren im Sommer anteilmässig mehr Energie als im Winter (Bild unten: Qualitative Anteile der Produktionsleistung). Genau gegenläufig verhält sich die Produktion aus WKK-Systemen. In Kombination sind somit über das ganze Jahr betrachtet die Produktion und die Leistungsbezüge ausgeglichener.



### 3.6 WKK-Anlagen sind hocheffizient und produzieren hochwertige Energie

Aufgrund der gleichzeitigen Nutzung der eingesetzten Primärenergie zur Produktion von Strom und Wärme erreichen WKK-Anlagen einen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 90% (in Kombination mit Wärmepumpen sogar mehr als 100%). Gegenüber den Optionen GuD (60%) und Importstrom (35%) verfügen WKK-Systeme deshalb über einen hohen Brennstoffnutzungsgrad bzw. einen tiefen Primärenergiefaktor.

Zusätzlich verfügt WKK-Abwärme über eine hohe Wertigkeit. Es können damit nämlich sowohl Medientemperaturen von über 60°C erreicht als auch Dampf produziert werden. Gerade bei sanierungsbedürftigen Gebäuden ist es technisch nicht immer möglich, Heizungssysteme unter 60°C zu betreiben.

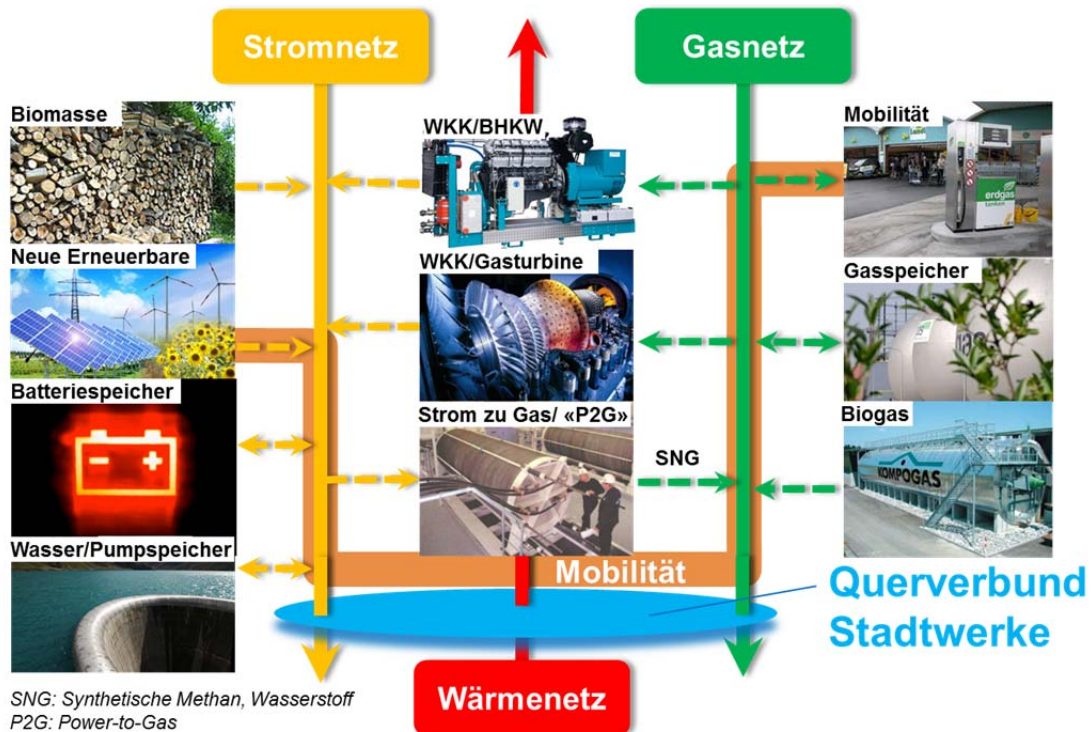
### 3.7 Mit WKK-Anlagen Energiespeicherung nutzbar machen

Gas- und Wärmenetze erlauben Aufnahme und Speicherung volatiler Energieproduktion aus Windkraft und Photovoltaik. Zudem ist die neue Technologie zur Umwandlung von Strom in Gas («Power-to-gas») aus erneuerbaren Quellen eine vielsprechende Technik, welche das Vorhandensein eines Gasnetzes und auch dessen Nutzung als Speicherkapazität<sup>8</sup> voraussetzt.

WKK-Systeme bilden das «Scharnier» zu den Gas- und Wärmenetzen als Energiespeicher. Diese werden mit Zubau von erneuerbaren Energien einer der wichtigsten Schlüsselprozesse im zukünftigen Energiesystem werden.

<sup>8</sup> Das Gasnetz in Deutschland hat eine rechnerische Speicherreichweite von 2000 Stunden, jenes vom Strom nur 0.6 Stunden (Solarfuel GmbH, ZSW Baden-Württemberg)





Wiederum sind es die Stadtwerke und Querverbundunternehmen, welche als wichtige lokale und regionale Akteure über diese Kompetenzfelder verfügen und die Netzkonvergenz mit der Produktion von erneuerbaren Energien optimal nutzen können.

### 3.8 WKK und Mobilität

In eine Gesamtbetrachtung zur Energieversorgung muss neben Strom und Wärme immer auch die Mobilität einbezogen werden. Mittel- und langfristig betrachtet haben neben den Erdgas/Biogas- und den Brennstoffzellenfahrzeugen vor allem batteriebetriebene Elektrofahrzeuge gute Erfolgschancen. Sie werden zwar den Stromverbrauch erhöhen, gleichzeitig aber durch ihre hervorragende Effizienz den Gesamtenergieverbrauch senken. Bei der Ökobilanz der Elektromobilität ist entscheidend, wie der benötigte Strom entsteht. Durch die optimale Kombination von neuen erneuerbaren Energien und WKK-Anlagen zur Stromproduktion kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoss pro kWh Strom und damit pro im Elektroauto gefahrenem Kilometer weiterhin tief gehalten werden.

Eine WKK-Strategie fördert die Verdichtung der Erdgasnetze, was wiederum den Bau weiterer Erdgas/Biogas-Tankstellen begünstigt. Zudem erleichtert der systemische Ansatz einer solchen Strategie den Vormarsch von Wasserstoff und synthetischem Erdgas aus überschüssigem Wind- und Solarstrom – ganz im Sinne einer klimaschonenderen Mobilität.

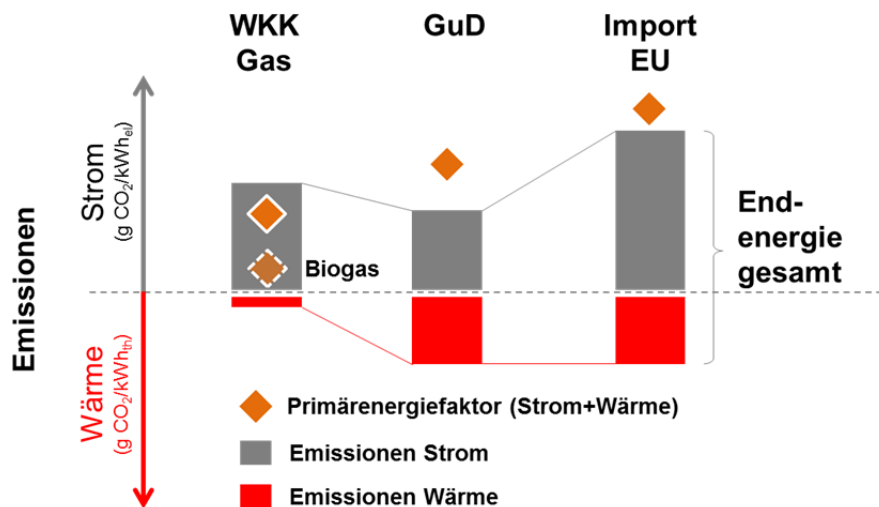


## 4. WKK-Beitrag zu den Umweltzielen

### 4.1 CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial

Auch bei WKK-Systemen entstehen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Weil aber aus dem verwendeten Primärenergie-träger gleichzeitig Strom und Wärme produziert wird, ergibt sich eine vorteilhafte CO<sub>2</sub>-Bilanz:

Im Vergleich zum Importstrom hat die WKK-Anwendung eine bis zu 50% bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz (siehe Bild unten<sup>9</sup>). Dies widerspiegelt der niedrigere Primärenergiefaktor in Bezug auf die gesamte Endenergie (Strom und Wärme).



An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass im Sinne einer Gesamtenergiestrategie und der geforderten Klimaschutzziele der Ersatz von Heizöl durch Gas eine um 25% bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz mit sich bringt.

### 4.2 Immer mehr erneuerbare Energie im Gasnetz

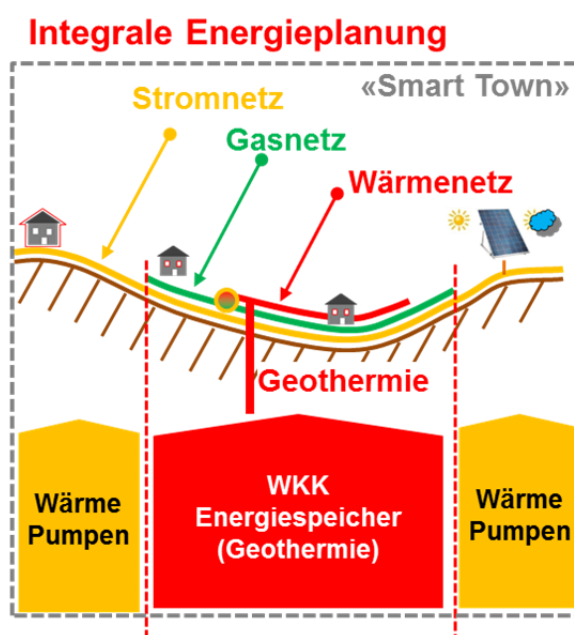
WKK-Anlagen können mit erneuerbarem Gas (Biogas, Wind- und Sonnengas) betrieben werden. Damit die Potenziale langfristig weiter gesteigert werden können, müssen die Rahmenbedingungen stimmen und die technologischen Entwicklungen in diesem Bereich unbedingt gefördert werden. Damit ist gemeint, dass zum Beispiel Biogas, welches in grösseren Klär- und Kompogasanlagen entsteht, standardmässig ins Gasnetz eingespeist und die «Power-to-Gas»-Technologie rasch zur Industriereife entwickelt wird.

Verfolgen Politik, Energieversorger sowie Forschung und Entwicklung diese Ziele gemeinsam, wird die CO<sub>2</sub>-Bilanz von Gas generell und im Speziellen im Vergleich zum Importstrom fortlaufend verbessert. Deshalb ist die gut ausgebaute Gasversorgung in der Schweiz mehr als nur eine Brückentechnologie.

<sup>9</sup> ESU-Services (Gewichtungsfaktoren Endenergie), CO<sub>2</sub>-Intensität des Stromabsatzes an Schweizer Endkunden, TEP Energy GmbH (2009) und eigene Berechnungen

### 4.3 WKK und Wärmenetze auch sinnvoll trotz verbesserter Gebäudeeffizienz

Mindestens in den 100 grossen und mittelgrossen Städten und Gemeinden der Schweiz sind die nötigen Wärmedichten für grössere WKK-Systeme vorhanden. In kleineren Gemeinden und Quartieren können auch Nahwärmeverbunde sinnvoll sein. Trotz geplanter Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden wird in diesen Fällen auch in mittel- und langfristiger Perspektive genügend Wärmebedarf vorhanden sein. Nicht alle Gebäude und Quartiere lassen sich in den nächsten Jahrzehnten sanieren. Bei vielen älteren und auch denkmalgeschützten Gebäuden ist zudem die Kosteneffizienz fraglich. Die Investitionen in Gebäudeeffizienz sind hier höher als in eine Energieversorgung mittels hocheffizienten WKK-Systemen.



Die WKK-Potenziale sind deshalb unter anderem in der Versorgung von Wärmenetzen zu suchen. Wärmenetze sind jedoch wegen den kapitalintensiven Investitionen schwierig zu realisieren und benötigen eine gewisse «Exklusivität». Wenn in einem Gebiet einmal eine grössere Anzahl Wärmepumpen und Einzelheizungen installiert ist, macht der Bau von leitungsgebundenen Energiesystemen aus betriebswirtschaftlichen Überlegungen kaum noch Sinn. Deshalb braucht es hier entsprechende Rahmenbedingungen (Energieleitpläne etc.) und Massnahmen zur Förderung.

In der Energierichtplanung ist der notwendigen Co-Existenz von Gas- und Wärmenetzen Rechnung zu tragen, indem WKK-Anlagen einerseits an der Schnittstelle zwischen Gas- und Wärmenetz<sup>10</sup> angesiedelt sein müssen, andererseits Kleinverbraucher durchaus weiterhin mit Gas (Biogas) versorgt werden können.

In Ländern, welche bereits heute eine WKK-Eigenproduktion von über 25% aufweisen, ist es wegen dem Ausbau von Wärmenetzen nicht zu einem Rückbau der Gasinfrastruktur gekommen.

Soll die Geothermie als erneuerbare Energiequelle erschlossen werden, sind Wärmenetze notwendig. Es ergibt sich eine optimale Synergie zwischen der künftigen Nutzung von Geothermie und einer WKK-Strategie, die ebenfalls Wärmenetze benötigt. Investitionen in Wärmenetze sind generell nachhaltig, weil sie unabhängig von der Energiequelle genutzt werden können. Nebst WKK und Geothermie können mit dem Ausbau von Wärmenetzen zusätzliche erneuerbare Energien aus Holzkraftwerken, Kehrlichtverwertungsanlagen, Kläranlagen etc. eingesetzt werden.<sup>11</sup>

Mit Wärmenetzen Kälte herzustellen, ist technisch kein Problem. Deshalb sind WKK-Systeme und Wärmenetze auch vermehrt im Bereich der Industriekälte und Klimatisierung einzusetzen. Dadurch entsteht ein Doppelnutzen, indem man den Stromverbrauch im Sommer durch Wegfall von elektrisch betriebenen Kältemaschinen etc. reduzieren und gleichzeitig mit WKK-Anlagen wegen der höheren Nutzungsdauer ganzjährig mehr Strom produzieren kann.

<sup>10</sup> Bsp. Geothermieprojekt bzw. Energiekonzept der Stadt St. Gallen

<sup>11</sup> Ein beispielhaftes Projekt bezüglich der optimalen Nutzung verschiedener Energiequellen (Kehrlicht, Holz, Erdgas) ist die Energiezentrale Forsthaus von Energie Wasser Bern.

#### 4.4 WKK ohne zusätzlichen Raumbedarf rasch realisierbar

WKK-Anlagen sind nicht in jedem Fall die energetisch, ökologisch und wirtschaftlich sinnvollste Lösung. Sie sind im Vorteil bei ausreichenden Energie- und Bebauungsdichten sowie bei vorhandenen und ausbaufähigen Gas- und Wärmenetzen. In weniger dichten Agglomerationssiedlungen und im ländlichen Raum sowie je nach standortspezifischen Rahmenbedingungen auch im städtischen Kontext ist unter Umständen eine GuD/WP-Lösung sinnvoller.

Es ist jedoch beim Bau von Gas-und-Dampf-Kombikraftwerken zu berücksichtigen, dass diese raumplanerisch viel anspruchsvoller sind und bei der Bevölkerung und der Politik noch an Akzeptanz gewinnen müssten.

Diesbezüglich ist bei WKK-Anlagen mit weniger Widerstand zu rechnen, denn WKK-Anlagen lassen sich rasch und ohne grossen zusätzliche Raum- bzw. Flächenbedarf realisieren. Dies dürfte vor allem ihre politische Akzeptanz erhöhen.

### 5. Rahmenbedingungen

#### 5.1 Energiepolitik

Es sollten Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die dezentrale Energieproduktion (Strom und Wärme aus WKK) nebst den angestammten Erzeugungsanlagen und GuDs als wichtige Säule der Energiestrategien von Bund, Kantonen und grossen Gemeinden vorsieht. Zusammen mit den Massnahmen bei der Energieeffizienz und den erneuerbaren Energien können damit die hohe Versorgungssicherheit erhalten und eine klimaschonende Energieversorgung realisiert werden.

#### 5.2 WKK-Potenzial Energiestrategie 2050

Die Energiestrategie 2050 des Bundes sollte die Zielsetzungen betreffend WKK-Stromproduktion wesentlich höher ansetzen. Mit den hier genannten Rahmenbedingungen können die Voraussetzungen zur Erschliessung eines viel höheren WKK-Potenzials geschaffen werden. In den bezeichneten Etappen sind nachfolgende Potenziale anhand des heutigen Wärmeverbrauchs in den Sektoren Industrie, Fernwärme und Haushalten hochgerechnet worden.

in TWh/Jahr		2011		2020		2035		2050	
Potenzial	Bereich	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
WKK gross	Industrie <sup>a) b)</sup>	1.5		4.5	2.6	7.5	6.9	9.5	12.5
WKK gross	Wärmenetze <sup>c)</sup>			2.0	1.2	4.0	3.7	5.5	7.2
WKK klein	lokal <sup>d)</sup>	0.5		0.5	2.5	1.5	5.3	3.0	7.8
<b>Total</b>	<b>in TWh/Jahr</b>	<b>2.0</b>	<b>0.85</b>	<b>7.0</b>	<b>6.3</b>	<b>13.0</b>	<b>15.8</b>	<b>18.0</b>	<b>27.5</b>
	<b>in % <sup>e)</sup></b>	<b>3%</b>		<b>11%</b>		<b>22%</b>		<b>30%</b>	

a) Erdölverbrauch (2011) für Industrierwärme gesamt: 9 TWh/Jahr

- b) Erdgasverbrauch (2011) für Industriewärme gesamt: 10 TWh/Jahr
- c) Potenzial Wärmenetze: 20 Städte mit grossem (>40 MW) 25 Städte und Gemeinden mit mittlerem und rund 50 Gemeinden und Agglomerationen mit kleinerem (<20 MW) Wärmepotenzial. Eicher+Pauli errechnete sogar ein Wärmepotenzial für die WKK von ca. 20 TWh/Jahr.<sup>12</sup>
- d) Potenzial Heizungen CH: 60'000 Anlagen bis ins Jahr 2035 (Gesamtpotenzial 1 Mio. Anlagen)
- e) Bezogen auf Gesamtstromproduktion von 60 TWh/a

Zum Vergleich: In Deutschland verabschiedete der Bundestag am 24. Mai 2012 ein WKK-Gesetz<sup>13</sup> mit dem Ziel, bis 2020 den WKK-Anteil an der gesamten Stromproduktion auf 25% zu erhöhen. Folglich dürfte auch in der Schweiz langfristig ein ähnlicher WKK-Anteil von 20-30% realistisch sein.

Insgesamt würde damit bis ins Jahr 2050 der jährliche Gasverbrauch der Schweiz auf ca. 50 TWh anwachsen. Wegen Substitution von Heizöl und Erdgas durch Abwärme sowie Effizienzsteigerung wird damit eine Reduktion von mehr als 1-2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr möglich. Im Vergleich zur Option GuD fällt nach unseren Berechnungen der Gasverbrauch bei der WKK wegen der besseren Primärenergienutzung und dem Wegfall von Wärmepumpenstrom um einiges geringer aus. Für das benötigte Gas wäre deshalb keine grosse Erweiterung der bestehenden Infrastruktur erforderlich.

### 5.3 Tarifmassnahmen der Gasversorger

Parallel zu den energiepolitischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen, die für eine WKK-Strategie überhaupt die Voraussetzungen schaffen, sollten die Gasversorger für WKK-Anwendungen einen Spezialtarif in Betracht ziehen.

WKK-Anlagen sorgen für eine konstantere Auslastung des Gasnetzes, weil die durchschnittliche jährliche Betriebszeit von WKK-Anlagen in der Regel mehr als 4000 Stunden beträgt. Ein Spezialtarif rechtfertigt sich deshalb durch eine optimierte Beschaffung. Um diesen Ausbau anzustossen, dürfte in der Startphase ein freiwilliges Anreizmodell der Gaswirtschaft ebenfalls zur Diskussion stehen.

Mit der Gewinnung von Biogas und von synthetischem Methan bzw. Wasserstoff tragen die Energieversorgungsunternehmen auch zum langfristigen Ziel einer Versorgung der Schweiz mit erneuerbarer Energie bei.

### 5.4 WKK-Kleinanlagen

Für kleine WKK-Anlagen (Brennstoffzellen, Micro-Turbine, Mini-BHKW, Strom erzeugende Heizung etc.) müssen die Voraussetzungen für eine Nettoverrechnung geschaffen werden. Das heisst, der verrechenbare Strombezug wird nach Abzug des produzierten WKK-Stroms gemessen bzw. ermittelt (Nettoprinzip, Net Metering). Das Messkonzept von dezentralen Stromerzeugern (WKK, Photovoltaik etc.) sollte einheitlich gehandhabt werden. Bei Kleinstanlagen ist der messtechnische Aufwand möglichst klein zu halten.

### 5.5 Kostensymmetrie dezentral – zentral

Die Kostensymmetrie zwischen der dezentralen und der zentralen Stromproduktion bzw. dem Import von Strom muss zwingend mit entsprechenden Rahmenbedingungen hergestellt werden, damit die

<sup>12</sup> Fossile BHKW: Potenzial und Standortevaluation im Rahmen der Entwicklung der BFE WKK-Strategie, 2012

<sup>13</sup> Gesetz für Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG Gesetz)

Rentabilität von WKK-Anlagen nicht unverhältnismässig benachteiligt wird. Deshalb gilt es, die ungleiche Belastung etwa durch gesetzliche Abgaben (CO<sub>2</sub>-Abgabe etc.) und die nicht verursachergerechte Netzkostenzuordnung zu beseitigen.

Deshalb muss mit einer Entschädigung der vermiedenen Netzkosten an die WKK-Betreiber bzw. mit einer Einführung der CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Stromimport fossiler und unbekannter Herkunft die Kostensymmetrie sichergestellt werden.

## 5.6 Förderung Wärmenetze

Als Umsetzungsmassnahme zur WKK-Strategie gehört eine entsprechende Förderung im Sinne einer Anschubfinanzierung für Wärmenetze. Diese könnte beispielsweise in Form von zinslosen Darlehen erfolgen.

## 6. Forderungen zur Energiestrategie

Der Swisspower Stadtwerkeverbund, der Schweizerische Städteverband, der Schweizerische Gemeindeverband, die Organisation Kommunale Infrastruktur, der Verband effiziente Energie Erzeugung und der Verband der Schweizerischen Gasindustrie fordern deshalb die Ausarbeitung einer integralen (Strom, Wärme und Mobilität) und differenzierten (Energie-, Wärme- und Bebauungsdichte) Strategie zum verstärkten Einsatz von WKK-Anlagen und Gas-und-Dampf-Kombikraftwerken mit hohen Wirkungsgraden. Dabei sollen die Co-Benefits einer WKK-Strategie einbezogen sowie gleiche und verursachergerechte Rahmenbedingungen für die Szenarien WKK, GuD und Importstrom angenommen werden.

In den nachfolgenden Punkten sind die konkreten Forderungen aufgeführt.

### 6.1 Gesetzgebung

- Das CO<sub>2</sub>-Gesetz muss auf Basis der Energiestrategie 2050 den neuen Verhältnissen angepasst werden. Die Regelungen der CO<sub>2</sub>-Verordnung sind diesbezüglich zu hinterfragen. Zudem sollte die CO<sub>2</sub>-Reduktion bei der Substitution von Heizöl durch Gas bzw. von fossilen Brennstoffen durch Abwärme aus WKK-Anlagen mittels CO<sub>2</sub>-Zertifikaten bzw. Bescheinigungen anerkannt werden.
- Es gibt Fälle, in welchen aus Abwärme (Abdampf aus Stahlherstellung, ORC etc.) Strom produziert werden kann. Diese Anwendungen sind neu ins KEV-Modell (EnG, StromVG) aufzunehmen.
- Eine Entschädigung in Form eines Entgeltes für vermiedene Netzkosten ist, wenn nötig, gesetzlich zu regeln.
- Der Import von erneuerbaren Gasen soll in Bezug auf die Anerkennung des ökologischen Mehrwertes (MinöSt, CO<sub>2</sub>-Gesetz etc.) und des grenzüberschreitenden Transfers vereinfacht und gesetzlich dem inländisch produzierten Biogas gleichgestellt werden<sup>14</sup>. Damit werden die Grundlagen für einen künftigen Transport von «Power-to-Gas-Energie» über das europäische Gasnetz geschaffen.
- Die Förderung von WKK-Strom ist zu erwägen, vorzugsweise in der Form von Investitionshilfen.

<sup>14</sup> Umsetzung der Motionen de Buman (11.4198) und Schwaller (12.3191)

## 6.2 Finanzierung

- Investitionen in WKK-Systeme waren bis anhin nicht rentabel, weil die Kostensymmetrie zu Alternativen nicht gewährleistet war. Die Stromgestehungskosten einer WKK-Anlage sind im Vergleich zu jenen von Grosskraftwerken grundsätzlich höher. Die Rentabilität kann jedoch mit den aufgezeigten Rahmenbedingungen und Massnahmen hergestellt werden. Die Politik sollte mithelfen, die Voraussetzungen mit entsprechenden Massnahmen zu verbessern und das Verursacherprinzip konsequent durchzusetzen. Aus einer gesamtheitlichen Perspektive unter Einrechnung der vielen Co-Benefits einer WKK-Strategie ist dies sehr lohnend und damit empfehlenswert.
- Die finanziellen Rahmenbedingungen von WKK-Anlagen müssen durch folgende Instrumente sichergestellt werden:
  - a. Entgelt für vermiedene Netzkosten an WKK-Betreiber bzw. verursachergerechte Umlage der Netznutzung
  - b. Einführung CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Importstrom mit fossiler oder unbekannter Herkunft
  - c. Tarifmassnahmen der Gasversorger
  - d. Anschubfinanzierung für Wärmenetze

## 6.3 Stromproduktion

- Im Industriesektor beträgt das WKK-Potenzial ca. 10-12 TWh, im städtischen und kommunalen Umfeld mit energiedichten Gebieten sind es rund 5 TWh. Im Segment der kleineren WKK-Anlagen sind ebenfalls Potenziale in der Grössenordnung von 1-3 TWh einzurechnen. Mit der Energiestrategie 2050 sollen Massnahmen getroffen werden, dank denen diese Potenziale voll ausgeschöpft werden, bevor Strom aus ineffizienten und fossilen Kraftwerken importiert wird.
- Mit der dezentralen Produktion von Strom können rund 1'500 bis 2'500 MW Leistung (Winter) geschaffen werden. Da es sich hier um rasch abrufbare und hochwertige Ressourcen handelt und zudem ein positiver Verschachtelungseffekt (saisonal und Tageslastgang) mit der Photovoltaik-Einspeisung entsteht, müssen diese Effekte in die Entgeltmodelle bei der Netzkalkulation bzw. den Systemdienstleistungen berücksichtigt werden.
- Dem Effekt, dass mit Elektro-Wärmepumpen vor allem im Winter eine zusätzliche Leistungsbereitstellung erforderlich wird, muss durch die Förderung von WKK-Anlagen entgegengewirkt werden.
- Für WKK-Anlagen sind Rahmenbedingungen zu schaffen, mit denen die intelligente Verknüpfung von mehreren Anlagen zu einem virtuellen Kraftwerk möglich ist und daraus auch für kleine Anlagen eine zusätzliche Wertschöpfung generiert werden kann.

## 6.4 Stromnetze

- Weil WKK-Anlagen Energie am Ort des Verbrauchs produzieren, werden vorgelagerte Netze entlastet. Diese Einsparungen (vermiedene Netzkosten) sind den WKK-Betreibern gutzuschreiben.
- WKK-Systeme dienen zum Ausgleich von Spitzenlasten und kurzfristigen Defiziten, die durch die zunehmenden volatilen Einspeisungen aus erneuerbaren Quellen entstehen. Dieser positive Effekt lässt sich insbesondere nutzen, wenn WKK-Anlagen über zentrale Wärmespeicher bzw. de-



zentrale Speicher (Netz, Warmwasserspeicher) verfügen. Weil die WKK-Systeme zur Glättung und Speicherung bei der lokalen Stromversorgung beitragen, wirken sie sich positiv auf die Netzstabilität bzw. Ausgleichsenergie aus. Dieser Effekt ist ebenfalls in die Ermittlung der vermiedenen Netzkosten einzurechnen.

## 6.5 Wärmenetze

- Für den Aus- und Aufbau von effizienten WKK-Systemen müssen in der kantonalen und kommunalen Energierichtplanung die nötigen Voraussetzungen geschaffen werden. Dies ermöglicht die Gebietsausscheidung für die verschiedenen Energieträger und Technologien (z. B. Wärmenetze und Gasnetze). Bund und Kantone müssen hier die raumplanerischen Grundlagen schaffen.
- Das Hauptproblem bei Wärmenetzen ist, dass Heizungen im Durchschnitt nur alle 15 Jahre erneuert oder saniert werden müssen. In Folge dessen erreicht man die nötige Anschlussdichte in einem Wärmenetz erst über einen Zeitraum von 10-20 Jahren. Der Aufbau solcher Wärmenetze ist kapitalintensiv und erfordert deshalb eine Anschubfinanzierung, welche die Betriebskosten in den ersten Betriebsjahren massgeblich reduziert.

## 6.6 Umweltziele

- Bei WKK-Systemen entstehen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Weil aber Strom und Wärme aus dem gleichen Primärenergieträger genutzt werden, reduzieren sich gesamthaft die Emissionen. Im Vergleich zum Stromimport (fossiler bzw. unbekannter Herkunft) haben WKK-Anlagen eine bis 50% bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz. Diesem Umstand ist sowohl in der CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung als auch in der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung Rechnung zu tragen.
- Diesbezüglich ist die ökologische Bewertung der Endenergie (Strom und Wärme) auf Basis von Primärenergiefaktoren bzw. der Ecoinvent-Datenbank zu beurteilen.
- Mit dem Einsatz von Gas anstelle von Heizöl können die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 25% reduziert werden. Die Möglichkeit, dass zunehmend erneuerbare Gase (Biogas, Wasserstoff, Methan) ins Erdgasnetz eingespeist werden können, macht die Gasversorgung zu mehr als nur einer Brückentechnologie. Deshalb ist in der Energiestrategie 2050 dem Gas gegenüber dem Erdöl ein bedeutend höherer Stellenwert beizumessen.
- Mit dem mutmasslichen Wegfall der KEV-Förderung aus der Klärgasverstromung der kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sollten Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die Gaseinspeisung bei ARAs fördern würden. Damit liesse sich der Anteil erneuerbarer Gase im Gasnetz erhöhen, wie dies die Beispiele in Bern, Zürich, Luzern und an anderen Orten zeigen. Dies gilt natürlich nur, wenn der gasseitige Netzanschluss zu wirtschaftlich angemessenen Bedingungen realisiert werden kann. Wegen der guten Effizienz der Gaseinspeisung (weniger Wärmeverluste) sind auch Vergärungsanlagen (Kompogas etc.) ab einer gewissen Grösse generell auf Gaseinspeisung auszulegen.

## 6.7 Forschung & Entwicklung

- Im Bereich der Gewinnung von Wasserstoff aus überschüssigem Strom (Elektrolyse) und der Energiespeicherung im Gasnetz (Wind- und Sonnengas) sollten entsprechende F&E-Programme zur Technologieentwicklung gestartet bzw. vom Bund gefördert werden.