

## Deliverable 5

### Handlungsempfehlungen zur Priorisierung von zukünftigen Infrastrukturausbauten und Implementierung von nachhaltigen Systemlösungen/ Technologieoptionen für (Verteil-)Netze in urbanen Ballungsräumen in Form eines Maßnahmenkataloges

Robert Hinterberger - NEW ENERGY Capital Invest GmbH

Georg Lettner, Andreas Fleischhacker, Hans Auer - Technische Universität Wien / Energy Economics Group

Version: Juli 2014

<b>Kurztitel</b>	ENERGY RISKS IN CITIES
<b>Langtitel</b>	Energieversorgungssicherheit in urbanen Ballungsräumen
<b>Projektnummer</b>	2965504
<b>FTI-Initiative</b>	KIRAS
<b>Antragsteller</b>	TU Wien, Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe – Energy Economics Group (EEG)
<b>Projektpartner</b>	NEW ENERGY Capital Invest GmbH
<b>Projektstart u. - Dauer</b>	Projektstart: 01.09.2012 (Dauer: 24 Monate)
<b>Synopsis:</b> Ziel des Vorhabens ist die Durchführung einer energieträgerübergreifenden Analyse der Risiken der leitungsgebundenen Energieversorgung in ausgewählten urbanen Ballungsräumen in Österreich. Diese Risikoanalyse umfasst alle in Städten zur Verfügung stehenden, leitungsgebundenen Energiesysteme und –netze (Erdgas, Strom sowie Fernwärme) und berücksichtigt insbesondere auch die Wechselwirkungen und gegenseitigen Abhängigkeiten dieser Infrastrukturen, wie z.B. Domino-/Kaskadeneffekte und die Rückwirkung auf die vorgelagerten Netze.	

# **Handlungsempfehlungen zur Erhöhung der Energieversorgungssicherheit in urbanen Ballungsräumen (Maßnahmenkatalog)**

Stand: Juli 2014

**Autoren:**

Robert Hinterberger - NEW ENERGY Capital Invest GmbH

Georg Lettner, Andreas Fleischhacker, Hans Auer - Technische Universität Wien /  
Energy Economics Group

Dieser Maßnahmenkatalog ist ein Teilergebnis des Forschungsprojektes „Energy Risks in Cities“, das im Rahmen des Sicherheitsforschungsprogramms KIRAS des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) durchgeführt und von der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) abgewickelt wurde.



## Vorwort

Das Thema Energieversorgungssicherheit wird seit einigen Jahren auch in der breiten Öffentlichkeit diskutiert. Allerdings werden die diesbezüglichen Fragestellungen - selbst durch AkteurlInnen der Energiewirtschaft und im Fachpublikum - zumeist nur auf Ebene jeweils eines Energieträgers betrachtet. Oft wird das Thema lediglich auf die Sicherheit der Stromnetze oder auf die Sicherstellung der Erdgaslieferungen aus Russland reduziert.

Die auf jeweils nur einen Energieträger bzw. ein Energie-/Leitungsnetz eingeschränkte Betrachtung greift jedoch zu kurz. Vielmehr ist das Thema Energieversorgungssicherheit integriert und spartenübergreifend zu sehen, wobei alle leitungsgebundenen Energieträger (Strom, Erdgas, Fernwärme) mit einbezogen werden.

Da urbane Ballungsräume besonders von Unterbrechungen der Energieversorgung betroffen sind, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes *“Energieversorgungssicherheit in urbanen Ballungsräumen – ENERGY RISKS IN CITIES“* – erstmalig in der D-A-CH-Region - eine umfassende, energieträgerübergreifende Analyse der Risiken der leitungsgebundenen Energieversorgung in urbanen Ballungsräumen durchgeführt.

Im Rahmen des Projektes „ENERGY RISKS IN CITIES“ wurden umfassende Modellierungen und quantitative Simulationen der in Städten zur Verfügung stehenden, leitungsgebundenen Energiesysteme und –netze (Erdgas, Strom sowie Fernwärme), beispielhaft für drei urbane Ballungsräume in Österreich, durchgeführt. Mittels Szenarienanalysen wurden geplante Infrastrukturmaßnahmen sowie auch mögliche zukünftige Änderungen im Energiesystem (Smart Grids, Smart Cities) bei unterschiedlichen Bedrohungsbildern analysiert.

Aufbauend auf den Ergebnissen dieses Forschungsprojektes werden nun abschließende Handlungsempfehlungen - in Form dieses nun vorliegenden Maßnahmenkatalogs - zusammenfassend dargestellt und veröffentlicht.

## Inhalt

1	Ziele und Adressaten dieses Maßnahmenkatalogs .....	6
2	Empfohlene Maßnahmen.....	7
2.1	Ausbau der übergeordneten Energienetzinfrastrukturen .....	8
2.1.1	Ausbau von Erdgasinfrastrukturen.....	8
2.1.2	Ausbau von Strominfrastrukturen.....	11
2.1.3	Übergeordnete Infrastrukturen bei Fernwärme (Sicherstellung von Ersatzbrennstoffen).....	13
2.2	Maßnahmen bezüglich dem Ausbau bzw. der Anpassung von innerstädtischen Energieinfrastrukturen (Strom, Erdgas, Fernwärme).....	14
2.2.1	Maßnahmen bezüglich der Absicherung von Erdgasinfrastrukturen in städtischen Ballungsräumen (und deren unmittelbarer Nähe) .....	14
2.2.2	Maßnahmen bezüglich der Absicherung der Strom(erzeugungs-)infrastrukturen in bzw. in räumlicher Nähe zu Städten.....	16
2.2.3	Maßnahmen zur Absicherung der Fernwärmeversorgung in Städten... ..	17
2.3	Organisatorische Maßnahmen zur Sicherung der Energieversorgung im Krisenfall .....	21
2.4	Strukturelle Maßnahmen in der Energiewirtschaft (Eigentümerstruktur, Unternehmensorganisation) .....	23
2.5	Bevorzugter Einsatz bestimmter Erzeugungs- und Umwandlungstechnologien .....	26
2.6	Bevorzugter Einsatz bestimmter Speichertechnologien .....	30
2.7	Berücksichtigung von Aspekten der Versorgungssicherheit bei den Förderpolitiken.....	33
3	Schlussfolgerungen.....	34
4	Referenzen .....	36



## 1 Ziele und Adressaten dieses Maßnahmenkatalogs

Ziel dieses Maßnahmenkataloges ist es – jeweils aus Sicht der Erhöhung der Versorgungssicherheit bzw. der Minimierung der Auswirkungen eines Versorgungsausfalles in unterschiedlichen Bedrohungsszenarien - konkrete Handlungsempfehlungen zur Implementierung von nachhaltigen Systemlösungen für (Verteil-)Netze in urbanen Ballungsgebieten sowie von Infrastrukturausbauoptionen abzugeben.

Zielgruppe dieses Maßnahmenkatalogs sind zum einen die Netz- und Infrastrukturbetreiber der Strom-, Erdgas- und insbesondere auch der Fernwärmenetze. Daneben werden aber auch alle sonstigen relevanten AkteurlInnen, wie u.a. Regulierungs- und Aufsichtsbehörden, Energieerzeugungsunternehmen, sicherheits- und energiepolitisch verantwortliche Entscheidungsträger, Energiedienstleistungsunternehmen, Endkunden (Industrie), Stadt- bzw. Raumplaner, mögliche Fördergeber/Investoren, Technologiefirmen, Interessensvertreter, etc. angesprochen.

Entsprechend der Vielschichtigkeit des Themas und der Breite der Zielgruppe haben die einzelnen Maßnahmenempfehlungen ganz unterschiedlichen Charakter. Diese reichen von Empfehlungen zur Priorisierung der vermehrten Implementierung unterschiedlicher neuer nachhaltiger Technologien bei Bereitstellung verschiedener Energiedienstleistungen, der Weiterentwicklung und des Ausbaus der derzeitigen (Verteil-) Netzinfrastruktur, der Verstärkung der übergeordneten Netze bis hin zum Aufschieben von Investitionsmaßnahmen bei einzelnen Energienetzen und – systemen (z. B. wenn Energieeffizienzmaßnahmen oder dezentrale Energieerzeugung aus sicherheits- und/oder energiepolitischen Gründen die bevorzugten Optionen gegenüber der Verstärkung der übergeordneten Netze sind).

## 2 Empfohlene Maßnahmen

In den folgenden Unterabschnitten werden Maßnahmenempfehlungen zu unterschiedlichen Themenbereichen ausgesprochen. Dabei werden jeweils unterschiedliche Zielgruppen adressiert.

So werden in Abschnitt 2.1 zunächst Handlungsempfehlungen bezüglich des Ausbaus der übergeordneten Energienetzinfrastrukturen abgegeben, sowohl bezüglich der Stromübertragungsnetze als auch der Erdgasinfrastrukturen. Ergänzend wird die Problematik der (Ersatz-)Brennstoffversorgung zur Absicherung der Fernwärmerversorgung angesprochen. Adressaten dieser Maßnahmenempfehlungen sind primär die Infrastrukturbetreiber (Strom, Erdgas, Fernwärme), politische Entscheidungsträger sowie die Regulierungsbehörde.

Im darauf folgenden Abschnitt 2.2 werden Maßnahmen bezüglich dem Ausbau bzw. der Anpassung von innerstädtischen Energieinfrastrukturen adressiert. Die dabei angesprochene primäre Zielgruppe sind lokale Energieversorger, städtische Infrastruktur-/Netzbetreiber, Stadtwerke und politische Entscheidungsträger.

Im Unterschied zu den ersten beiden Abschnitten, in denen vorwiegend technische Maßnahmen vorgeschlagen werden, widmet sich Abschnitt 2.3 organisatorischen Maßnahmen zur Sicherung der Energieversorgung im Krisenfall. Neben den Infrastrukturbetreibern sollen durch die zugehörigen Maßnahmenempfehlungen insbesondere Vertreter der Hoheitsverwaltung und der Regulierungsbehörde sowie politische Entscheidungsträger angesprochen werden.

Im Abschnitt 2.4 wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich die im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte geänderten Strukturen in der Energiewirtschaft auf die Krisenbewältigung in Bedrohungsszenarien auswirken. Diesbezüglich werden insbesondere Empfehlungen für integrierte städtische Energieversorger formuliert.

Abschnitt 2.5 widmet sich der Frage, welche Erzeugungs- und Umwandlungstechnologien - aus Sicht der Erhöhung der Energieversorgungssicherheit - bevorzugt in städtischen Gebieten eingesetzt werden sollten. Da es sich dabei um strukturelle Maßnahmen handelt, die von Seiten der Energieversorger nur bedingt beeinflussbar sind, werden diesbezüglich andere (zusätzliche) Zielgruppen angesprochen, insbesondere Energie- und Stadtplaner, politische Entscheidungsträger, Interessensvertreter, Förder- und Gesetzgeber und insbesondere die Betreiber dezentraler Energieanlagen (z.B. Contractoren).

Diese Empfehlungen bezüglich des Einsatzes neuer Erzeugungs- und Umwandlungstechnologien werden durch Abschnitt 2.6 ergänzt, welcher den



möglichen Einsatz von neuen Speichertechnologien adressiert. Dabei werden die gleichen Zielgruppen wie im vorherigen Abschnitt angesprochen.

Der folgende Abschnitt 2.7 widmet sich der Frage, inwieweit die gewünschte Erhöhung der Versorgungssicherheit durch die Förderpolitiken von Bund und Ländern unterstützt werden kann. Adressaten der Maßnahmenempfehlungen dieses Abschnittes sind die Förder- und Abwicklungsstellen von Bund und Ländern sowie politische Entscheidungsträger und Interessensvertreter.

Im abschließenden Abschnitt 3 werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst und dargestellt, wie - durch die Kombination unterschiedlicher technischer und organisatorischer Maßnahmen - ein Optimum bezüglich der drei wesentlichen Ziele Energieversorgungssicherheit, CO<sub>2</sub>-Minimierung und Wirtschaftlichkeit angestrebt werden muss.

## 2.1 Ausbau der übergeordneten Energienetzinfrastrukturen

Adressaten: Infrastrukturbetreiber (Strom, Erdgas, Fernwärme), politische Entscheidungsträger, Regulator

### 2.1.1 Ausbau von Erdgasinfrastrukturen

Die Funktionsfähigkeit der Erdgasinfrastrukturen ist – direkt oder indirekt - eine entscheidende Voraussetzung zur Versorgung der Endkunden sowohl mit Erdgas, Strom und Fernwärme. Diesbezüglich werden folgende Maßnahmen als notwendig bzw. wünschenswert erachtet:

#### Maßnahmenbündel 1: Ausbau der interkontinentalen Erdgasversorgungsleitungen von Russland

Grundsätzlich sind die interkontinentalen Leitungskapazitäten aus Russland zwar ausreichend, um genügend Erdgas nach Europa zu transportieren. Aufgrund der geopolitisch unsicheren Situation gilt es jedoch, diese Erdgaslieferungen durch alternative Routen abzusichern (z.B. Projekt **South Stream**; durch diese neue Erdgaspipeline soll Erdgas aus Russland unter Umgehung der Ukraine nach Österreich geliefert werden).

## Maßnahmenbündel 2: Auf- und Ausbau sonstiger Erdgaslieferoptionen, insbesondere LNG

Auch wenn dies ein ambitioniertes Ziel ist, da die Abhängigkeit Europas von russischem Erdgas sehr hoch ist, sollte sich Europa so weit als möglich unabhängig von russischen Erdgaslieferungen machen. Aufgrund der mangelnden Optionen leitungsgebundener Lieferungen bedingt dies vor allem den weiteren Ausbau bzw. die **Aufrechterhaltung von LNG-Kapazitäten**<sup>1</sup>.

Dies beinhaltet aber nicht nur die Schaffung von entsprechenden Terminalkapazitäten, sondern auch die (vertragliche) Absicherung von Lieferungen und Transportkapazitäten für den Krisenfall (sowohl bezüglich des LNGs wie auch des Weitertransportes über das europäische Erdgasverbundnetz).

## Maßnahmenbündel 3: Ausbau der inner-europäischen Erdgas-Transportkapazitäten

Damit neue Lieferoptionen (LNG) auch tatsächlich zur Sicherung der Erdgasversorgung beitragen können, müssen auch die innereuropäischen Transportkapazitäten entsprechend ausgebaut werden. Insbesondere sollten die geplanten Projekte zur **Ermöglichung der Flussrichtungsumkehr** auf den **wichtigsten Erdgas-Transitrouten** so rasch als möglich abgeschlossen werden.

Die notwendigen und wünschenswerten Ausbauprojekte werden in aller Ausführlichkeit im **10-Jahres Netzentwicklungsplan für Erdgas** der ENTSO-G beschrieben (siehe dazu [ENTSOG 2013]).

Insbesondere ist es wichtig, dass LNG - z.B. von den LNG-Terminals in Italien - zu den großen Verbrauchszentren nach Deutschland, aber auch nach Österreich, gelangen kann. Die entsprechenden Projekte, wie z.B. die Ermöglichung der Bidirektionalität der Transitleitung durch die Schweiz, wären entsprechend zu forcieren.

## Maßnahmenbündel 4: Ausbau der inner-österreichischen Transportkapazitäten (Erdgas), Lückenschlüsse

Neben den europäischen sollten auch die inner-österreichischen Erdgastransportkapazitäten und Interconnectoren mit unseren Nachbarländern ausgebaut werden. Obwohl in Österreich in den letzten Jahren – nach dem ersten

---

<sup>1</sup> Derzeit sind die bestehenden europäischen LNG-Kapazitäten nur sehr gering ausgelastet, sodass deren Wirtschaftlichkeit in Zweifel gezogen wird. Aus Gründen der europäischen Energieversorgungssicherheit wäre die Aufrechterhaltung - wenn möglich der Ausbau - der europäischen LNG-Kapazitäten aber wichtig.

russisch/ukrainischen Gasstreit im Jahr 2009 – viele Leitungen und Infrastrukturen erweitert und ausgebaut wurden<sup>2</sup>, sind noch weitere Ausbauten ausständig.

Die notwendigen Ausbauvorhaben sind im „*Koordinierter Netzentwicklungsplan 2014-2013*“ der Gas Connect Austria dargestellt [GasConnect 2013]. Hervorzuheben ist diesbezüglich die **Tauerngasleitung**, aber auch der **Interconnector** zwischen **Österreich** und **Tschechien**, der ersten bidirektionalen Verbindung zwischen den beiden Ländern.

Mittels dieses Interconnectors könnten die Untertagespeicher im Osten Österreichs und in Südmähren deutlich flexibler betrieben und die Energieversorgungssicherheit erhöht werden. Zum anderen könnten durch diese Verbindung **neue Gasquellen** bzw. Transportrouten für Österreich erschlossen werden (North Stream; perspektivisch auch Schiefergas aus Polen).

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, wie entscheidend neben der Erweiterung der Transportkapazitäten auch die Erdgasspeicherkapazitäten sind. Diesbezüglich hat Österreich besonders günstige Rahmenbedingungen (geeignete geologische Strukturen). Daher verfügt Österreich – bezogen auf den Inlandsgasverbrauch – über die höchsten Erdgasspeicherkapazitäten in Europa. Eine weitere **Erhöhung** dieser Kapazitäten und insbesondere die jeweiligen **Ausspeiseleistungen der Untertagespeicher** – sowohl in Österreich wie in Europa – ist wünschenswert.

#### Maßnahmenbündel 5: Ausbau der inner-österreichischen Verteilnetzinfrastruktur (Erdgas)

Analog zum Ausbau der Transitleitungen ist auch darauf zu achten, dass am Übergang von Transport- und Verteilnetz und im Erdgas-Verteilnetz selbst ausreichende Leitungskapazitäten vorhanden sind.

Eines der wichtigsten Projekte, die **Anbindung des Untertagespeichers in Haidach** an das Inlandsgasnetz, wurde bereits zu Jahresbeginn 2014 abgeschlossen<sup>3</sup>. Weitere notwendige Leitungsausbauten und –verstärkungen finden sich in den Dokumenten der Langfristigen Planung der AGGM Austrian Gas Grid Management AG (siehe [AGGM 2013]).

---

<sup>2</sup> Fokus der bisherigen Aktivitäten war insbesondere die Ermöglichung der Flussrichtungsumkehr auf den wichtigsten Erdgas-Transitrouten.

<sup>3</sup> Zuvor war der Speicher direkt an das deutsche Erdgasverbundnetz angeschlossen, obwohl er sich geographisch in Österreich befindet. Eine direkte Einspeisung in das österreichische Gasnetz war ursprünglich nicht vorgesehen bzw. nicht möglich. Diese Anbindung des Speichers an das österreichische Erdgasnetz wurde im Jahr 2012 von der E-Control genehmigt, mit Jahresbeginn 2014 auch technisch umgesetzt.

## 2.1.2 Ausbau von Strominfrastrukturen

Ähnlich wie bei Erdgas kann die Sicherheit der Stromversorgung in Österreich nicht vom europäischen Stromverbundnetz abgekoppelt gesehen werden. Infrastrukturausbauten bezüglich der Stromnetze sind auf folgenden Ebenen notwendig:

### Maßnahmenbündel 1: Ausbau der europäischen Übertragungsnetzkapazitäten (Strom)

Die nicht aufeinander abgestimmten Energiepolitiken in den europäischen Ländern, insbesondere der starke Zubau erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen in Deutschland bei zugleich schleppendem Ausbau der Übertragungsnetzkapazitäten, sowie das unvollkommene (europäische) Strommarktdesign stellen hohe Anforderungen an die europäischen Stromnetzbetreiber und sonstigen Akteure.

Die notwendigen und wünschenswerten Ausbauprojekte werden in aller Ausführlichkeit im 10-Jahres Netzentwicklungsplan für Elektrizität der ENTSO-E beschrieben (siehe dazu [ENTSOE 2013]). Darin finden sich auch mehrere österreichische Projekte, insbesondere auch die Herstellung oder Verstärkung von Verbindungsleitungen mit den Nachbarländern Italien und Deutschland.

Eine **Beschleunigung des Netzausbaues in Europa** ist **unabdingbar** auch für die **Energieversorgungssicherheit in Österreich**.

### Maßnahmenbündel 2: Ausbau der inner-österreichischen Übertragungsnetzkapazitäten, insb. Lückenschlüsse im 380 kV- Hochspannungsnetz

Bezüglich des Stromnetzausbaus in Österreich gilt die gleiche Situation wie für Deutschland und das restliche Europa. Nur durch erhöhte Transportkapazitäten im Stromnetz kann die Energieversorgungssicherheit sichergestellt werden.

Kernstück der österreichischen Ausbauplanung ist das **Schließen der Lücken im 380-kV-Sicherheitsring** (siehe Abbildung 1). Dazu muss einerseits die 380-KV-Salzburgleitung zwischen den Netzknoten Salzburg und Tauern errichtet werden, zum anderen in Folge der Sicherheitsring auch im Süden (Kärnten) geschlossen werden.

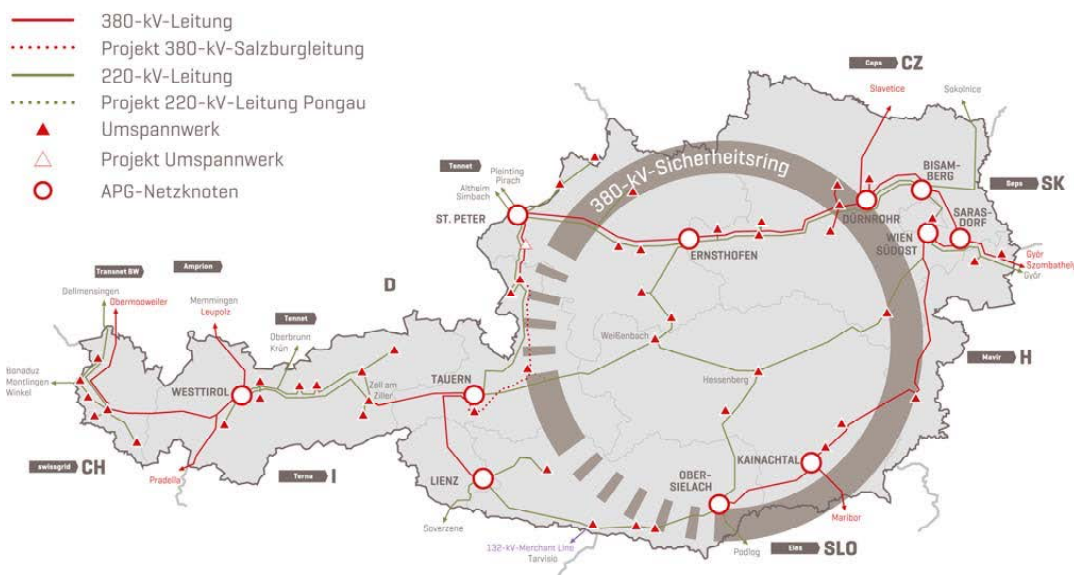


Abbildung 1: Der 380 kV-Sicherheitsring (Quelle: APG/Netzentwicklungsplan 2013)

Neben dem Schließen des Sicherheitsringes ist eine **Vielzahl weiterer kleinerer Ausbaumaßnahmen** erforderlich. So sieht der österreichische Netzentwicklungsplan der APG [APG 2013] für die nächsten 10 Jahre Leitungsbauprojekte im Ausmaß von mehr als 250 km, die Umstellung von mehr als 300 km Hochspannungsleitung auf höhere Spannungsebenen, den Neu- und Ausbau von zahlreichen Umspannwerken (rd. 190 Schaltfelder) sowie die Errichtung von rd. 50 zusätzlichen Transformatoren (was annähernd einer Verdopplung der Transformatorsammenleistung entspricht) vor.

Die Realisierung des (ambitionierten) Netzentwicklungsplans ist eine notwendige Voraussetzung, um die Energiewende zu ermöglichen sowie die Stabilität des Stromnetzes und damit die Sicherung der Stromversorgung in Österreich sicherzustellen. Zusätzlich erfüllt das österreichische Stromsystem wichtige Funktionen für ganz Europa, etwa durch Anbindung der Pumpspeicherkraftwerke im Westen von Österreich an die Lastzentren im Süden von Deutschland.

### Maßnahmenbündel 3: Ausbau der inner-österreichischen Verteilnetzinfrastruktur (Strom)

Auch auf den niedrigeren Spannungsebenen müssen lokale Engpässe beseitigt werden. Im Unterschied zum Hochspannungsnetz sind diese Bauvorhaben aber verhältnismäßig unproblematisch und zeitnah umsetzbar und können als „business as usual“ der Verteilnetzbetreiber betrachtet werden.

### 2.1.3 Übergeordnete Infrastrukturen bei Fernwärme (Sicherstellung von Ersatzbrennstoffen)

Im Unterschied zur Strom- und Erdgasversorgung sind bei Fernwärmenetzen keine übergeordneten, nationalen oder europäischen Infrastrukturen vorhanden. Die Fernwärmeerzeugung ist stattdessen von der Verfügbarkeit der jeweiligen Brennstoffe und deren Transportlogistik bzw. -infrastrukturen, in Österreich primär Erdgas, teilweise auch Heizöl, Kohle, Biomasse oder Müll, abhängig.

Die Notwendigkeiten bezüglich der Sicherstellung der Erdgasversorgung wurden bereits im vorhergehenden Abschnitt 2.1.1 adressiert. Zur Sicherstellung der Fernwärmeversorgung bei Ausfall oder Verknappung von Erdgaslieferungen ist des weiteren entscheidend, dass

- die vorhandenen Kraft- bzw. Heizwerkskapazitäten mit **Ersatzbrennstoffen betrieben** werden können;
- eine ausreichende Menge an **Ersatzbrennstoffen** vor Ort **vorhanden** ist und diese zeitgerecht **wiederbeschafft** werden können, bevor die lokal vorhandenen Reserven zur Neige gehen.

Die erste dieser Voraussetzung ist in den meisten, aber nicht allen Städten in Österreich erfüllt (siehe dazu [Lettner 2014]). In diesen Städten können ein Teil oder sogar die komplette Fernwärmeerzeugungskapazität mit Ersatzbrennstoffen betrieben werden (siehe dazu auch Abschnitt 2.2.3). Allerdings wurden die vorhandenen, lokalen Lagerkapazitäten in den letzten Jahren teilweise deutlich reduziert<sup>4</sup>.

Da es in den letzten Jahrzehnten praktisch keinen einzigen Fall einer längerdauernden Unterbrechung der Erdgasversorgung gab, wäre es wichtig, die entsprechenden Lieferketten zu untersuchen und sicherzustellen, dass im Bedarfsfall tatsächlich ausreichend Ersatzbrennstoffe (v.a. Heizöl) nachgeliefert werden können.

Diesbezüglich sind – neben der Sicherstellung von Raffinerie- und Speicherkapazitäten (Tanklager) – für Österreich aus Sicht der Energieversorgungssicherheit folgende Transportleitungen von besonderer Bedeutung:

---

<sup>4</sup> So wurden von einigen Landesversorgern die vorhanden Öltanks stillgelegt bzw. werden diese teilweise auch als Fernwärmespeicher genützt. Zugleich bedeutet ein gefüllter Ölspeicher gebundenes Kapital, was in Zeiten knapper Margen in der Energiewirtschaft entsprechende Kosten verursacht.

- TAL – Transalpine Line, welche Rohöl vom Hafen in Triest über Österreich nach Deutschland bringt<sup>5</sup>; über eine Abzweiger in Würmlach (Kärnten) wird Erdöl über die AWP – Adria Wien Pipeline zur Raffinerie Schwechat geliefert
- PLW – Produktenleitung West, welche jährlich 1,4 Mio. Tonnen an Heizöl und Kraftstoffen von der Raffinerie Schwechat (Tanklager Lobau) 172 km weit bis zum Tanklager in St. Valentin (Niederösterreich) transportiert

Falls durch einen großflächigen und längerdauernden Ausfall der Energieversorgung (insb. von Strom) die **Funktionsfähigkeit der Pumpstationen** dieser beiden Pipelines betroffen wäre, würde das – früher oder später - zu einem Lieferausfall oder zumindest Verknappung bei Ersatzbrennstoffen führen.

Diesbezüglich wird insbesondere empfohlen, die **Wechselwirkungen** und **Kaskadeneffekte** zwischen diesen beiden Pipelines und der Strom- bzw. Notstromversorgung näher zu untersuchen<sup>6</sup>.

## **2.2 Maßnahmen bezüglich dem Ausbau bzw. der Anpassung von innerstädtischen Energieinfrastrukturen (Strom, Erdgas, Fernwärme)**

Adressaten: lokale Energieversorger, städtische Infrastruktur-/Netzbetreiber, Stadtwerke, politische Entscheidungsträger

### 2.2.1 Maßnahmen bezüglich der Absicherung von Erdgasinfrastrukturen in städtischen Ballungsräumen (und deren unmittelbarer Nähe)

#### Maßnahmenbündel 1: Einsatz verbrauchernaher Erdgasspeicher

Grundsätzlich sind in Österreich verhältnismäßig hohe Erdgasspeicherkapazitäten vorhanden. Trotzdem könnte – z. B. durch Sabotage oder technische Gebrechen – der Fall eintreten, dass nicht ausreichend Erdgas aus diesen Speichern zu den Verbrauchseinrichtungen gelangen kann und es zu einer Unterversorgung von Großverbrauchern (Kraftwerken) oder städtischen Erdgasverteilnetzen kommt.

---

<sup>5</sup> So wird beispielsweise 100% des Erdölbedarfs in Bayern durch Anlieferungen über die TAL gedeckt [BIHK 2013].

<sup>6</sup> Die Betrachtung der Ölpipelines war nicht Untersuchungsgegenstand des gegenständlichen Forschungsprojektes.

Diesbezüglich wird die vermehrte Errichtung von **verbrauchernahen Erdgasspeichern** in Form von **Röhrenspeichern** angeregt, möglichst in direkter Nähe der jeweiligen Kraftwerkstandorte. Ein solcher wurde im Jahr 2011 von der Wien Energie errichtet (Arbeitsgasvolumen: 550.000 Nm<sup>3</sup>; max. Entnahmeleistung 100.000 Nm<sup>3</sup>/h).

Das Speichervolumen eines solchen Röhrenspeichers ist zwar gering im Vergleich zu den großen (saisonalen) Untertagespeichern (im Vergleich: das Arbeitsgasvolumen der Untertagegasspeicher rund um den Erdgasknoten Baumgarten ist mehr als 4000-fach größer).

Ein solcher Speicher kann aber trotzdem in aller Regel – auch bei deutlich höheren spezifischen Investitionskosten - wirtschaftlich betrieben werden, da mit diesem Speicher Lastspitzen geglättet und die Netzgebühren der übergeordneten Leitungsinfrastrukturen sowie Ausgleichsenergiekosten reduziert werden können.

Wenn ein solcher Röhrenspeicher verbrauchernah errichtet wird, kann - neben den vorhin angeführten wirtschaftlichen Überlegungen - die (lokale) Versorgungssicherheit deutlich erhöht werden, da damit Unterbrechungen der Gasversorgung oder Lieferschwierigkeiten zumindest kurzfristig überbrückt werden können.

### Maßnahmenbündel 2: Untersuchung der Auswirkungen von Unterbrechungen in der Stromversorgung auf Erdgasinfrastrukturen, Identifikation von Sicherheitslücken

Des weiteren wird empfohlen, die **Auswirkungen** eines **kurzfristigen** wie auch eines **langfristigen Ausfalls der Stromversorgung auf die Erdgasnetzinfrastruktur** im Detail zu untersuchen, eventuelle Sicherheitslücken zu identifizieren und zu schließen.

Dabei wären zwei unterschiedliche Kategorien von Auswirkungen (Schwachstellen) zu berücksichtigen, die teilweise unterschiedliche Lösungsstrategien notwendig machen:

- Untersuchung der Auswirkung von Stromausfällen auf die Informations- und Kommunikationstechnologien (sowohl auf der Leitwarte, bei den zu steuernden Einrichtungen (Sensoren, Stellregler, etc.) wie den einzelnen sonstigen Elementen der Kommunikationsinfrastruktur)
- Untersuchung der Auswirkung von Stromausfällen auf die eigentliche gastechnische Infrastruktur, wie z.B. Gasdruckregelstationen



### Maßnahmenbündel 3: Erweiterung von Erdgaskesseln um P2H-Anlagen (hybride Verbraucher)

Perspektivisch wird empfohlen, die technischen wie auch regulatorischen Voraussetzungen dafür zu schaffen, um bestehende Erdkessel um dezentrale P2H-Anlagen zu erweitern.

Im Normalbetrieb könnten solche dezentrale P2H-Anlagen – ähnlich wie P2H-Großanlagen in Fernwärmenetzen - zur Bereitstellung von Regelenergie oder Verwertung von erneuerbarem Überschussstrom genutzt werden<sup>7</sup>.

Im Krisenfall der Unterbrechung der Erdgasversorgung können diese dann ohnehin vorhandenen Anlagen zur Wärme-Notversorgung herangezogen werden.

Im Unterschied zum unkoordinierten „Energie-Shift“ von Erdgas oder Fernwärme zu Strom, der durch die Endverbraucher durch den Einsatz von Heizstrahlern geschieht und bei dem entsprechende Kaskadeneffekte auftreten können, kann - bei entsprechender Ansteuerung dieser Anlagen - die zusätzliche Belastung des Stromnetzes z. B. durch gesteuerte (dosierte) Unterversorgung erheblich reduziert werden. Damit wäre es etwa möglich, dass „rolling black outs“ auf Ebene der Stromnetze vermieden werden können oder erst viel später notwendig sind.

#### 2.2.2 Maßnahmen bezüglich der Absicherung der Strom(erzeugungs)-infrastrukturen in bzw. in räumlicher Nähe zu Städten

Die wichtigste Maßnahme bzw. Voraussetzung für die Absicherung der lokalen Stromerzeugung ist die Versorgung mit Brennstoffen (im Regelfall Erdgas; siehe dazu 2.2.1) oder die **Sicherstellung von Ersatzbrennstoffen** (siehe dazu Abschnitt 2.2.3).

Grundsätzlich könnten – zumindest auf Basis der jeweiligen Erzeugungskapazitäten - die Städte Graz und Linz strommäßig vom europäischen Stromverbundnetz getrennt und im Inselbetrieb gefahren werden<sup>8</sup>. Im Unterschied zu anderen Städten wie z. B. München<sup>9</sup> sind jedoch keine Überlegungen oder Feldtest bezüglich österreichischer Städte bekannt, um einen solchen Inselbetrieb für den Krisenfall zu ermöglichen bzw. zu testen.

---

<sup>7</sup> Im Unterschied zu Großanlagen im MW-Bereich müssen solche kleineren dezentralen Anlagen durch sogenannte „Aggregatoren“ gepoolt werden.

<sup>8</sup> In der Stadt Salzburg sind die vorhandenen Stromerzeugungskapazitäten hingegen nicht ausreichend, um die Lastspitzen abzudecken. Dort wäre ein vollständiger Inselbetrieb nicht möglich. Nähere Details dazu u.a. in [Fleischhacker 2014].

<sup>9</sup> Siehe dazu u.a. [München 2012]

Diesbezüglich wird in jenen Städten in Österreich, in denen ein solcher „**Inselbetrieb**“ grundsätzlich möglich ist, empfohlen, die **Möglichkeiten** eines solchen Betriebes im Detail zu **untersuchen**, mögliche **Hindernisse** zu **beseitigen** und - soweit möglich - auch im **Praxisbetrieb** zu **testen** (sowohl die galvanische Trennung des städtischen vom europäischen Verbundnetz wie die Schwarzstartfähigkeit einzelner Kraftwerke/Systemkomponenten).

In städtischen Regionen, wo aufgrund von mangelnden lokalen Erzeugungskapazitäten ein solcher Inselbetrieb nicht möglich ist, wird hingegen empfohlen, die Möglichkeiten einer „**regionalen Strominsel**“ (z. B. innerhalb des Bundeslandes oder der jeweiligen 110-kV-Netzgruppe) zu untersuchen bzw. gegebenenfalls zu erproben.

### 2.2.3 Maßnahmen zur Absicherung der Fernwärmeversorgung in Städten

Aufgrund der starken Abhängigkeit der Fernwärmeversorgung von anderen Infrastrukturen ist zu deren Absicherung eine Vielzahl von Maßnahmen nötig, welche folgend - nach den jeweiligen Komponenten der Fernwärmesysteme geordnet – angeführt werden:

#### Maßnahmenbündel 1: Sicherung der Erzeugungskapazitäten (Fernwärme)

Die vordergründig wichtigste Maßnahme ist die Sicherstellung der ausreichenden Wärmeproduktion in Kraftwerksanlagen und/oder Spitzenlastkesseln. Gleichmaßen wie bei der lokalen Stromerzeugung ist die wichtigste Maßnahme bzw. Voraussetzung die Versorgung mit Brennstoffen (im Regelfall Erdgas; siehe dazu 2.2.1) oder die Sicherstellung von Ersatzbrennstoffen (siehe dazu Abschnitt 2.2.3).

Falls aufgrund eines Ausfalles der Erdgasversorgung auf Ersatzbrennstoffe umgestellt werden muss, ist es vom Einzelfall abhängig, ob die Kraftwerkskapazitäten zugunsten der Spitzenlastkessel heruntergefahren werden können, um Ersatzbrennstoffe zu sparen, oder ob es aufgrund von gleichzeitigen Engpässen auf der Stromseite – von dem in vielen Bedrohungsszenarien auszugehen ist -, dies nicht möglich ist (und damit Verbrauch der Ersatzbrennstoffe höher ist, als bei ausschließlicher Wärmeerzeugung).

#### Maßnahmenbündel 2: Einsatz und Anpassung von Fernwärmespeichern

Eine größere Anzahl von österreichischen Fernwärmenetzbetreibern haben bereits eigene Fernwärmespeicher errichtet. Deren Speicherkapazität würde in der Regel

ausreichen, um den Fernwärmeverbrauch von mehreren Stunden bis hin zu einigen Tagen bereitzustellen.

Allerdings wurden diese Speicher nicht primär für den Krisenfall, sondern zur wirtschaftlichen Optimierung der Kraftwerksanlagen errichtet. So können durch die Entkopplung der Strom- und Wärmeerzeugung die wirtschaftlichen Erlöse optimiert werden.

Im Krisenfall ist es notwendig aber nicht ausreichend, dass der Fernwärmespeicher beladen ist. Vielmehr muss es die hydraulische Einbindung im jeweils spezifischen Krisen- oder Störfall auch zulassen, dass die Wärme aus dem Speicher in das Netz abgegeben werden kann. So könnte etwa im Falle eines Kraftwerksausfalls – insbesondere bei drucklosen Fernwärmespeichern – der Fall auftreten, dass dieser durch den fehlenden Betriebsdruck im Netz nicht entladen werden kann.

Aus diesem Grund wird empfohlen, die **hydraulische Verschaltung** bei den **vorhandenen Fernwärmespeichern** dahingehend zu **prüfen**, inwieweit bzw. bei welchen Störfällen diese **tatsächlich Wärme** in das **Fernwärmenetz abgeben** können. Falls dies nicht bzw. bei relevanten Störfällen nicht möglich ist, so wird empfohlen, entsprechende Anpassungen in der hydraulischen Verschaltung vorzunehmen bzw. bei ev. kommenden Umbaumaßnahmen zu berücksichtigen.

Bei **neu zu errichtenden Fernwärmespeichern** wird empfohlen, die Möglichkeiten zur Entladung des Speichers im Störfall und die dafür notwendige hydraulische Verschaltung bereits bei der **Anlagenplanung** entsprechend **zu berücksichtigen**. Grundsätzlich wären aufgrund der hier angeführten Aspekte **Hochdruckspeicher gegenüber drucklosen Speichern zu bevorzugen**<sup>10</sup>.

### Maßnahmenbündel 3: Maßnahmen bei Fernwärme-Pumpstationen

Neben den Erzeugungsanlagen müssen insbesondere die Pumpstationen funktionsfähig bleiben, da diese unverzichtbar sind, um die Fernwärmeversorgung sicherzustellen. Diese Pumpanlagen werden in aller Regel mit elektrischem Strom betrieben. Fällt dieser aus, fallen automatisch auch die Pumpstationen aus, sofern diese nicht über eine eigene Notstromversorgung verfügen.

Diesbezüglich wird empfohlen, den Status quo bezüglich der **Möglichkeiten** und der Wirtschaftlichkeit eines **alternativen Antriebs der Pumpstationen** zu erheben. Alternativ wäre auch eine **separate Stromzuführung** denkbar, da die Pumpstationen damit deutlich einfacher von eventuell notwendigen „**rolling black outs**“ **ausgenommen** werden könnten.

---

<sup>10</sup> Falls dies technisch und wirtschaftlich möglich bzw. sinnvoll ist. So wird die mögliche Nutzung eines bereits vorhandenen Behälters im Regelfall für einen drucklosen Fernwärmespeicher sprechen.

Eine Verringerung der Abhängigkeit der Fernwärmeversorgung vom Funktionieren der Stromversorgung durch Maßnahmenbündel 3 macht jedoch nur in Kombination mit Maßnahmen aus den Maßnahmenbündeln 4 und 5 Sinn. Nur wenn das **Funktionieren** der **gesamten Lieferkette** sichergestellt wird, kann Fernwärme auch tatsächlich zum Endkunden geliefert werden.

#### Maßnahmenbündel 4: Maßnahmen bei Hausübergabestationen und Hausanlagen

Ähnlich wie die Pumpstationen sind auch die Hausübergabestationen und die Hausanlagen von elektrischem Strom abhängig. Dabei handelt es sich einerseits um Steuer- und Regeleinrichtungen, andererseits um Pumpen im Sekundär-/Kundenkreislauf.

Aufgrund der deutlich geringeren Leitungsaufnahme dieser Pumpen – im Vergleich zu den großen Pumpstationen im eigentlichen Fernwärmenetz - wären andere (technische) Lösungsansätze wie unter Maßnahmenbündel 3 zweckmäßig. Weiters ist zu berücksichtigen, dass die Hausanlagen idR nicht im Einflussbereich des Fernwärmebetreibers liegen, sondern in jenem der jeweiligen Abnehmer (im Regelfall des/der Wohnbauträgers/Hausgemeinschaft bzw. der Hausverwaltung).

Eine Absicherung der Notversorgung könnte z.B. durch eine PV-Anlage, die mit einem Batteriespeicher kombiniert wird, oder gegebenenfalls durch einen singulären Batteriespeicher erfolgen.

#### Maßnahmenbündel 5: Maßnahmen bezüglich IKT- und Steuereinrichtungen

Zur Steuerung eines Fernwärmesystems ist der Betrieb unterschiedlicher Anlagenkomponenten aufeinander abzustimmen und zu regeln. Dies beinhaltet einerseits die Erzeugungsanlagen und Pumpstationen, andererseits Sensorik und Messeinrichtungen sowie die Übergabestationen.

Diesbezüglich wird empfohlen, insbesondere zu untersuchen und auch praktisch zu erproben, welche Auswirkungen Stromausfälle auf die in den jeweiligen Fernwärmesystemen eingesetzten Informations- und Kommunikationstechnologien haben.

In Richtung der Komponentenhersteller wird insbesondere auf die Designprinzipien von „**Security by Design**“ hingewiesen. Selbst wenn die jeweilige Komponente bzw. Einrichtung – etwa durch den Ausfall der Stromversorgung oder durch eine IKT-mäßige Trennung von der Leitwarte – nur mehr einen Teil ihrer Funktionalität aufrechterhalten kann bzw. nicht mehr extern steuerbar ist, sollte trotzdem eine gewisse Basisfunktionalität erhalten bleiben.

### Maßnahmenbündel 6: Einsatz von zentralen oder dezentralen P2H-Anlagen

Zentrale P2H-Anlagen können im Fernwärmesystem in bestimmten Krisenfällen – etwa wenn eine Erzeugungsanlage ausfällt, die Stromversorgung aber durch externe Quellen ausreichend gesichert ist - herkömmliche Erzeugungsanlagen zumindest teilweise ersetzen.

Solche Anlagen können etwa dadurch finanziert werden, indem diese im normalen Betriebszustand zur Bereitstellung von Regelenergieleistung – oder perspektivisch auch zur Verwertung von erneuerbarem Überschussstrom – herangezogen werden. Im Stör- bzw. Krisenfall können diese Anlagen dann die notwendige zusätzliche Wärmeerzeugungskapazität zur Verfügung stellen. P2H-Anlagen bzw. der genutzte Strom können damit als Back-Up-Anlagen bzw. Ersatzbrennstoff angesehen werden.

In gleicher Weise ist der Einsatz von P2H-Anlagen bei den Übergabestationen bzw. in Hausanlagen möglich. Die spezifischen Errichtungskosten und der Aufwand für die IKT-Anbindung sind bei dezentralen Anlagen zwar höher, zugleich fällt aber die Abhängigkeit vom Funktionieren der Pumpstationen weg. Außerdem können die P2H-Anlagen auch mit dezentral erzeugtem Strom, z.B. durch PV-Anlagen, versorgt werden. Allerdings müsste eine koordinierte Ansteuerung der dezentralen P2H-Anlagen durch einen sogenannten „Aggregator“ erfolgen.

Die ohnehin vorhandenen dezentralen P2H-Anlagen könnten dann während eines Krisenfalls zur Notversorgung mit Wärme herangezogen werden. Im Unterschied zu einem unkoordinierten „Energie-Shift“ von Erdgas oder Fernwärme zu Strom, der durch die Endverbraucher durch den Einsatz von Heizstrahlern geschieht und bei dem entsprechende Kaskadeneffekte auftreten können, kann - bei entsprechender Ansteuerung dieser Anlagen - die zusätzliche Belastung des Stromnetzes etwa durch ein zeitversetztes Einschalten oder eine gesteuerte (dosierte) Unterversorgung reduziert werden. Mittels einer solchen Einsatzstrategie können unter Umständen „rolling black outs“ auf Ebene der Stromnetze vermieden oder erst viel später notwendig werden.

### Maßnahmenbündel 7: (Punktuelle) Verzicht auf weiteren Fernwärmenetzausbau

Bei diesem Maßnahmenbündel handelt es sich um eine strukturelle Maßnahme, die allerdings nur in bestimmten städtischen Netzen der Versorgungssicherheit dienlich ist.

So wurden im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte in Österreich die meisten städtischen Fernwärmenetze massiv ausgebaut. Zum einen war das umwelt- und energiepolitisch gewollt (Fernwärme als „saubere“ oder „grüne“

Wärmeversorgungsoption), zum anderen gab es vor allem auch wirtschaftliche Interessen der jeweiligen Betreiber (Umsatzwachstum).

Im Laufe der letzten Jahre hat sich jedoch die Rahmenbedingungen erheblich verändert. So wird zum einen der sukzessive Rückgang des Wärmeverbrauchs (hohe Energieeffizienzstandards im Neubau, Sanierung im Bestand) immer mehr spürbar, zum anderen der KWK-Betrieb durch hohe Erdgas- und niedrige Strompreise immer schwieriger finanzierbar.

Insbesondere an Standorten bzw. in Netzen, wo ohnehin keine ausreichenden Erzeugungs- oder Ausfallkapazitäten (mehr) zur Verfügung stehen, wird der Verzicht auf weiteren Ausbau der Fernwärme – sowohl aus Sicht der Wirtschaftlichkeit wie der Energieversorgungssicherheit – eine mögliche strukturelle Maßnahme sein.

In solchen Fällen würde sich - anstelle des (teuren) Ausbaus der bestehenden Fernwärmeinfrastruktur - vielmehr die Förderung alternativer Technologien anbieten<sup>11</sup>, welche in den Abschnitten 2.5 und 2.6 näher beschrieben sind.

## **2.3 Organisatorische Maßnahmen zur Sicherung der Energieversorgung im Krisenfall**

Adressaten: Infrastrukturbetreiber (Strom, Erdgas, Fernwärme), Hoheitsverwaltung, Regulator, politische Entscheidungsträger

Neben den notwendigen technischen Maßnahmen (siehe Abschnitte 2.1 und 2.2) sind insbesondere auch organisatorische Maßnahmen notwendig, um die Energieversorgung im Krisenfall sicherzustellen.

So wird - zur Erprobung des Krisenmanagements im Bedrohungsfall - die E-Control im Energielenkungsgesetz [EnLG 2012] dazu ermächtigt, alle zwei Jahre Übungen unter der Annahme von Krisenszenarien anzuordnen<sup>12</sup>.

Eine solche Krisenübung wurde etwa bereits in Salzburg im Jahr 2012 durchgeführt. In dem angenommenen Bedrohungsszenario wurde sowohl die Erdgas- wie auch die Stromversorgung betrachtet. Auch weitere Netzsparten wie Fernwärme, Wasser und Telekommunikation wurden berücksichtigt [Salzburg 2012].

---

<sup>11</sup> Im Rahmen eines Umwelt- oder Energieversorgungssicherheitsförderprogramms müssten jedoch vorab gezielt die jeweiligen Fördergebiete und die dafür geeigneten Technologien definiert werden.

<sup>12</sup> Dies gilt sowohl für die Elektrizitäts- wie die Erdgaswirtschaft. Die für die Elektrizitätswirtschaft relevante Verordnungsermächtigung findet sich in § 15 (11), jene für die Erdgaswirtschaft in § 27 (11) Energielenkungsgesetz.

Solche Krisenübungen wurden jedoch bisher noch nicht in allen wichtigen Städten durchgeführt bzw. wurden die (organisatorischen) Möglichkeiten bzw. etwaigen technischen Hemmnisse nicht in allen Städten systematisch erfasst.

Es wird daher wie folgt empfohlen:

#### Maßnahmenbündel 1: Systematische Identifikation von lokalen Sicherheitslücken, Ermittlung eines optimalen Maßnahmenpaketes, Erstellung eines lokalen Maßnahmenplans

Es wird empfohlen, in allen Städten, die über eine relevante eigene Energieversorgungsstruktur verfügen<sup>13</sup>, den Status quo bzw. das jeweilige Schutzniveau zu überprüfen, allfällige Sicherheitslücken zu identifizieren und darauf aufbauend jeweils geeignete **Maßnahmenpakete für unterschiedliche Bedrohungsszenarien** zu entwickeln.

Dies sollte idealerweise in einen lokalen Maßnahmenplan münden. Die dazu notwendigen Schritte sowie ein Vorschlag für die methodische Herangehensweise zur Erstellung eines solchen lokalen Maßnahmenplanes findet sich beispielsweise im „Leitfaden Schutz Kritischer Infrastrukturen“ der Schweizer Eidgenossenschaft, Amt für Bevölkerungsschutz BABS (siehe dazu [BABS 2014]).

#### Maßnahmenbündel 2: Operative Vorbereitung der Fernwärmeversorgung auf Strom- und/oder Erdgasausfälle, Abhaltung von Krisenübungen im Fernwärmebereich

Zusätzlich zu den ohnehin von der E-Control nach dem Energielenkungsgesetz angeordneten **Krisenübungen** wird empfohlen, solche Übungen **in allen Städten**, die über eine eigene, relevante Energieinfrastruktur verfügen, im **zumindest zweijährigen Rhythmus** abzuhalten.

Bei solchen Krisenübungen, bei denen jeweils unterschiedliche Bedrohungsszenarien simuliert werden, sollten u. a. die Betreiber der übergeordneten Infrastrukturen (Übertragungsnetzbetreiber Strom und Erdgas) wie auch Großverbraucher (Industriekunden) mit eingebunden werden und insbesondere die **Auswirkungen von Lieferausfällen** auf die **nachgelagerten Elemente der Fernwärmeversorgung** (z.B. Übergabestationen, Hausanlagen) betrachtet bzw. simuliert werden.

Diese Krisenübungen sollten weiters dazu dienen, um die Praxistauglichkeit des zuvor ausgearbeiteten Maßnahmenplans (siehe Maßnahmenbündel 1) zu testen. Zugleich sollten die Erkenntnisse aus diesen regelmäßig stattfindenden

---

<sup>13</sup> In allen weiteren Städten oder Gemeinden, die über keine eigenen, relevanten Energieinfrastrukturen verfügen, ist ein eigener Maßnahmenplan hingegen nur begrenzt sinnvoll. Die entsprechenden Maßnahmen sollten vielmehr in einem Maßnahmenplan des jeweiligen Netzbetreibers – im Regelfall auf Bundesländerebene – erfolgen.

Krisenübungen wiederum zu einer Überarbeitung bzw. laufenden Verbesserung dieses Maßnahmenplans führen.

### Maßnahmenbündel 3: Ausweitung der operativen Vorbereitung für den Krisenfall auf sonstige städtische Infrastrukturen (z.B. Trink-, Abwasserversorgung), erweiterte Krisenübungen

Des Weiteren wird angeregt, bei den regelmäßigen Krisenübungen (siehe Maßnahmenbündel 2) die jeweils betrachteten Infrastrukturen sukzessive auf jene Bereiche der Daseinsvorsorge zu erweitern, die bei längeren Ausfällen der Energieversorgung besonders betroffen sein können. Dies trifft insbesondere auf die Trink- und Abwasserversorgung zu<sup>14</sup>. Aber auch andere Bereiche wie z.B. der Telekommunikationsbereich oder die jeweilige Versorgungskette zur Versorgung mit Ersatzbrennstoffen sollten in weiterer Folge bei solchen erweiterten Krisenübungen berücksichtigt werden.

## **2.4 Strukturelle Maßnahmen in der Energiewirtschaft (Eigentümerstruktur, Unternehmensorganisation)**

Adressaten: Eigentümervertreter, politische Entscheidungsträger

Das Funktionieren von Krisenmaßnahmen ist nicht nur von technischen und organisatorischen Maßnahmen, sondern auch von den jeweiligen strukturellen Gegebenheiten (insbesondere Unternehmensorganisation und Eigentümerstruktur) abhängig. Diesbezüglich wird empfohlen, die folgenden Überlegungen und Aspekte bei zukünftigen **Umstrukturierungen** bzw. in der **Unternehmensorganisation zu berücksichtigen**.

Zwar legt das Energielenkungsgesetz eindeutig fest, wer welche Maßnahmen im Krisenfall erlassen darf, an wen diese übertragen werden bzw. wer diese operativ durchzuführen hat (siehe dazu [EnLG 2012]). Die einzelnen Maßnahmen wurden jedoch nicht vorab festgelegt, sondern im Anlassfall per Verordnung bzw. Anordnung bestimmt.

---

<sup>14</sup> Die Relevanz bzw. die Verletzlichkeit dieser Systeme bei Ausfall der Stromversorgung ist stark von den jeweiligen Bedingungen vor Ort abhängig. Während in einigen städtischen Trinkwassernetzen kaum Pumpen zum Einsatz kommen (natürliches Gefälle), würde in anderen ohne ausreichenden Stromversorgung weder das Trink- noch das Abwassernetz funktionieren können.



Da die Prozesse in der Energiewirtschaft durch Liberalisierung und Unbundling deutlich komplexer geworden sind, würde die operative Durchführung solcher Notfallmaßnahmen alle Akteure vor noch größere Herausforderungen stellen, als noch vor ein paar Jahrzehnten.

Durch die Vorgaben des Gesetzgebers zur wirtschaftlichen und rechtlichen Entflechtung sind eine Vielzahl von neuen Akteuren bzw. Funktionen entstanden sind, die es im Krisenfall zu koordinieren gilt.

Diesbezüglich würde eine **gemeinsame Leitwarte für alle städtischen Energienetze**, die wiederum in **enger Abstimmung** mit der zentralen **Kraftwerkseinsatzplanung** der lokalen Erzeugungsanlagen steht, eine ideale Voraussetzung bilden, um koordinierte Krisenmaßnahmen effektiv und abgestimmt umzusetzen.

Zum anderen muss berücksichtigt, dass die jeweiligen Netzbetreiber, Energieerzeuger und -lieferanten auch im Krisenfall **unterschiedliche, teilweise gegenläufige wirtschaftliche Interessen** haben.

Während dies bei (klassischen) Stadtwerken – durch die idente Eigentümerstruktur bei den jeweiligen Tochterunternehmen - eine geringere Rolle spielt, kann dies in anderen Konstellationen, aufgrund der u. U. gegenläufigen wirtschaftlichen Interessen – trotz hoheitlicher Eingriffe durch die Energielenkung –, die **operative Umsetzung massiv erschweren**.

Diesbezüglich haben Städte mit eigenen Stadtwerken, die im Spartenverbund sowohl über Strom-, Erdgas- und Fernwärmenetze als auch über die entsprechenden Erzeugungsanlagen verfügen, deutlich mehr Möglichkeiten, im Krisenfall effektiv und flexibel reagieren zu können. Ähnliches gilt auch bezüglich der Schaffung notwendiger Ausfalls- und Reservekapazitäten (siehe dazu Praxisbeispiel unten).

Diesbezüglich haben in der D-A-CH Region – auf Ebene der Großstädte - die beiden Städte Wien und München die besten strukturellen Voraussetzungen, während etwa in Berlin und Hamburg, durch den Verkauf ihrer Stadtwerke in den 1990er-Jahren und die unterschiedlichen Eigentümerstrukturen bei den jeweiligen Netzen, die Koordination und Abstimmung im Krisenfall deutlich schwieriger ist.

#### Praxisbeispiel: Sicherung der Fernwärmeversorgung in der Stadt Graz

Die Problematik von unterschiedlichen wirtschaftlichen Interessen ist derzeit gut am Beispiel der (politischen) Diskussion zur Zukunft der Fernwärmeversorgung in Graz zu sehen. So wird das Grazer Fernwärmenetz von der Energie Graz betrieben, während die Fernheizkraftwerke Graz (Puchstrasse) und Thondorf sowie die Fernwärmeleitung zwischen Mellach und Graz und die Pumpstation Puntigam von

der Energie Steiermark betrieben werden. Die größten und für die Fernwärmeversorgung notwendigen Wärmeerzeuger stehen jedoch nicht im Eigentum dieser beiden Energieversorgungsunternehmen, sondern des Verbund-Konzernes.

Durch die vom Verbund geplante Schließung von Erzeugungskapazitäten ist nicht nur die Zukunft der Fernwärmeversorgung in Graz ab dem Jahr 2020 ungewiss, sondern auch ungeklärt, wer bis dahin die notwendigen Ausfallkapazitäten zur Verfügung stellt bzw. für die Kosten aufkommt.

Die aktuelle Diskussion in Graz ist ein Beispiel dafür, wie bei nicht vorhersehbaren strukturellen Änderungen in der Energiewirtschaft - oder auch in Krisenszenarien - durch die Zersplitterung der einzelnen Aufgaben **wirtschaftlich gegenläufige Interessen** entstehen (können), was wiederum zu **Lasten einer koordinierten Planung und Vorsorge** und letztlich der Versorgungssicherheit geht (siehe z.B. [Kordik 2014])

#### Handlungsempfehlung: Nutzung der erweiterten Möglichkeiten von integrierten städtischen Energieversorgern

Integrierte Unternehmen („Stadtwerke“; horizontal und vertikal integriert), welche alle drei wesentlichen Energieträger „in einer Hand“ haben, werden perspektivisch noch mehr Möglichkeiten als bisher haben, - selbst bei einem großflächigem **Ausfall der Energieversorgung** in Europa - die Energieversorgung in der jeweiligen Stadt **im Inselbetrieb** sicherzustellen. Der zunehmende **Einsatz erneuerbarer dezentraler Energietechnologien** ist eine **Voraussetzung** dafür, stellt dabei aber zugleich auch neue **Anforderungen an Systemintegration** und **Steuerung** (siehe dazu auch die folgenden Abschnitte 2.5 und 2.6).

Diesbezüglich wird empfohlen, die jeweils lokal vorhandenen Möglichkeiten für einen etwaigen Inselbetrieb zu identifizieren, diese auf Umsetzbarkeit zu überprüfen und in Folge auch in der Praxis zu erproben.

Derzeitige bzw. perspektivische Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieversorgungssicherheit durch integrierte Stadtwerke sind beispielsweise<sup>15</sup>:

- Sicherstellung ausreichender Erzeugungskapazitäten (Strom), um die städtischen Energienetze im Inselbetrieb betreiben zu können (keine zwangsläufige Abhängigkeit von Stromlieferungen aus dem Umland);

---

<sup>15</sup> Diese Vorschläge gelten zwar gleichermaßen für den Fall, dass die Eigentümerstruktur bei den jeweiligen Erzeugungs- und Netzinfrastrukturen unterschiedlich sind. Allerdings kann dann die integrierte Umsetzung der Maßnahmen, insbesondere durch ungleich verteilte Kosten oder Erlösausfälle, deutlich komplexer sein.

- Ermöglichung alternativer Brennstoffe im Kraftwerkspark, sodass z.B. trotz Ausfall der Erdgasversorgung sowohl die Fernwärme- wie die Stromversorgung sichergestellt werden kann;
- Errichtung und Betrieb von nahe an den Kraftwerkstandorten befindlichen Fernwärme- und Erdgasspeichern (Röhrenspeichern), welche im Krisenfall kurzfristige Ausfälle oder Störungen überbrücken können, während diese im Normalbetrieb der wirtschaftlichen Optimierung des Kraftwerkbetriebs dienen;
- Einsatz von zentralen P2H-Anlagen im Fernwärmesystem, welche in bestimmten Krisenfällen ebenfalls den Einsatz herkömmlicher Anlagen ersetzen können, während diese im normalen Betriebsfall zur Bereitstellung von Regelenergieleistung – oder perspektivisch auch zur Verwertung von erneuerbarem Überschussstrom – verwendet werden;
- Ergänzend oder alternativ können auch Erdgasheizungsanlagen und Fernwärmeübergabestationen durch dezentrale P2H-Anlagen ergänzt/erweitert werden; ähnlich wie zentrale P2H-Anlagen würden diese von einem integrierten Dienstleistungsanbieter zur Bereitstellung von Regelenergie oder Verwertung von erneuerbarem Überschussstrom genutzt werden, während diese im Krisenfall zur Notversorgung herangezogen werden;
- Im Unterschied zum unkoordinierten „Energie-Shift“ von Erdgas oder Fernwärme zu Strom, der durch die Endverbraucher beim Einsatz von Heizstrahlern geschieht (wobei Kaskadeneffekte auftreten können, was bis zum Zusammenbruch des Stromnetzes führen kann), kann - bei entsprechender Ansteuerung dieser P2H-Anlagen - die zusätzliche Belastung des Stromnetzes - z. B. durch gesteuerte (dosierte) Unterversorgung oder stufenweisen Einsatz - deutlich reduziert werden. Damit kann der Zusammenbruch des Stromnetzes verhindert und unter Umständen sogar auf „rolling black outs“ verzichtet werden.

## **2.5 Bevorzugter Einsatz bestimmter Erzeugungs- und Umwandlungstechnologien**

Adressaten: Energie- und Stadtplaner, politische Entscheidungsträger, Fördergeber, Interessensvertreter, Fördergeber, Betreiber dezentraler Energieerzeugungsanlagen (Kontraktoren)

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Energy Risks in Cities“ wurden unterschiedliche mögliche Infrastrukturausbauoptionen bzw. Änderungen im Systemlösungs-Mix dahingehend bewertet, inwieweit diese die Versorgungs- bzw.

Ausfallsicherheit der Energieversorgung in urbanen Ballungsräumen beeinflussen bzw. verbessern<sup>16</sup>.

Im Unterschied zu den Maßnahmen der Abschnitte 2.1 bis 2.3 handelt es sich dabei um **strukturelle Maßnahmen**, die von Seiten der **Energiewirtschaft** bzw. der Infrastrukturbetreiber **nicht** alle direkt **beeinflussbar** sind. So kann nach derzeitiger Rechtslage kein Energieversorger oder Netzbetreiber seinem Kunden vorschreiben, ob bzw. welche (zusätzlichen) dezentralen Erzeugungsanlagen dieser an seinem Standort errichtet und betreibt (d.h. ob er etwa auf seinem Hausdach eine PV- oder solarthermische Anlage, mit oder ohne Energiespeicher, installiert).

Die zu erwartende immer **höhere Verbreitung** von **dezentralen EE-Erzeugungsanlagen** hat jedoch nicht nur massive Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit einzelner Infrastrukturen, sondern insbesondere – sowohl positive wie negative – Konsequenzen in Hinblick auf die Sicherheit unseres Energiesystems bei den unterschiedlichen Bedrohungsszenarien.

Auch wenn der Einsatz bestimmter Technologien durch den Energieversorger oder Netzbetreiber nicht vorgeschrieben werden kann, so kann die Investitionsentscheidung der Energieverbraucher durch vielfältige indirekte Maßnahmen beeinflusst werden, wie etwa durch Vorgaben oder Anreize im Rahmen der Stadt- und Energieplanung.

Auch durch Förderungen oder sonstige Angebote wie Informationskampagnen, durch die Erleichterung bei behördlichen Verfahren oder die Beseitigung von Umsetzungshemmnissen kann die Verbreitung bestimmter Technologien teilweise massiv unterstützt werden.

Im Folgenden werden Maßnahmenempfehlungen bezüglich des Einsatzes bestimmter Technologien bzw. Technologiekombinationen abgegeben<sup>17</sup>. Wichtig ist jedoch dabei, dass diese Empfehlungen nicht generalisiert werden dürfen. Die Maßnahmenvorschläge werden vielmehr nur in bestimmten Versorgungsgebieten bzw. Szenarien relevante Beiträge zur Erhöhung der Versorgungssicherheit leisten können, während dies für andere Gebiete oder Szenarien nicht oder nur eingeschränkt zutrifft.

---

<sup>16</sup> Die detaillierten Ergebnisse dieser Analyse sind in [Lettner 2014] zu finden.

<sup>17</sup> Ein detailliertes Technologie-Ranking - als Ergebnis von quantitativen Analysen - findet sich in [Lettner 2014].

Erzeugungseinrichtungen bzw. Technologiekombinationen, welche die Sicherheit der Energieversorgung in städtischen Gebieten tendenziell erhöhen und deren vermehrter Einsatz daher empfohlen wird, sind beispielsweise<sup>18</sup>:

### **Dezentrale KWK-Anlagen (Heizkraftwerke) mit alternativen Brennstoffen**

Mit dezentralen Heizkraftwerken kann zugleich Strom und Wärme erzeugt werden. Deren Betrieb ist sowohl strom- als auch wärmegeführt möglich. Durch den Einsatz von Wärmespeichern kann die Strom- und Wärmeproduktion entkoppelt und damit idR die Wirtschaftlichkeit der Anlage erhöht werden.

Die Kapazität der Anlagen und damit die Technologiewahl können sehr unterschiedlich sein und richten sich primär nach dem Versorgungsgebiet bzw. der Nachfrage nach Strom und Wärme. Während kleinere Micro-KWK Anlagen z.B. nur einzelne Häuser versorgen, können größere KWK-Anlagen ganze Gebäudeverbände oder Stadtteile versorgen.

Entscheidend aus Sicht der Energieversorgungssicherheit ist die Wahl des Brennstoffes. Alternative Brennstoffe (z.B. Hackschnitzel, Stroh, Biomasse) wären zwar zu bevorzugen; allerdings sind dabei oft technische Restriktionen (z.B. Mindestgrößen der Anlagen, Technologiereife, etc.) zu berücksichtigen. Einige Technologien sind (technologisch) sehr vielversprechend, wie z.B. Mikro-KWKs auf Basis des Stirlingmotors, sind aber derzeit wirtschaftlich noch nicht betreibbar.

Auch erdgasbetriebene KWK-Anlagen haben - aus Verbrauchersicht - Vorteile bezüglich der Versorgungssicherheit, zumindest gegenüber einer rein zentralen Stromversorgung. So können die Kunden den Strom alternativ von der Eigenerzeugungsanlage oder zentral aus dem Netz beziehen<sup>19</sup>. Letztendlich handelt es sich dabei um eine Redundanz von Stromerzeugungsanlagen (dezentral und zentral).

### **Dezentrale Photovoltaik mit oder ohne Speicher**

Mit dem erzeugten Strom einer dezentralen Photovoltaikanlage ist es möglich, zumindest einen Teil des Strombedarfs wie auch des Wärmebedarfs (teilweise) abzudecken. Wärme kann hierbei bspw. durch Wärmepumpen oder durch Stromdirektheizungen erzeugt werden.

Mittels Stromspeichern steht Strom auch dann zur Verfügung, wenn die Sonne nicht scheint. Alternativ oder zusätzlich können auch Wärmespeicher zum Einsatz

---

<sup>18</sup> Maßnahmen bzw. Technologien, die bereits in den vorherigen Abschnitten adressiert wurden, wie z.B. der Ermöglichung des Fuel-Switch bei zentralen Heizkraftwerken, werden folgend nicht nochmals erwähnt.

<sup>19</sup> Dies ist ohnehin vorzusehen, z.B. für den Fall von Anlagenausfällen oder bei Wartungsarbeiten. Ansonsten müsste die lokale Erzeugungsanlage redundant ausgeführt werden.

kommen. Dezentrale Photovoltaik mit Speicher hat daher deutlich höhere Auswirkungen auf den Grad der Energieversorgungssicherheit als Anlagen ohne Speicher.

### **Dezentrale Solarthermieanlagen mit Speicher**

Solarthermieanlagen können in der Regel nur einen Teil des Wärmebedarfs abdecken. Diese Anlagen sind naturgemäß stark von Außentemperatur und Globalstrahlung abhängig. Diesbezüglich ist der Ertrag in den Sommermonaten höher als in den Wintermonaten. In Ausnahmefällen – z.B. bei Niedrigenergiehäusern und in Kombination z.B. mit dezentralen Abwasserwärmerückgewinnungsanlagen – kann jedoch (beinahe) eine Wärmeevollversorgung erreicht werden.

### **Dezentrale oder zentrale Power to Heat (P2H) Anlagen**

Diese Anlagen liefern vor allem dann positive Beiträge zur Erhöhung der Versorgungssicherheit, wenn sie als hybride Anlagen ausgelegt sind. In diesem Fall sind diese nicht die alleinige Heizungsoption, sondern ergänzen vielmehr eine konventionelle Beheizung oder Befuerung (z.B. Erdgas, Fernwärme, etc.). Solche P2H-Anlagen haben verhältnismäßig geringe Jahresbetriebsstunden und kommen nur dann zum Einsatz, wenn entweder Regelenergie abgerufen wird, erneuerbarer Überschussstrom zur Verfügung steht oder im Krisen- oder Störfall die eigentliche Heizungsanlage nicht betrieben werden kann.

### **Dezentrale oder zentrale Power to Gas (P2G) Anlagen**

Diese Anlagen, welche elektrische Energie in chemische Energie (bspw. Wasserstoff und Methan) und Wärmeenergie (entsteht bei der Elektrolyse und Methanisierung) umwandelt, haben ein sehr hohes theoretisches Potential bezüglich der saisonalen Speicherung von überschüssigem EE-Strom. Zugleich können mittels dieser Technologie etwa ausgefallene Erdgaslieferungen ersetzt werden.

Obwohl die Anlagen aus technischer Sicht – zumindest zum Großteil – marktreif sind, ist die Wirtschaftlichkeit derzeit nicht gegeben, sodass deren Einsatz derzeit auf Nischenanwendungen (z. B. Wetterstationen, Berghütten, etc.) sowie auf Forschungs- und Demonstrationsanlagen eingeschränkt ist.

Nur auf lange Sicht betrachtet werden solche Anlagen – bei sehr hohen Anteilen fluktuierender EE-Erzeugung an der Gesamtstromerzeugung – wirtschaftlich zu betreiben sein, wären dann aber ein wichtiger Baustein für die Sicherung der Energieversorgung.

Es wird empfohlen – in einer Abwägung der Zielgrößen Wirtschaftlichkeit, CO<sub>2</sub>-Relevanz und Erhöhung der Versorgungssicherheit - , die Verbreitung der in der jeweiligen Stadt bzw. Stadtteil jeweils zu präferierenden **Technologien/Technologiekombinationen** zur **Erzeugung** oder **Umwandlung** von Energie durch **unterstützende Maßnahmen** zu **fördern** (siehe dazu u. a. auch Abschnitt 2.7).

## 2.6 Bevorzugter Einsatz bestimmter Speichertechnologien

Adressaten: Energie- und Stadtplaner, politische Entscheidungsträger, Fördergeber, Interessensvertreter, Fördergeber, Betreiber dezentraler Energieerzeugungsanlagen (Kontraktoren)

Speichereinrichtungen können wichtige Beiträge zur Erhöhung der Energieversorgungssicherheit leisten. Diesbezüglich wurde in dem gegenständlichen Forschungsprojekt eine quantitative Bewertung unterschiedlicher Speicheroptionen bezüglich des Einflusses auf die Energieversorgungssicherheit durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Abbildung 2 dargestellt. Die methodischen Grundlagen, die verwendeten Bewertungskriterien und eine Fülle von Hintergrundinformationen sind in [Lettner 2014] zu finden.

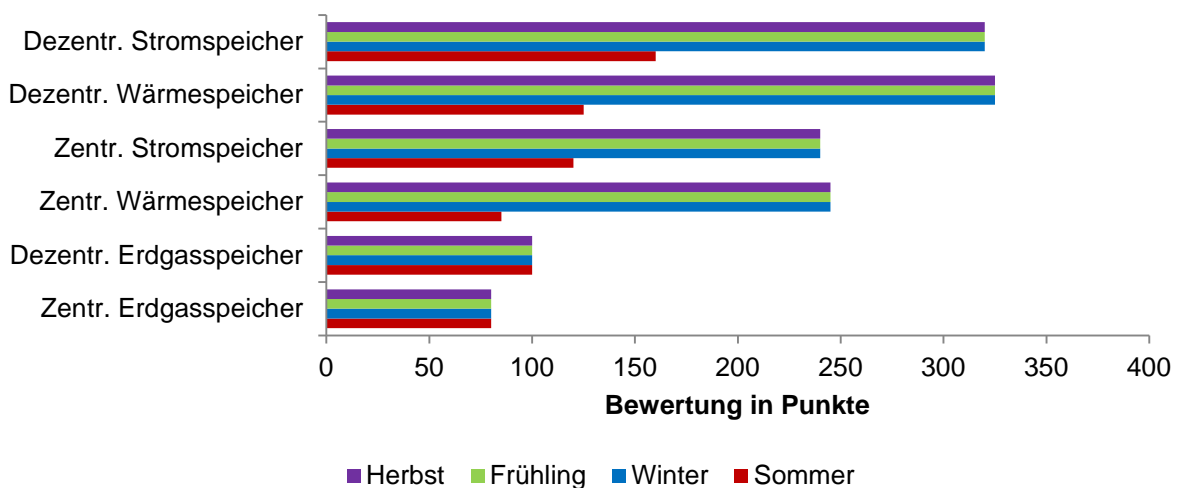


Abbildung 2: Bewertung der Speichereinrichtungen

Bezüglich des Einsatzes der bewerteten Speichereinrichtungen können folgende Empfehlungen sowie erklärende Kommentare abgegeben werden:

### **Zentrale Erdgasspeicher (Untertagespeicher)**

Obwohl zentrale Erdgasspeicher (Untertagespeicher) zu den wichtigsten Elementen zur Sicherung der Energieversorgung in Österreich gehören, werden diese im Vergleich zu anderen Speichertechnologien niedriger bewertet<sup>20</sup>.

Aus dieser Bewertung darf jedoch nicht geschlossen werden, dass andere Energiespeicher wichtiger wären. Vielmehr sind die großen österreichischen Untertagespeicher unverzichtbar für die Versorgungssicherheit in Österreich. Sofern wirtschaftlich vertretbar, sollten die **bestehenden Erdgasspeicher**, sowohl hinsichtlich Arbeitsgasvolumen wie Ein-/Auspeiseleistungen, auch **weiterhin ausgebaut bzw. neue Anlagen errichtet werden**.

Des Weiteren gehören Untertagespeicher zu den Speichern mit den geringsten spezifischen Investitionskosten bei zugleich niedrigen Speicherverlusten. Dies ist in einer Gesamtbewertung von Maßnahmen zusätzlich zu berücksichtigen.

### **Dezentrale Erdgasspeicher (z.B. Röhrenspeicher)**

Dezentrale Erdgasspeicher können zusätzliche Beiträge zur Erhöhung der Versorgungssicherheit leisten bzw. werden höher bewertet, da sie, wenn sie verbrauchernahe betrieben werden, auch in Störfällen, bei denen die Untertagespeicher keine Abhilfe schaffen, sinnvoll eingesetzt werden können (empfohlene Maßnahmen im Detail, siehe 2.2.1, Maßnahmenbündel 1)

### **Zentrale Fernwärmespeicher**

Auch zentrale Fernwärmespeicher können wesentliche Beiträge zur Erhöhung der Fernwärmerversorgung leisten. Diese Anlagen sind technisch einfach und kostengünstig zu realisieren. Damit diese jedoch nicht nur die Wirtschaftlichkeit der KWK-Anlagen verbessern, sondern in möglichst vielen Bedrohungsszenarien oder Störfällen zur Sicherung der Fernwärmeversorgung beitragen, ist eine Reihe von Maßnahmen notwendig (→ siehe dazu Abschnitt 2.2.3, Maßnahmenbündel 2)

### **Zentrale Stromspeicher**

Ein zentraler Stromspeicher ist typischerweise ein Pumpspeicherkraftwerk, in welchem elektrische Energie in der Form von potentieller Energie gespeichert wird. Die österreichischen Pumpspeicherkraftwerke gleichen im europäischen Verbundsystem insbesondere die fluktuierende Einspeisung der EE-Erzeuger aus.

---

<sup>20</sup> Diese vergleichsweise niedrige Bewertung kommt dadurch zustande, weil Erdgasspeicher in dem verwendeten quantitativen Modell nur in ganz bestimmten Szenarien (z.B. Ausfall der Erdgaslieferungen) die Versorgungssicherheit sicherstellen können. In weiteren Szenarien (z.B. Ausfall des europäischen Stromübertragungsnetzes oder Ausfall von Kraftwerksblöcken) können zentrale Erdgasspeicher hingegen keine Beiträge zur Verbesserung der Bedrohungssituation leisten.



Ein weiterer Ausbau der Wasserkraft ist, von Belangen des Naturschutzes abgesehen, von hohem Interesse für die Sicherung der Stromversorgung in Europa, insbesondere bei vorherzusehendem vermehrtem Ausbau der fluktuierenden Energieerzeugung (Wind, Sonne).

### **Dezentrale Wärmespeicher**

Dezentrale Wärmespeicher funktionieren grundsätzlich auf ähnliche Weise wie große, zentrale Fernwärmespeicher. Da diese Speicher jedoch verbrauchernahe sind, kann die Wärmeversorgung auch in solchen Szenarien oder Störanfällen abgesichert werden, bei denen ein zentraler Wärmespeicher keine Wirkung mehr hat, wenn z.B. das zentrale Fernwärmenetz bereits ausgefallen ist.

Es wird daher empfohlen, insbesondere den Einsatz von dezentralen Wärmespeichern zu forcieren bzw. zu fördern, z. B. durch Maßnahmen wie in Abschnitt 2.7 beschrieben.

### **Dezentrale Stromspeicher**

Dezentrale Stromspeicher können bspw. durch Batterien oder die kurz- bis mittelfristige Umwandlung in einen anderen Energieträger (mechanische, chemische, etc.) realisiert werden.

Aufgrund der derzeitigen Tendenzen in der Stromwirtschaft - immer größerer Unterschied zwischen Strombezugskosten (inkl. Netzgebühren, Steuern, Abgaben und Umlagen) und erzielbaren Erlösen bei Netzeinspeisung – werden dezentrale Stromspeicher für Haushaltskunden immer attraktiver.

Insbesondere die Kombination von PV, Wärmepumpen und Speichern bietet ein hohes Maß an Versorgungssicherheit. Während dies in dicht besiedelten städtischen Gebieten nicht immer die wirtschaftlichste Lösung ist - und oft auch technisch nicht umsetzbar -, wären solche Anlagenkombinationen – zumindest aus Sicht der Versorgungssicherheit – nicht nur in ländlichen Regionen, sondern auch in weniger dicht besiedelten, urbanen Gebieten („Speckgürtel“) interessante alternative Systemlösungen.

Dezentrale Stromspeicher können jedenfalls wichtige Beiträge zur Sicherung der Energieversorgung liefern, auch wenn andere (Groß)-Speichertechnologien wie z.B. Erdgasspeicher oder Pumpspeicherkraftwerke dadurch keineswegs ersetzt werden können.

Abschließende bzw. vergleichende Bewertung der unterschiedlichen Speicheroptionen

Grundsätzlich bedeutet ein hohes Ranking einer bestimmten Technologie nicht, dass diese andere Technologien mit einem geringeren Ranking ersetzen kann<sup>21</sup>. Entscheidend ist vielmehr der Portfoliogedanke. Die optimale Lösung für die Sicherstellung der Versorgungssicherheit ist immer ein Mix zwischen verschiedenen Erzeugungsanlagen und Speicheroptionen.

Es wird empfohlen – in einer Abwägung der Zielgrößen Wirtschaftlichkeit, CO<sub>2</sub>-Relevanz und Erhöhung der Versorgungssicherheit - , die Verbreitung der in der jeweiligen Stadt bzw. Stadtteil jeweils zu präferierenden **Speichertechnologien** durch **unterstützende Maßnahmen** zu **fördern** (siehe dazu u. a. auch Abschnitt 2.7).

## 2.7 Berücksichtigung von Aspekten der Versorgungssicherheit bei den Förderpolitiken

Adressaten: Förderstellen des Bundes und der Länder, politische Entscheidungsträger, Interessensvertreter

In Österreich werden sowohl vom Bund wie von den Bundesländern unterschiedliche Fördermaßnahmen im Energie- und Umweltbereich angeboten. Das primäre Ziel ist dabei zumeist die Reduktion von umweltrelevanten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Aspekten der Versorgungssicherheit wird dabei meist nur indirekt, aber in der Regel nicht systematisch, Rechnung getragen.

Diesbezüglich wird empfohlen, bestehende und zukünftige **Fördermaßnahmen** dahingehend zu **überprüfen**, inwieweit durch diese **zusätzliche Lenkungseffekte** erzielt werden könnten, indem jene Erzeugungs- und Speichertechnologien, welche aus Sicht der Energieversorgungssicherheit zu bevorzugen wären (siehe dazu Abschnitte 2.5 und 2.6), **besonders gefördert** werden.

---

<sup>21</sup> Nähere Details zu den Bewertungen, siehe [Lettner 2014].

### 3 Schlussfolgerungen

Ziel dieses Maßnahmenkataloges ist es, – jeweils aus Sicht der Erhöhung der Versorgungssicherheit bzw. der Minimierung der Auswirkungen eines Versorgungsausfalles in unterschiedlichen Bedrohungsszenarien - konkrete Handlungsempfehlungen zur Implementierung von nachhaltigen Energiesystemlösungen in urbanen Ballungsgebieten sowie von Infrastrukturausbauoptionen abzugeben.

Entsprechend der Vielschichtigkeit des Themas und der Breite der Zielgruppe haben die einzelnen Maßnahmenempfehlungen ganz unterschiedlichen Charakter. Diese reichen von Empfehlungen zur Priorisierung der vermehrten Implementierung unterschiedlicher neuer nachhaltiger Technologien bei Bereitstellung verschiedener Energiedienstleistungen, der Weiterentwicklung und des Ausbaus der derzeitigen (Verteil-) Netzinfrastruktur, der Verstärkung der übergeordneten Netze bis hin zum Aufschieben von Investitionsmaßnahmen bei einzelnen Energienetzen und – systemen (z. B. wenn Energieeffizienzmaßnahmen oder dezentrale Energieerzeugung aus sicherheits- und/oder energiepolitischen Gründen die bevorzugten Optionen gegenüber der Verstärkung der übergeordneten Netze sind).

Dabei werden jeweils unterschiedliche Zielgruppen angesprochen. Diese sind zum einen die Netz- und Infrastrukturbetreiber der Strom-, Erdgas- und Fernwärmenetze, aber auch sonstige relevante AkteurInnen, wie u.a. Regulierungs- und Aufsichtsbehörden, Energieerzeugungsunternehmen, sicherheits- und energiepolitisch verantwortliche Entscheidungsträger, Energiedienstleistungsunternehmen, Endkunden (Industrie), Stadt- bzw. Raumplaner, mögliche Fördergeber/Investoren, Technologiefirmen, Interessensvertreter, etc.

Wie bereits in [Lettner 2014] dargestellt existiert jedoch keine Systemlösung (d.h. eine bestimmte Erzeugungs-/Umwandlungs- oder Speichertechnologie), die in allen Fällen und möglichen Szenarien den jeweils anderen Technologieoptionen vorzuziehen wäre.

Vielmehr ist es zur Sicherstellung der Energieversorgung in den urbanen Ballungsräumen in Österreich notwendig, einerseits wichtige Infrastrukturelemente redundant auszuführen, zum anderen ganz unterschiedliche Erzeugungs-, Umwandlungs- und Speichertechnologien einzusetzen (Variation), um ein höchstmögliches Sicherheitsniveau zu erreichen.

Die wesentlichen Designprinzipien „Redundanz“ und „Variation“ sind, gemeinsam mit den notwendigen Bausteinen städtischer Energiesysteme, in Abbildung 3 dargestellt. Nur wenn die beiden genannten Designprinzipien auf alle notwendigen Bausteine eines urbanen Energiesystems angewandt werden, ist ein ausreichendes Maß an Versorgungssicherheit überhaupt möglich.



**Abbildung 3: Notwendige Bausteine und Designelemente eines städtischen Energiesystems zur Sicherstellung der Energieversorgung (Quelle: [Lettner 2014])**

Ergänzend und zugleich abschließend sei angemerkt, dass das Ziel einer maximalen Versorgungssicherheit in der Realität oft in Konkurrenz zur Wirtschaftlichkeit eines Energiesystems steht. So ist zwar aus Sicht der Energieversorgungssicherheit eine hohe Redundanz von Erzeugungseinheiten wünschenswert. Zugleich führt dies aber zur Entstehung von Überkapazitäten und insgesamt einer geringeren Wirtschaftlichkeit durch eine niedrige Anlagenauslastung.

Letztendlich gibt es daher auch keine „optimale“ Lösung in dem Sinne, dass es eine Anlagenkombination oder Technologie gäbe, die bei einem Maximum an Versorgungssicherheit zugleich auch die wirtschaftlichste Lösung wäre. Vielmehr gilt es, - durch die Kombination unterschiedlicher technischer und organisatorischer Maßnahmen – ein Energiesystem zu planen, zu errichten und zu betreiben, das in möglichst vielen Szenarien – sowohl hinsichtlich von klassischen Bedrohungsszenarien wie strukturellen Änderungen in der Energiewirtschaft – eine (auch wirtschaftlich) nachhaltige Versorgungslösung darstellt und dabei den Zielen Energieversorgungssicherheit, CO<sub>2</sub>-Minimierung und Wirtschaftlichkeit gleichermaßen Rechnung trägt.

## 4 Referenzen

[AGGM 2013] AGGM Austrian Gas Grid Management AG (Hrsg.): Langfristige Planung 2013 für die Erdgas Verteilernetzinfrastruktur in Österreich für den Zeitraum 2014 – 2020. Version 3.0. Wien 2013.

[APG 2013] Austrian Power Grid AG (Hrsg.): Netzentwicklungsplan 2013. Regelzone Austrian Power Grid (APG). Planungszeitraum: 2014 – 2023. Wien 2013.

[BABS 2014] Schweizer Eidgenossenschaft, Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS (Hrsg.): Leitfaden Kritischer Infrastrukturen. Konsultationsversion (Entwurf) vom 21. Februar 2014. Bern 2014.

[BIHK 2013] Bayerischer Industrie- und Handelskammertag BIHK e. V. (Hrsg.): Energienetze in Bayern. Handlungsbedarf bis 2022. München 2013.

[BNetzA 2012] Bundesnetzagentur (Hrsg.): Bericht zum Zustand der leitungsgebundenen Energieversorgung im Winter 2011/2012. Bonn 2012.

[EnLG 2012] Bundesgesetz über Lenkungsmaßnahmen zur Sicherung der Energieversorgung (Energienlenkungsgesetz 2012 – EnLG 2012). Wien 2012.

[ENTSOE 2014] European Network of Transmission System Operators for Electricity (Hrsg.): Ten-Year Network Development Plan 2014. Brüssel 2014.

[ENTSOG 2013] European Network of Transmission System Operators for Gas (Hrsg.): Ten-Year Network Development Plan. 2013 -2022. Brüssel 2013.

[Fleischhacker 2014] Fleischhacker, A.; et al.: Quantitative Modellierung und Szenarienanalysen für verschiedene Infrastrukturausbauoptionen und Systemlösungskonzepte in den ausgewählten drei urbanen Ballungsräumen. Endbericht zu FGG Projekt Nr. 2965504 (Deliverable 3). Wien 2014.

[GasConnect 2013] Gas Connect Austria (Hrsg.): Koordinierter Netzentwicklungsplan 2014 – 2020. Wien 2013.

[Kordik 2014] Kordik, H.: Energie: Der nächste Winter kommt bestimmt. Artikel in „Die Presse“ (Printausgabe) vom 2. 8. 2014. Wien 2014.

[Lettner 2014] Lettner, G.; et al.: Synthese der Ergebnisse, Reihung verschiedener Infrastrukturausbauoptionen und Systemlösungen aus Sicht der Energieversorgungssicherheit in unterschiedlichen Bedrohungsszenarien. Endbericht zu FGG Projekt Nr. 2965504 (Deliverable 4). Wien 2014.

[München 2012] Landeshauptstadt München, Referat für Arbeit und Wirtschaft. Beantwortung der Stadtrats-Anfrage „Ist angesichts unzureichender Stromnetze die Stromversorgung in München sicher?“ vom 14. 3. 2012. Antrag Nr. 08-14 / A 02941 vom 29. 11. 2011. München 2012.

[Salzburg 2012] Land Salzburg (Hrsg.): Krisenübung für Strom und Gas in Salzburg erfolgreich durchgeführt. Pressinformation vom 27. Jänner 2012. Salzburg 2012.