



**OPTIONEN FÜR DIE GESTALTUNG DES WIENER
ENERGIESYSTEMS DER ZUKUNFT
ENDBERICHT**

von

Reinhard Haas, Demet Suna
Energy Economics Group, TU Wien

Thomas Loew
Institute for Sustainability

Barbara Zeschmar-Lahl
BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH

Wien, 2013

Impressum

Auftraggeberin

Wiener Stadtwerke Holding AG



Ansprechpartnerin

Dipl.-Ing. Isabella Kossina, MBA
Konzern-Nachhaltigkeitsbeauftragte
Leiterin Generaldirektion Nachhaltigkeit (GDN) der Wiener Stadtwerke
Tel: +43/(0)1/53123-74090
E-Mail: isabella.kossina@wienerstadtwerke.at
www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at

Verfasser

Univ. Prof. Dr. Dipl. Ing. Reinhard Haas (Projektleitung)
Energy Economics Group, TU Wien
Tel: +43/(0)1/58801-370352
E-Mail: haas@eeg.tuwien.ac.at
www.eeg.tuwien.ac.at



Dipl.-Ing. Demet Suna
Energy Economics Group, TU Wien
E-Mail: suna@eeg.tuwien.ac.at



Dipl.-Kfm. Thomas Loew
Institute for Sustainability, Berlin (D)
Tel: +49/(0)30/2408 5532
E-Mail: Loew@4sustainability.de
www.4sustainability.de



Dipl.-Biol. Dr. rer. nat. Barbara Zeschmar-Lahl
BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oyten (D)
Tel.: +49/(0)4207/699 838
E-Mail: bzl@bzl-gmbh.de
www.bzl-gmbh.de



Wien, 2013

INHALT

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | EINLEITUNG | 1 |
| 1.1 | Motivation | 1 |
| 1.2 | Strukturen, die das Wiener Energiesystem beeinflussen..... | 2 |
| 1.3 | Zentrale Fragestellungen | 4 |
| 1.4 | Aufbau der Studie..... | 7 |
| 2. | NACHHALTIGE ENERGIESYSTEME – WICHTIGE GRUNDLAGEN..... | 8 |
| 2.1 | Anforderungen an die Energieversorgung aus Sicht von Daseinsvorsorge und Nachhaltigkeit..... | 8 |
| 2.2 | Energie(umwandlungs)ketten: Von der Primärenergie zur Energiedienstleistung | 11 |
| 2.3 | Definition „Energiesystem“..... | 12 |
| 3. | CHARAKTERISTIKA VON STÄDTEN FÜR DIE BEREITSTELLUNG VON ENERGIEDIENSTLEISTUNGEN | 14 |
| 4. | DAS ENERGIESYSTEM DER STADT WIEN | 17 |
| 4.1 | Einige historische Meilensteine..... | 17 |
| 4.2 | Charakteristika des derzeitigen Wiener Energiesystems..... | 17 |
| 4.3 | Energetischer Endverbrauch..... | 19 |
| 4.3.1 | Endenergieverbrauch nach Energieträgern | 19 |
| 4.3.2 | Endenergieverbrauch nach Sektoren..... | 21 |
| 4.3.3 | Energieverbrauch nach Anwendungen | 22 |
| 4.3.4 | Wärmebedarf..... | 22 |
| 4.3.5 | Stromverbrauch..... | 25 |
| 4.4 | Energieaufbringung | 30 |
| 5. | EINFLUSS DER LIBERALISIERUNG UND DER (INTER-) NATIONALEN ENERGIEMÄRKTE | 33 |
| 5.1 | Von regulierten zu liberalisierten Energiemärkten..... | 33 |
| 5.2 | Strommarkt | 34 |
| 5.2.1 | Wettbewerb bei der Strombeschaffung und -erzeugung..... | 34 |
| 5.2.2 | Segmente von Strommärkten: Kurz- und langfristige Strommärkte unter Wettbewerb, Marktsegmente | 34 |
| 5.2.3 | Relevanter Strommarkt für Wien..... | 36 |
| 5.2.4 | Preisbildung in den Spotmärkten für Strom..... | 38 |
| 5.2.5 | Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf die Preise an den Spotmärkten | 40 |
| 5.2.6 | Auswirkungen der Erneuerbaren Energien auf die Rentabilität von konventionellen Kraftwerken, Diskussion um Kapazitätsmärkte..... | 43 |
| 5.2.7 | Der Einfluss der CO ₂ -Zertifikatspreise | 48 |
| 5.2.8 | Wettbewerb im Absatzmarkt – Strom..... | 50 |
| 5.3 | Wettbewerb in den Gasmärkten | 50 |
| 5.3.1 | Liberalisierung des Gasmarktes | 50 |
| 5.3.2 | Entwicklungen im Gas-Großhandel, Take-or-pay-Verträge..... | 50 |
| 5.4 | Wettbewerb im Wiener Wärmemarkt?..... | 51 |
| 5.5 | Zwischenfazit zu den Entwicklungen in den Energiemärkten | 53 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 6. | TECHNISCHE ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN FÜR ERZEUGUNG, SPEICHERUNG UND NETZE..... | 55 |
| 6.1 | Photovoltaik..... | 55 |
| 6.2 | Solarthermie | 61 |
| 6.3 | Windkraft..... | 63 |
| 6.4 | Tiefengeothermie..... | 69 |
| 6.5 | Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung | 73 |
| 6.6 | Wärmepumpen | 75 |
| 6.7 | Fernkälte | 79 |
| 6.8 | Virtuelle Kraftwerke, demand und supply side management | 83 |
| 6.9 | Smart Grid | 86 |
| 6.10 | Power to gas | 87 |
| 6.11 | Speichertechnologien | 90 |
| 6.12 | Versorgung von Wien mit erneuerbaren Energien..... | 92 |
| 7. | ANSÄTZE ZUR FÖRDERUNG VON ENERGIEEFFIZIENZ UND ERNEUERBAREN ENERGIEN IN STÄDTEN UND KOMMUNEN | 95 |
| 8. | ENERGIEARMUT | 99 |
| 8.1 | Veranlassung | 99 |
| 8.2 | Armut..... | 99 |
| 8.3 | Energiearmut – Definition, Ursachen und Konsequenzen für die Betroffenen..... | 100 |
| 8.3.1 | Definition | 100 |
| 8.3.2 | Energiepreise und unzumutbarer Wohnkostenanteil | 100 |
| 8.3.3 | Höherer Energieverbrauch | 102 |
| 8.3.4 | Abschaltungen..... | 103 |
| 8.3.5 | Zwischenfazit..... | 104 |
| 8.4 | Auswege aus der Energiearmut | 104 |
| 8.5 | Maßnahmen gegen Energiearmut auf EU-Ebene und in anderen Mitgliedsstaaten..... | 105 |
| 8.6 | Energieeffizienzpaket des Bundes 2014-2020 | 105 |
| 8.7 | Handlungsmöglichkeiten von Energieversorgungsunternehmen | 106 |
| 8.8 | Wien Energie Ombudsstelle für soziale Härtefälle | 107 |
| 8.8.1 | Betreuung und Begleitung von KundInnen in sozialen Krisensituationen..... | 107 |
| 8.8.2 | Fallbeispiel: Alleinerziehend, geschieden, eines der Kinder chronisch krank..... | 109 |
| 8.8.3 | Ablauf der Betreuung..... | 110 |
| 8.8.4 | Weitere Leistungen | 110 |
| 8.9 | Fazit zu Energiearmut..... | 111 |
| 9. | FAZIT | 112 |
| 10. | QUELLENVERZEICHNIS | 115 |
| 11. | ANHANG | 128 |
| 11.1 | Anhang 1: Energieumwandlungsanlagen in Wien | 128 |
| 11.2 | Anhang 2: Vergleich Fernwärme in verschiedenen Städten und in Wien..... | 130 |
| 11.3 | Anhang 3: Stromverbrauch von Haushaltsgeräten | 131 |
| 11.4 | Anhang 4: Treibhausgasemissionen 1990-2010 nach Sektoren..... | 137 |

Abbildungen

| | |
|--|----|
| Abbildung 1.1: Einflüsse auf das Wiener Energiesystem | 2 |
| Abbildung 1.2: Einfluss der Stadt Wien auf das Wiener Energiesystem..... | 3 |
| Abbildung 1.3: Einfluss der STADT WIEN auf die WIENER STADTWERKE | 3 |
| Abbildung 1.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Wien 1990-2009 in CO ₂ - Äquivalenten..... | 5 |
| Abbildung 2.1: Verursacher der Treibhausgasemissionen (THG) in Österreich 2011 | 10 |
| Abbildung 2.2: Die Elemente der Energiekette quantitativ | 12 |
| Abbildung 2.3: Elemente eines Energiesystems von den Energiequellen über Energieträger bis zu den Energiedienstleistungen..... | 13 |
| Abbildung 3.1: Agropolis..... | 15 |
| Abbildung 3.2: Petropolis | 15 |
| Abbildung 3.3: Ecopolis..... | 16 |
| Abbildung 4.1: Energieflussbild Wien 2010, Stand 2011 | 18 |
| Abbildung 4.2: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 1993-2009..... | 20 |
| Abbildung 4.3: Vergleich Endenergieverbrauch nach Energieträgern (1993, 2009)..... | 21 |
| Abbildung 4.4: Aufteilung nach Nutzenergiearten bei den Endverbrauchern 1993-2009..... | 21 |
| Abbildung 4.5: Wärmeverbrauch (Raum- und Prozesswärme) nach Energieträgern 1993-2009 | 22 |
| Abbildung 4.6: Entwicklung der Wärmenutzung nach Sektoren 1993-2009 | 23 |
| Abbildung 4.7: Anzahl der Wohnungen in Wien nach Gebäudegröße, 1971-2009 | 24 |
| Abbildung 4.8: Verwendete Energieträger für Heizen für die Wohnungen in Wien, 1980-2004..... | 25 |
| Abbildung 4.9: Historische Entwicklung des Stromverbrauchs, 1993-2009 | 25 |
| Abbildung 4.10: Stromnutzungen in Privaten Haushalten 2009 | 26 |
| Abbildung 4.11: Ausstattung mit Geräten in den Wiener Haushalten 1993-2009..... | 27 |
| Abbildung 4.12: Gesamt-Jahresstromverbrauch von Geräten im Haushalt 1993-2009..... | 28 |
| Abbildung 4.13: Stand-by-Verluste bei verschiedenen elektrischen und elektronischen Geräten..... | 29 |
| Abbildung 4.14: Stromverbrauch von Klimatisierungsgeräten 1993-2009 | 30 |
| Abbildung 4.15: Wesentliche Produktionsstandorte im Versorgungsgebiet | 31 |
| Abbildung 4.16: Installierte Kapazitäten Wien Energie, Stand 2009 | 32 |
| Abbildung 5.1: Auswirkung der Liberalisierung: Übergang von historischen Durchschnittskosten zu Grenzkosten..... | 33 |
| Abbildung 5.2: Segmente von Strommärkten | 35 |
| Abbildung 5.3: Stromzukauf und entsprechende Preise eines EVU für einen bestimmten Zeitpunkt, z. B. in 2010; OTC = Over the Counter = Freiverkehr (außerbörslicher Handel) | 35 |
| Abbildung 5.4 : Teilmärkte für Strom in Europa, getrennt durch begrenzte Übertragungskapazitäten | 36 |
| Abbildung 5.5: Monatliche Strompreise Spotmarkt: EEX Mittel und EXAA Mittel (Österreich), PolPX (Polen), OTE (Tschechien), IPEX (Italien) | 37 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 5.6: Durchschnittliche jährliche Strompreise: Spotmarkt EEX Mittel und EXAA Mittel (Österreich), PolPX (Polen), OTE (Tschechien), IPEX (Italien) | 38 |
| Abbildung 5.7: Typische historische Merit Order-Angebotskurve auf einem Strommarkt zu einem bestimmten Zeitpunkt (inkl. Wasserkraft) | 39 |
| Abbildung 5.8: Preisbildung auf dem Spotmarkt bei hoher und niedriger Nachfrage..... | 39 |
| Abbildung 5.9: Merit Order-Angebotskurve auf einem Strommarkt mit zusätzlichen Windkapazitäten (inkl. Wasserkraft) zu Schwachlastzeiten an einem schönen Sommertag, basierend auf kurzfristigen Grenzkosten der Stromerzeugung für konventionelle Kapazitäten | 40 |
| Abbildung 5.10: Ausbau der erneuerbaren Energien in Mitteleuropa | 41 |
| Abbildung 5.11: Beispiel für den Einfluss von PV-Kapazitäten auf die Preisentwicklung im deutschen Strommarkt EEX am 22. Oktober 2011 | 42 |
| Abbildung 5.12: Entwicklung der Stromerzeugung aus Windkraft, PV und Wasserkraft über eine Woche im Sommer auf stündlicher Basis im Vergleich zur Nachfrage und daraus resultierende Strompreise am Spotmarkt mit Gesamtkosten für konventionelle Kapazitäten | 42 |
| Abbildung 5.13: Entwicklung der kumulierten PV-Kapazitäten in Deutschland (DE), Frankreich, (FR) Österreich (AT) und der Schweiz (CH) zwischen 2005 und 2011 | 43 |
| Abbildung 5.14: Gesamte (langfristige) und variable (kurzfristige) Grenzkosten der Stromerzeugung eines GuD-Kraftwerks in Abhängigkeit von den Volllaststunden pro Jahr | 44 |
| Abbildung 5.15: Entwicklung der Preisspreads im Spotmarkt im vierten Quartal 2008..... | 45 |
| Abbildung 5.16: Entwicklung der Preisspreads im Spotmarkt im vierten Quartal 2010..... | 45 |
| Abbildung 5.17: Preisentwicklung am Terminmarkt..... | 46 |
| Abbildung 5.18: Preise Phelix Baseload Year Futures Cal-13, (für 2013, Rot) und Cal-14 (für 2014, grau)..... | 46 |
| Abbildung 5.19: CO ₂ -Preis-Entwicklung im europäischen Markt..... | 48 |
| Abbildung 5.20: Preisentwicklung am Gas-Spotmarkt NCG von Juni 2011 bis Juli 2012 (Stand 17.6.2012) | 51 |
| Abbildung 5.21: Preisentwicklung am Gas-Terminmarkt für Lieferungen in 2013 von 2007 bis Juli 2012 (Stand 17.6.2012) | 51 |
| Abbildung 6.1: Entwicklung der PV-Systemkosten in Österreich und Wien für Anlagen zwischen 2 und 5 kW _p | 57 |
| Abbildung 6.2: Entwicklung der PV-Systemkosten in Österreich und Deutschland für Anlagen < 5 kW _p | 58 |
| Abbildung 6.3: Entwicklung der Stromerzeugungskosten von PV-Anlagen in Deutschland und Österreich für Anlagen zwischen 2 und 5 kW _p und „Grid Parity“ | 58 |
| Abbildung 6.4: Wachstum kommerzieller Windturbinen seit den 1980er Jahren | 64 |
| Abbildung 6.5: Ausbau der Windkraft in Österreich (Stand 2010) | 65 |
| Abbildung 6.6: Regionale Verteilung der Windkraft in Österreich (Stand 2010) | 66 |
| Abbildung 6.7: Landkarte (interaktiv) mit Windkraftanlagen in Wien und Umgebung..... | 68 |
| Abbildung 6.8: Bestand und realisierbare Potenziale von elektrischem Strom aus Windkraft in Österreich. | 68 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung 6.9: Windrad auf den Dach der Energy Base in Wien | 69 |
| Abbildung 6.10: Hydrothermale Geothermie..... | 70 |
| Abbildung 6.11: Aufbau einer Mikro-KWK-Anlage..... | 74 |
| Abbildung 6.12: Integration einer mKWK-Anlage in das Heiz- und Stromversorgungssystem eines Gebäudes..... | 75 |
| Abbildung 6.13: Funktionsweise einer Wärmepumpe..... | 76 |
| Abbildung 6.14: Vergleich von Wärmepumpen mit anderen Heizungssystemen | 77 |
| Abbildung 6.15: Grundstruktur Fernkälte..... | 80 |
| Abbildung 6.16 Absorptionstechnik in der Kältezentrale..... | 80 |
| Abbildung 6.17: Bau der Fernkältezentrale am Schottenring..... | 82 |
| Abbildung 6.18: Komponenten eines Smart Grids: Strom-, Gas-, Wärme- und Wassernetze gekoppelt mit intelligenter IT-Infrastruktur | 87 |
| Abbildung 6.19: Erste Pilotanlage der SolarFuel GmbH..... | 89 |
| Abbildung 6.20: Vergleich der Erzeugung von Windgas mit der Erzeugung von Biotreibstoffen..... | 89 |
| Abbildung 6.21: Kapazitäten der weltweit installierten Stromspeichertechnologien Stand 2010 | 91 |
| Abbildung 6.22: Prognosen für die Kostenentwicklungen von Energiespeichern bis circa 2019 (I) | 91 |
| Abbildung 6.23: Prognosen für die Kostenentwicklungen von Energiespeichern bis circa 2019 (II)..... | 92 |
| Abbildung 8.1: Langfristige Entwicklung der Energiepreise für österreichische Haushalte | 101 |
| Abbildung 8.2: Entwicklung der Energiepreise in den letzten 10 Jahren | 101 |
| Abbildung 11.1: Spezifischer Stromverbrauch pro Wohnung 2009 (ohne Heizen) | 131 |
| Abbildung 11.2: Spezifischer Stromverbrauch je Gerät bzw. Haushalt 1993-2009 | 132 |
| Abbildung 11.3: Endenergieverbrauch nach Sektoren 1993-2009 | 133 |
| Abbildung 11.4: Raumwärmeentwicklung alle Sektoren 1993-2009 | 134 |
| Abbildung 11.5: Entwicklung des Fernwärmebedarfs aufgeschlüsselt in Heizen gesamt und Warmwasser für Private Haushalte 1993-2009 | 135 |
| Abbildung 11.6: Raumwärmeentwicklung für Private Haushalte 1993-2009..... | 136 |
| Abbildung 11.7: Treibhausgasemissionen 1990-2011. Überblick Sektoren Klimastrategie..... | 137 |

Tabellen

| | |
|--|-----|
| Tabelle 5-1: Energiebörsen des Westeuropäischen Markts | 37 |
| Tabelle 5-2: Liberalisierungseffekte für Gewerbe und Haushalte 2001-2009 (Mrd. €) | 50 |
| Tabelle 6-1: Bestand und Potenziale zur Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien in Wien | 93 |
| Tabelle 7-1 Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien: Anforderungen an Gebäude und Geräte | 96 |
| Tabelle 7-2: Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien: Information, Kommunikation, Beratung | 96 |
| Tabelle 7-3: Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien: Finanzierung und andere ökonomische Ansätze | 97 |
| Tabelle 8-1: Zahlen zu Armut in Österreich und Wien (2009/2010)..... | 100 |
| Tabelle 8-2: Wien Energie: Kriterien für die Definition von „sozialen Härtefällen“ (mindestens drei Punkte müssen zutreffen)..... | 108 |
| Tabelle 11-1: Kraftwerke und Verbrennungsanlagen im Großraum Wien im Eigentum von Wien Energie | 128 |
| Tabelle 11-2: Vergleich Wien Energie mit Fernwärmeunternehmen in anderen europäischen Städten | 130 |
| Tabelle 11-3: Änderungsraten des Endenergieverbrauchs nach Sektoren (2009 im Vergleich zu 1993) | 133 |

1. EINLEITUNG

1.1 Motivation

Der Vorstand der Wiener Stadtwerke hat 2011 einen Nachhaltigkeitsbeirat eingerichtet, damit dieser mit konstruktiven Kommentaren, Informationen und Empfehlungen zur weiteren Verbesserung der Nachhaltigkeitsstrategie und Nachhaltigkeitsperformance des Wiener Stadtwerke Konzerns beiträgt. In diesem Nachhaltigkeitsbeirat sind anerkannte Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Bereichen wie etwa Energiewirtschaft, Verkehrs- und Stadtplanung, Umwelt, Soziales und Philosophie vertreten.

Die wichtigsten drängenden Herausforderungen, denen sich Politik und Gesellschaft derzeit weltweit stärker als je zuvor stellen, sind:

- die kontinuierliche Abnahme an konzentriert vorhandener Energie, insbesondere von Öl und Gas, und der Kampf um deren Verteilung,
- die Begrenzung des Klimawandels samt der internationalen Verpflichtungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen,
- die Umstrukturierung und Re-Organisation der Energiemärkte.

Aufgrund dieser Herausforderungen und in Anbetracht der Rolle, die die Wiener Stadtwerke für die Entwicklung von Lösungsbeiträgen in Wien spielen, hat der Nachhaltigkeitsbeirat im Juni 2011 beschlossen, sich als erstes mit Fragen bezüglich der zukünftigen Ausgestaltung des Energiesystems der Stadt Wien zu befassen. Die vorliegende Studie dient als Informationsgrundlage für den Nachhaltigkeitsbeirat (eine Kurzfassung¹ steht unter www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at zur Verfügung). Dafür werden in dieser Studie unter anderem präsentiert

- die Anforderungen an eine nachhaltige Ausgestaltung eines städtischen Energiesystems,
- die Ausgangssituation in Wien,
- relevante Entwicklungen auf den Energiemärkten,
- relevante Optionen technischer und anderer Art und
- Ansätze zu Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien in Städten.

Zu ausgewählten Fragestellungen wie die Energiemärkte², den Ansätzen zu Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien in Städten³ sowie Energiearmut⁴ wurden ausführlichere Betrachtungen ausgekoppelt und gesondert veröffentlicht.

¹ Reinhard Haas, Demet Suna, Thomas Loew, Barbara Zeschmar-Lahl (2013): Optionen für die Gestaltung des Wiener Energiesystems der Zukunft – Kurzfassung. Wien 2013

² Reinhard Haas, Thomas Loew (2012): Die Auswirkungen der Energiewende auf die Strommärkte und die Rentabilität von konventionellen Kraftwerken.

³ Demet Suna, Reinhard Haas, Thomas Loew, Friederike Rohde, Barbara Zeschmar-Lahl (2013): Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien bei Endverbrauchern – Internationale Beispiele von Städten und Stadtwerken.

⁴ Wiener Stadtwerke (2013b): Herausforderung Energiearmut und der Beitrag der Wiener Stadtwerke. Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung Nr. 8.

1.2 Strukturen, die das Wiener Energiesystem beeinflussen

Um Handlungsoptionen auf verschiedenen Ebenen der politischen und unternehmerischen Entscheidungsfindung vorschlagen zu können, ist es zunächst wichtig, die Einflussbereiche und -strukturen zu identifizieren.

Die folgenden Abbildungen geben einen Eindruck, wie das Wiener Energiesystem von der Stadt Wien beeinflusst wird. Dieser Zusammenhang soll hier betont werden, weil beide Akteure im engen Austausch stehen. Natürlich beeinflussen auch andere Akteure und Einflussfaktoren wie etwa der Bund, die EU und Marktentwicklungen die Gestaltung des Energiesystems.

Abbildung 1.1 verdeutlicht, dass die Stadt Wien direkt und indirekt über die Wiener Stadtwerke auf die Gestaltung des Wiener Energiesystems einwirkt.

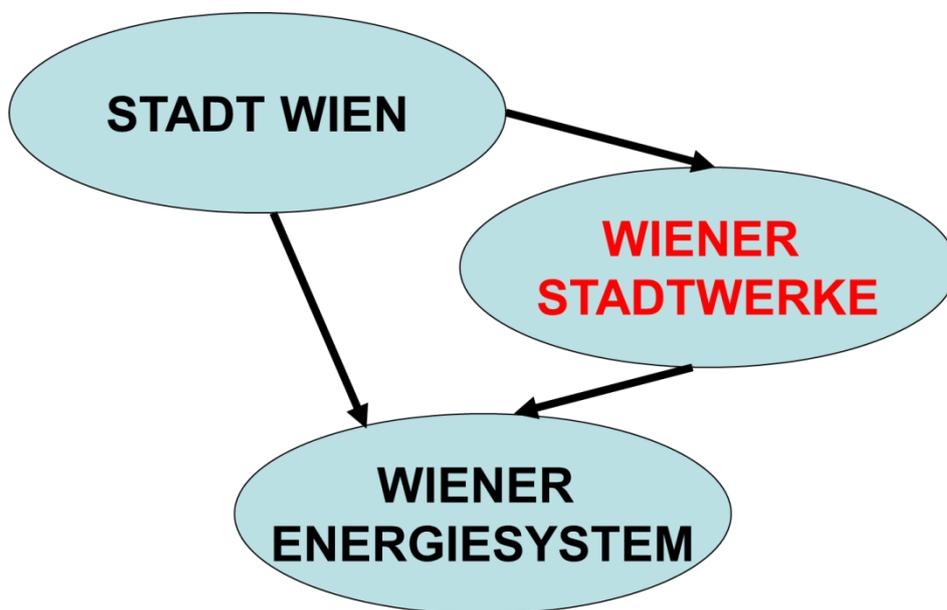


Abbildung 1.1: Einflüsse auf das Wiener Energiesystem
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 1.2 zeigt, wie die Stadt Wien das Wiener Energiesystem – z.B. über Programme zur Gebäudesanierung (THEWOSAN), Förderung erneuerbarer Energie-Technologien (EET) und Wirtschaftskonzepte – direkt beeinflusst. Darüber hinaus spielen politische Ziele, wie im Klimaschutzprogramm (KliP), im Städtischen Energieeffizienzprogramm (SEP), im Stadtentwicklungsplan (STEP) und im Renewable Energy Programm (REP), dokumentiert, ebenfalls eine wichtige Rolle.

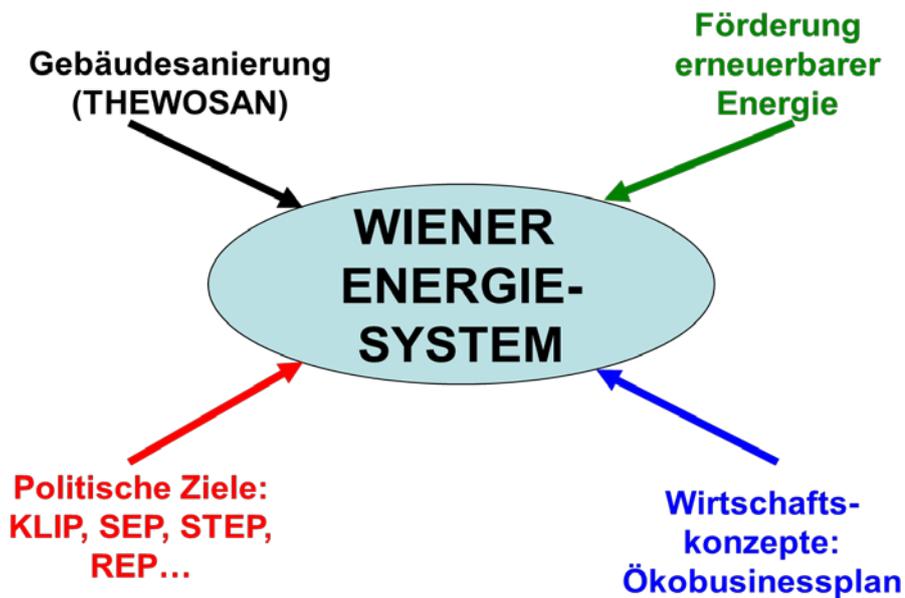


Abbildung 1.2: Einfluss der Stadt Wien auf das Wiener Energiesystem

Quelle: Eigene Darstellung

Schließlich beschreibt Abbildung 1.3, welchen Einfluss die Stadt Wien auf die Wiener Stadtwerke in Bezug auf das Energiesystem ausübt. Die Stadt setzt den Wiener Stadtwerken im Wesentlichen ökonomische, legislative, soziale und ökologische Randbedingungen.

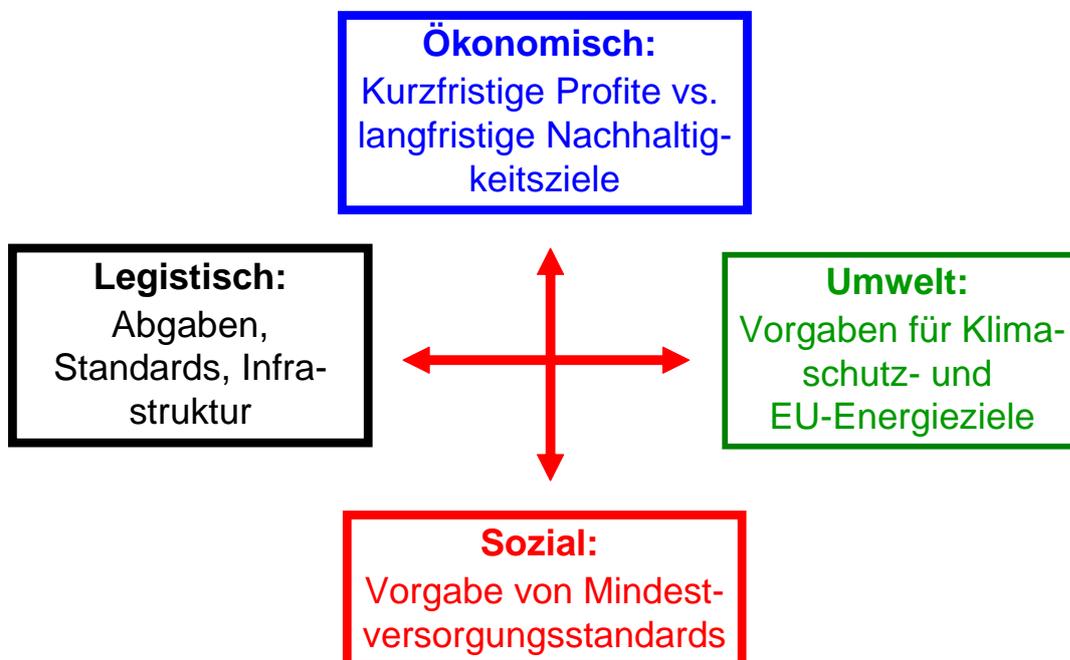


Abbildung 1.3: Einfluss der STADT WIEN auf die WIENER STADTWERKE

Quelle: Eigene Darstellung

1.3 Zentrale Fragestellungen

Wie bereits erwähnt, stehen Energieversorgungsunternehmen vor sich ständig ändernden ökologischen, ökonomischen und legislativen Randbedingungen. Die Energieversorgung ist darüber hinaus durch auf lange Zeiträume ausgelegte Infrastrukturen und durch entsprechend langfristige Auswirkungen von Investitionsentscheidungen gekennzeichnet.

Investitionen in den Kraftwerkspark, in Netze und Speicher sind mit hohen Investitionssummen und mit Lebensdauern von 20 bis 40 Jahren verbunden. Darüber hinaus liegt die im liberalisierten Markt akzeptierte Amortisationsdauer für Kraftwerke bei zehn bis fünfzehn Jahren. Das ist weniger als vor der Marktliberalisierung, aber noch höher als bei den meisten Investitionsprojekten in anderen Branchen. Ähnliches gilt für Investitionen in die Strom-, Gas- und Fernwärmenetze. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass aufgrund begrenzter Mittel Gelder, die in ein Projekt (z.B. zum Ausbau eines Netzes) investiert werden, für ein anderes, etwa zu Wind- oder Solarkraft, nicht mehr verfügbar sind. Somit werden durch die heutigen Investitionsentscheidungen die Strukturen des Energiesystems für die kommenden 20 bis 30 Jahre festgelegt – aufgrund von Pfadabhängigkeiten wohl auch noch darüber hinaus.

In den vergangenen Jahren hat die Bevölkerung der Stadt Wien stetig zugenommen, und auch für die Zukunft wird von einem weiteren Bevölkerungswachstum ausgegangen. Die Bevölkerungszunahme führte bislang auch zu einer Zunahme des Stromverbrauchs. Dieser wurde sowohl durch verstärkte Zukäufe von Strom als auch durch den Ausbau der Erzeugungskapazitäten (z.B. 2001 Kraftwerk Donaustadt, 2006 Biomassekraftwerk Simmering, 2010 Repowering Kraftwerk Simmering I) abgedeckt.

Dadurch und auch aufgrund der kontinuierlichen Wartung und Verbesserung der Energienetze hat Wien Energie seit Jahrzehnten die Stadt Wien praktisch unterbrechungsfrei⁵ mit Strom, Gas und Wärme versorgt.

Allerdings basiert die Energieversorgung Wiens zum überwiegenden Teil auf fossiler Erzeugung; diese verursacht hohe direkte Emissionen von jährlich rund 3 Millionen Tonnen⁶ an fossilem CO₂. Die Klimaschutzziele von Österreich sind somit auch für die Wiener Stadtwerke von Bedeutung. Hier ist jedoch festzustellen, dass Österreich seine international vereinbarten Klimaschutzziele bis 2012 nicht beziehungsweise nur unter Hinzurechnung von JI/CDM-Projekten wird erreichen können⁷.

In Wien sind die direkten Emissionen an Treibhausgasen (fossiles CO₂, Methan, Lachgas, weitere berichtspflichtige Treibhausgase) seit 1990 sogar angestiegen. Hierfür waren die direkten Emissionen aus dem Verkehr ausschlaggebend, wenngleich hier seit 2005 auch wieder Rückgänge zu verzeichnen sind (Abbildung 1.4).

Auch die direkten Emissionen aus der Energieversorgung (Strom samt Fernwärme) haben zugenommen, die direkten Emissionen der Kleinverbraucher (vorwiegend

⁵ Die Unterbrechungen sind sehr gering. Im internationalen Vergleich ist die Unterbrechungsfreiheit in Wien überdurchschnittlich gut.

⁶ 3.173.295 t CO₂ im Geschäftsjahr 2009/10, 2.859.483 t CO₂ im Geschäftsjahr 2010/11.

⁷ Im Jahr 2011 beliefen sich die Treibhausgasemissionen in Österreich auf 82,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. Das Kyoto-Ziel von maximal 68,8 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen konnte nur unter Berücksichtigung der Beiträge aus dem JI/CDM-Programm (-13,7 Mio. t) erreicht werden [Umweltbundesamt Österreich (2013)].

dezentrale Gas-, Öl-, Kohleheizung) waren hingegen rückläufig. Fasst man Stromerzeugung und Wärmeversorgung zusammen, dann sind die direkten Emissionen hier leicht rückläufig. Dieser Rückgang ist aber noch lange nicht ausreichend, um die Klimaschutzziele der Stadt Wien zu erreichen. Dass hierfür auch der Bevölkerungszuwachs in Wien ursächlich ist, ändert nichts am Handlungsbedarf.

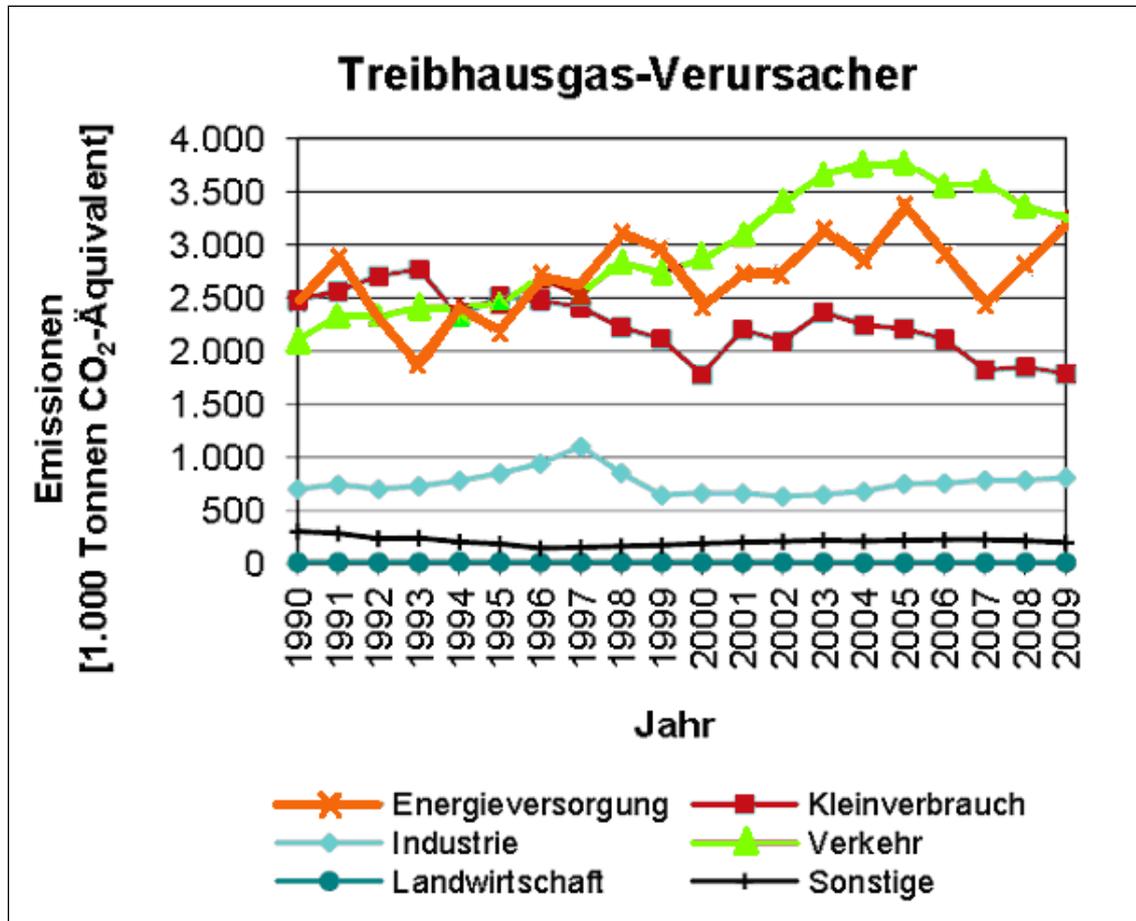


Abbildung 1.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Wien 1990-2009 in CO₂-Äquivalenten⁸
 Quelle: Umweltbundesamt Österreich (2011)

Für die Zukunft müssen, wenn gravierende Veränderungen unseres Klimas vermieden werden sollen, noch deutlich anspruchsvollere Klimaschutzziele erfüllt werden. Ob dies gelingt, hängt natürlich auch vom Verhalten der internationalen Völkergemeinschaft ab. Jedoch tragen die industrialisierten Länder in Anbetracht ihrer bereits hohen und lang anhaltenden Energieverbräuche eine besondere Verantwortung. Dies wird z.B. von der EU durch anspruchsvolle Zielsetzungen (20-20-20-Ziele, 2 Grad-Ziel) anerkannt. Auch die Stadt Wien ist gefordert, hierzu ihren Beitrag zu leisten.

Neben der Herausforderung Klimaschutz stellt sich auch die Frage, ob die Versorgung mit Erdgas in Zukunft ebenso zuverlässig sein wird wie bislang, und wie sich die Preise für diesen Energieträger entwickeln werden.

⁸ Da Treibhausgase unterschiedlich stark zum Treibhauseffekt beitragen, werden die Emissionen oftmals auf die Wirkung von einer Tonne fossilen CO₂ umgerechnet – also in CO₂-Äquivalenten (CO₂-Äq.) ausgedrückt.

Mithin ist es offensichtlich, dass bei Fortführung des bisherigen Ausbaupfads von fossilen Erzeugungsanlagen die Zielsetzungen im Bereich Klimaschutz definitiv nicht erreicht werden, und es ist unsicher, ob bei einer stark auf Erdgas basierten Energieversorgung die Versorgungssicherheit auch in 15 oder 20 Jahren noch ebenso gut gewährleistet ist wie heute.

Somit stellt sich die Frage, wie das Energiesystem der Stadt Wien ausgestaltet werden kann, um die anscheinend teilweise in Konflikt stehenden Zielsetzungen – Versorgungssicherheit, Klimaschutz, unterbrechungsfreie und bezahlbare Energieversorgung – zu erfüllen. Dabei spielen ökonomische, technische und soziale Gesichtspunkte eine zentrale Rolle.

Diese Frage kann in der vorliegenden Studie nicht umfassend beantwortet werden, dazu ist die Fragestellung zu komplex. Um sich einer Beantwortung zu nähern und um sicherzustellen, dass durch Fehlinvestitionen nicht der Weg in die Zukunft verbaut wird, sind Antworten auf folgenden Fragestellungen wichtig⁹:

1. Wie können die Wiener Stadtwerke und die Stadt Wien dazu beitragen, dass die Nutzung von erneuerbaren Energien für Wien ausgebaut wird?
2. Wie können die Wiener Stadtwerke zur Senkung des Energiebedarfs in Wien beitragen und wie lassen sich dafür Geschäftsmodelle entwickeln?
3. Welche Möglichkeiten, das Energiesystem zukunftsfähig zu gestalten, eröffnen sich durch neue Technologien im Bereich erneuerbare Energien, Energiespeicherung und im Bereich Energieeffizienz?
4. Welche Implikationen ergeben sich für den Aus- und Umbau der Energienetze?
5. Welche Anforderungen sind an das zukünftige Energiesystem zu stellen? (Somit auch: Welche Aspekte sind bei Entscheidungen über Investitionen in Erzeugungsanlagen, Netze, neue Geschäftsmodelle sowie seitens der Politik bei der Anpassung von rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen?)

Der Spielraum der Wiener Stadtwerke wird dabei stark durch die rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen beeinflusst. Viele Vorgaben werden inzwischen auf EU-Ebene festgesetzt und von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt. Es bleibt aber für die Stadt Wien ein Handlungsspielraum im Bereich von Programmen, Aktionsplänen und Verordnungen. Ebenso ist offensichtlich, dass die Wiener Stadtwerke durch ihre Aktivitäten auch zukünftige Handlungsspielräume für die Gestaltung des Energiesystems beeinflussen. Somit besteht eine deutliche Wechselwirkung zwischen der staatlichen und städtischen Rahmensetzung und dem Handeln der Wiener Stadtwerke, die sich im Ergebnis auf die Ausgestaltung des Energiesystems auswirkt.

Wichtig ist, dass erste Schritte zur Neuausrichtung des Energiesystems möglichst umgehend getätigt werden. Denn es gilt, klare Zeichen zu setzen, die das erforderliche Umdenken beschleunigen. Zudem leisten die Investitionen der Wiener Stadtwerke in Wien einen wichtigen Beitrag zum Erhalt von Arbeitsplätzen. Ein längerer Investitionsstopp zum Nachdenken kommt also nicht in Betracht. Daher stellt sich auch die Frage, welche ganz konkreten Maßnahmen umgehend angegangen werden können.

⁹ Anmerkung. Es ist nicht und kann nicht Aufgabe dieser Studie sein, diese Fragen umfassend zu beantworten. Einige Ideen und Anregungen dazu und vor allem, in welche Richtungen gedacht werden könnte, finden sich allerdings in dieser Arbeit.

Soweit zu den Fragestellungen, die sich derzeit aufdrängen und die in dieser Studie behandelt werden. Da der Nachhaltigkeitsbeirat mit Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Bereichen besetzt ist, ist es auch erforderlich, die grundlegenden Eckpunkte des derzeitigen Energiesystems von Wien zu skizzieren.

1.4 Aufbau der Studie

Im Kapitel 2 werden die wichtigsten Grundlagen von Energiesystemen dokumentiert.

Kapitel 3 geht etwas spezifischer auf die diesbezüglichen Charakteristika von Städten ein.

Im Kapitel 4 werden diese für das Energiesystem der Stadt Wien präzisiert. Es werden die wichtigsten Eckpfeiler der historischen Entwicklungen des Wiener Energiesystems dokumentiert.

Daran anschließend wird in Kapitel 5 der Einfluss der internationalen Energiemärkte auf das Wiener Energiesystem diskutiert. Dies ist speziell im Bereich der Stromversorgung, aber auch in Bezug auf die Versorgung mit Erdgas relevant.

Im Kapitel 6 erfolgt ein Ausblick auf die technischen Zukunftsperspektiven. Wir analysieren, welche technischen Zukunftsoptionen existieren und welche Bedeutung diese für Wien haben können.

Ansatzpunkte zur Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien bei Privathaushalten und Unternehmen sind in Kapitel 7 skizziert und ausführlich im Anhang dokumentiert.

Dem zunehmend Aufmerksamkeit gewinnenden Thema der „Energiearmut“ ist Kapitel 8 gewidmet.

Das Fazit schließt die Arbeit ab, die Empfehlungen werden gesondert übermittelt.

2. NACHHALTIGE ENERGIESYSTEME – WICHTIGE GRUNDLAGEN

In diesem Kapitel skizzieren wir die wichtigsten Grundlagen für Nachhaltige Energiesysteme. Wir beschreiben zunächst die Anforderungen, dann das Modell „Energieketten“ und schließlich das zugrunde gelegte Verständnis von Energiesystemen.

2.1 Anforderungen an die Energieversorgung aus Sicht von Daseinsvorsorge und Nachhaltigkeit

Anforderungen an die Energieversorgung wurden bereits mehrfach von Seiten der Wissenschaft und der Politik entwickelt [z.B. Europäische Kommission (2004), Europäische Kommission (2010)].

Auch die Wiener Stadtwerke haben im Rahmen des Nachhaltigkeitsmanagements die Anforderungen aus Sicht der Daseinsvorsorge und des Klimaschutzes dokumentiert [Wiener Stadtwerke (2008a), (2008b), (2008c)] und ihre diesbezüglichen Leistungen mehrfach in Nachhaltigkeitsberichten [z.B. Wiener Stadtwerke (2010)] und dem Nachhaltigkeitsportal dargelegt [Wiener Stadtwerke (2012)].

Betrachtet man diese diversen fachlich ausgearbeiteten Vorgaben, so lassen sich folgende gesellschaftliche Anforderungen an die Energieversorgung erkennen:

- Versorgungssicherheit – dauerhaft, unterbrechungsfrei, resilient
- Wettbewerbsverträglichkeit
- Wirtschaftliche Impulse
- Soziale Verträglichkeit
- Klimaverträglichkeit
- Umweltverträglichkeit
- Anpassungsfähigkeit an Klimawandel

Diese gesellschaftlichen Anforderungen werden im Folgenden näher erläutert.

Versorgungssicherheit – dauerhaft, unterbrechungsfrei, resilient

Die von den BürgerInnen und Institutionen benötigten Energieträger sollen dauerhaft und möglichst unterbrechungsfrei zur Verfügung gestellt werden. Zur Sicherstellung der dauerhaften Versorgung gehören beispielsweise die Zuverlässigkeit der Lieferländer von Gas, Erdöl und Kohle sowie der jeweiligen Transitländer. Auch die Zuverlässigkeit der verwendeten Technologien (z.B. Tiefseebohrungen) und die Reichweite der Ressourcen (Peak Oil) spielen eine wichtige Rolle. Unterbrechungsfreiheit bezieht sich auch auf die Versorgungsnetze. Hier ist absolute Unterbrechungsfreiheit praktisch nicht möglich. Aufgrund von Baumaßnahmen, Unwetter, technischen Defekten in Versorgungsnetzen kommt es immer wieder zu Unterbrechungen. Entscheidend ist, dass diese Unterbrechungen möglichst selten sind. Hinzu kommt dass die Sensibilität vom Energieträger abhängt. Bei der Stromversorgung führen bereits sehr kurzfristige Unterbrechungen zu Problemen, bei Fernwärme können Unterbrechungen im Bereich von Stunden gut verkraftet werden. In längeren weiträumigen Stromausfällen werden Gefahren für die öffentliche Sicherheit gesehen. Diskutiert wird auch die Anfälligkeit für externe Störungen z.B. aufgrund von Unwettern oder böswilligen Angriffen (Cyber-

Angriffe, physische Zerstörung von Anlagen oder Leitungen) [z.B. FTD (12.11.2011)]. In diesem Zusammenhang wird auch die Resilienz als wichtiger Aspekt von Versorgungssicherheit gesehen. Unter Resilienz wird die Fähigkeit, Störungen schnell zu verkraften, verstanden – mithin also die schnelle Wiederherstellung der Energieversorgung nach Störungen [Deutscher Bundestag (2011)].

Wettbewerbsverträglichkeit

Die Kosten für Energie werden traditionell als wichtiger Wettbewerbsfaktor für die Wirtschaft angesehen. Aufgrund des Wandels hin zu größeren Dienstleistungsanteilen ist die Bedeutung von Energiekosten zum Teil gesunken. Für energieintensive Branchen, wie etwa die Schwerindustrie und Teile der chemischen Industrie, ist jedoch die Höhe der Energiekosten weiterhin ein wichtiger Wettbewerbsfaktor. In energieintensiven Branchen – aber auch nur dort – kommt es immer wieder vor, dass Entscheidungen über Produktionsstandorte an Energiekosten fest gemacht werden.

Wirtschaftliche Impulse

Die wirtschaftlichen Impulse, die von den Investitionen in Energieanlagen ausgehen, werden in der Literatur nicht als Teil der gesellschaftlichen Anforderungen an die Energieversorgung benannt. Dennoch werden wirtschaftliche Impulse von der Politik und mindestens von den in den betreffenden Branchen beschäftigten Bürgerinnen und Bürgern gewünscht. Dementsprechend werden immer wieder Studien beauftragt, die die regionale Bedeutung von Investitionen in konventionelle Kraftwerke oder in Erneuerbare Energien untersuchen [z.B. Prognos (2007), Prognos (2010), Fritz und Streicher (2010)]. Auch der Ausbau von Netzen und Umspannwerken¹⁰ setzt positive Impulse.

Soziale Verträglichkeit

In den Arbeiten zur Daseinsvorsorge [z.B. Wiener Stadtwerke (2008a)] wird hinsichtlich der sozialen Verträglichkeit unter anderem auch die Zugänglichkeit für Personengruppen mit eingeschränkten Finanzmitteln genannt. Bei Personen mit eingeschränkten Finanzmitteln sind die Energiepreise, der Umgang mit unpünktlicher Bezahlung und Unterstützungen durch die öffentliche Hand wichtige Themen. In Ländern ohne oder mit nur schwachen Sozialsystemen wirken sich steigende Energiepreise gravierend auf die sozial schwachen Haushalte aus. In Ländern mit gut funktionierenden Sozialsystemen werden die Sozialsysteme durch steigende Preise stärker beansprucht. Bei kurzfristigen Preiserhöhungen ist zu beobachten, dass die Sozialsysteme nicht rechtzeitig „nachziehen“ und die Probleme der sozial schwachen Haushalte sich dadurch verschärfen.

Klimaverträglichkeit

Der Klimawandel wird überwiegend von CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen verursacht. Weitere Treibhausgase sind unter anderem Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) oder fluorierte Gase (F-Gase). In Österreich stellen CO₂-Emissionen rund 85 % der gesamten Treibhausgasbelastungen dar. Trotz des hohen

¹⁰ Zum Beispiel wurden beim Umspannwerk Schwechat 60 % der Investitionssumme in der Region ausgegeben.

Anteils von Wasserkraft an der Stromerzeugung ist in Österreich auch in 2011 die Energieaufbringung mit 14,0 Mio. t CO₂-Äq. nach Industrie/Gewerbe (24,5 Mio. t) und Verkehr (21,8 Mio. t) der drittgrößte Verursacher der nationalen Treibhausgasemissionen [Umweltbundesamt Österreich (2013), UBA (D) (2012)]. Rechnet man die Emissionen zur Bereitstellung von Raumwärme (circa 10,7 Mio. t CO₂-Äq.) hinzu, dann verursacht der Bereich Energieerzeugung und -versorgung auch hierzulande den größten Anteil der Treibhausgasemissionen.

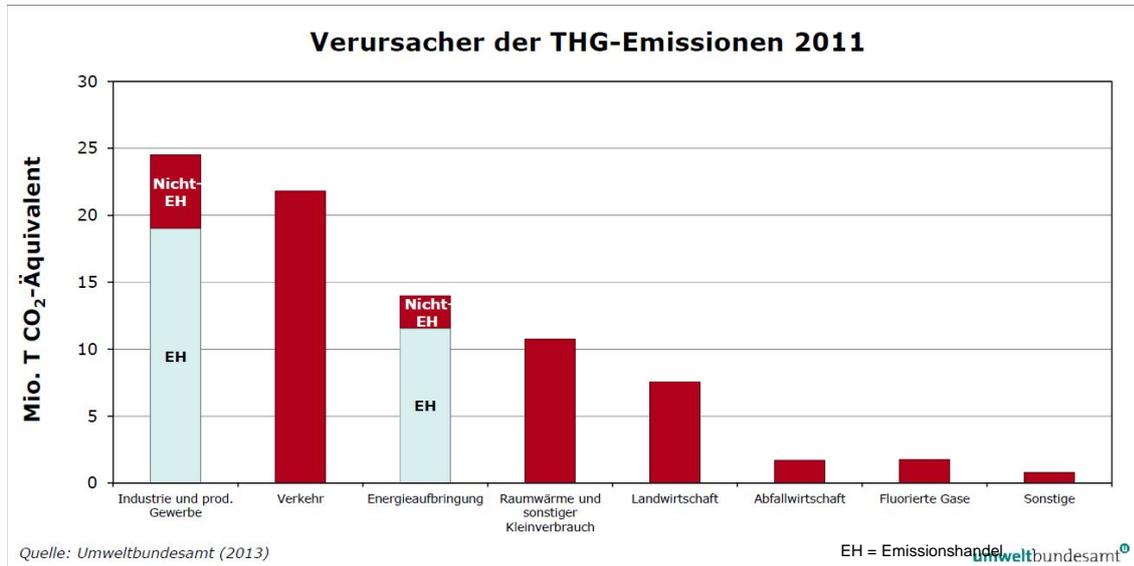


Abbildung 2.1: Verursacher der Treibhausgasemissionen (THG) in Österreich 2011

Quelle: Umweltbundesamt Österreich (2013)

Umweltverträglichkeit

Die Beeinträchtigungen der Umwelt durch Energieversorgung und Energieverbrauch sind vielfältig. Bereits bei der Förderung, Weiterverarbeitung und dem Transport von fossilen Energieträgern und Kernbrennstoffen wird die Umwelt erheblich, zum Teil gravierend, belastet. Zudem bestehen Risiken bedeutenden Ausmaßes hinsichtlich Umweltkatastrophen ausgelöst etwa durch Tankerunglücke, Unfälle mit Öl- oder Gasaustritten bei Bohrseln oder defekten Leitungen. Teilweise verursacht auch Biomasse erhebliche Umweltprobleme in der Vorkette, etwa wenn Energiepflanzen mit intensiver Landwirtschaft – d.h. Einsatz von Pestiziden und synthetischen Stickstoffdüngern¹¹ – erzeugt werden, oder wenn bislang nicht genutzte, Kohlenstoffreiche Flächen umgebrochen werden (direkte oder indirekte Landnutzungsänderung, dLUC/iLUC) oder wenn Biomasse über größere Entfernungen transportiert werden muss. Zwar nicht in Österreich, aber in anderen Ländern kommt beim Biomasseanbau auch Gentechnik mit all ihren Risiken zum Einsatz [Eckerstorfer et al. (2010)]. Bei der Erzeugung von Strom und Fernwärme werden je nach Technologie und Brennstoff Emissionen von Luftschadstoffen (z.B. NO_x, SO_x) und Feinstaub frei gesetzt. Weitere Aspekte der Umweltverträglichkeit von Energiesystemen können unter anderem Auswirkungen auf den Boden, den Wasserhaushalt und auf die Biodiversität sein.

¹¹ Stickstoffdünger werden teilweise zu Lachgas (= Distickstoffoxid (N₂O)) umgewandelt, dessen Treibhauspotenzial knapp 300 mal so hoch ist wie das von fossilem CO₂.

Anpassungsfähigkeit an Klimawandel

In Anbetracht dessen, dass die Folgen des Klimawandels bereits jetzt erkennbar und nicht gänzlich aufzuhalten sind, müssen bei langfristigen Investitionen etwaige Implikationen durch klimatische Veränderungen berücksichtigt werden. Anzusprechen sind hier z.B. wärmere Sommermonate, Trockenheit, Zunahme von Unwettern. In der ZEIT (14.10.2012) wird sogar über massive Klimaveränderungen berichtet.

Herausforderungen aus Sicht des Energieversorgers

Neben diesen gesellschaftlichen Anforderungen an die Energieversorgung stellen die Energieversorger selbst ebenfalls Anforderungen an einzelne Technologien und Optionen. Hier sind insbesondere die Aspekte Rentabilität, Geschäftsmodell und Sicherheit von Investitionen zu nennen. Damit hängen einige weitere Anforderungen wie z.B. die Verfügbarkeit von Knowhow im Unternehmen oder Synergiepotenziale mit anderen Geschäftsfeldern zusammen. Mit Blick auf das Thema Wettbewerbsfähigkeit müssen also zwei Perspektiven, nämlich die volkswirtschaftliche und die betriebswirtschaftliche, unterschieden werden.

2.2 Energie(umwandlungs)ketten: Von der Primärenergie zur Energiedienstleistung

Nur in wenigen Fällen, wie bei der traditionellen Nutzung der Wasserkraft (Wassermühlen) und des Windes (Segelschiffe, Windmühlen), der geothermischen Energienutzung und der thermischen Nutzung der Solarenergie, steht die Energie bereits in transienten Formen bereit, sodass direkt mit Hilfe einer Anwendungstechnologie Energiedienstleistungen (z.B. Mobilität, Raumwärme) bereit gestellt werden. In den meisten Fällen kann ein Primärenergieträger jedoch erst nach einem oder mehreren Umwandlungsschritten genutzt werden.

Dies führt zum Begriff der Energieumwandlungsketten. Mit ihrer Hilfe lässt sich das Problem verdeutlichen, dass bei Umwandlungsschritten jeweils Energie verloren geht. Dies ist in der Regel umso gravierender, je länger die Umwandlungsketten sind, was gerade bei den derzeitigen Energieträgern leider meist der Fall ist (vgl. Abbildung 2.2). Daher wird auch vorgeschlagen, sich nicht nur zu bemühen, Energieträger (Strom, Wärme) möglichst klimaschonend, sicher und kostengünstig zu Verfügung zu stellen, sondern auch darüber nachzudenken, ob die gewünschte Energiedienstleistung auf einem anderen Weg bereitgestellt werden kann.

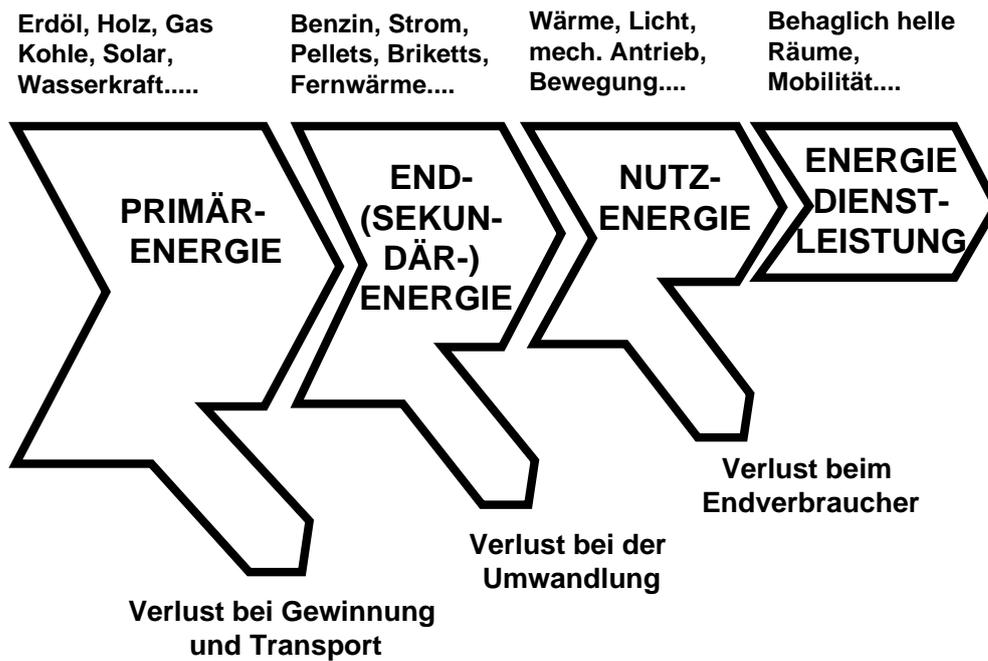


Abbildung 2.2: Die Elemente der Energiekette quantitativ
Quelle: Eigene Darstellung

2.3 Definition „Energiesystem“

Die Energieversorgung einer modernen Stadt wird nicht durch einzelne, voneinander unabhängige Module, sondern durch ein System aufeinander abgestimmter Teilsysteme realisiert. Aus diesem Grund wird in der Studie der Begriff „Energiesystem“ verwendet.

Wir verstehen unter einem Energiesystem die Verknüpfung, Verkettung, Interaktion und Kombination von Energieketten innerhalb von klar definierten Systemgrenzen [vgl. Nakicenovic und Haas (2011)]. Das heißt, ein Energiesystem umfasst innerhalb bestimmter Systemgrenzen alle Flüsse, Umwandlungen und Nutzungen verschiedener Energiequellen und -träger (vgl. Abbildung 2.3). Energiesysteme können auf verschiedenen Aggregationsniveaus beschrieben werden: Gebäude, Siedlung, Region, Stadt etc. Zu beachten ist, dass alle Energiesysteme offene Systeme sind. Energiesysteme können in Form von Energieflussbildern oder Energiebilanzen dargestellt werden, vgl. Abb. 4.1.

Das Energiesystem einer Stadt umfasst alle technischen Anlagen im Stadtgebiet zur Energieerzeugung, Energieübertragung, Energiespeicherung und daran angeschlossene Anlagen, in denen diese Energie verwendet wird. Zu dem Energiesystem einer Stadt zählen wir zudem auch Anlagen außerhalb des Stadtgebiets, die vorwiegend oder ausschließlich zur Bereitstellung und Speicherung von Energie für Anlagen im Stadtgebiet oder zu deren Steuerung verwendet werden.

Dieses Energiesystem ist gemeint, wenn vom Energiesystem der Stadt Wien gesprochen wird. Wenn im Plural, also von Energiesystemen der Stadt Wien gesprochen wird, dann sind Teile dieses Energiesystems gemeint.

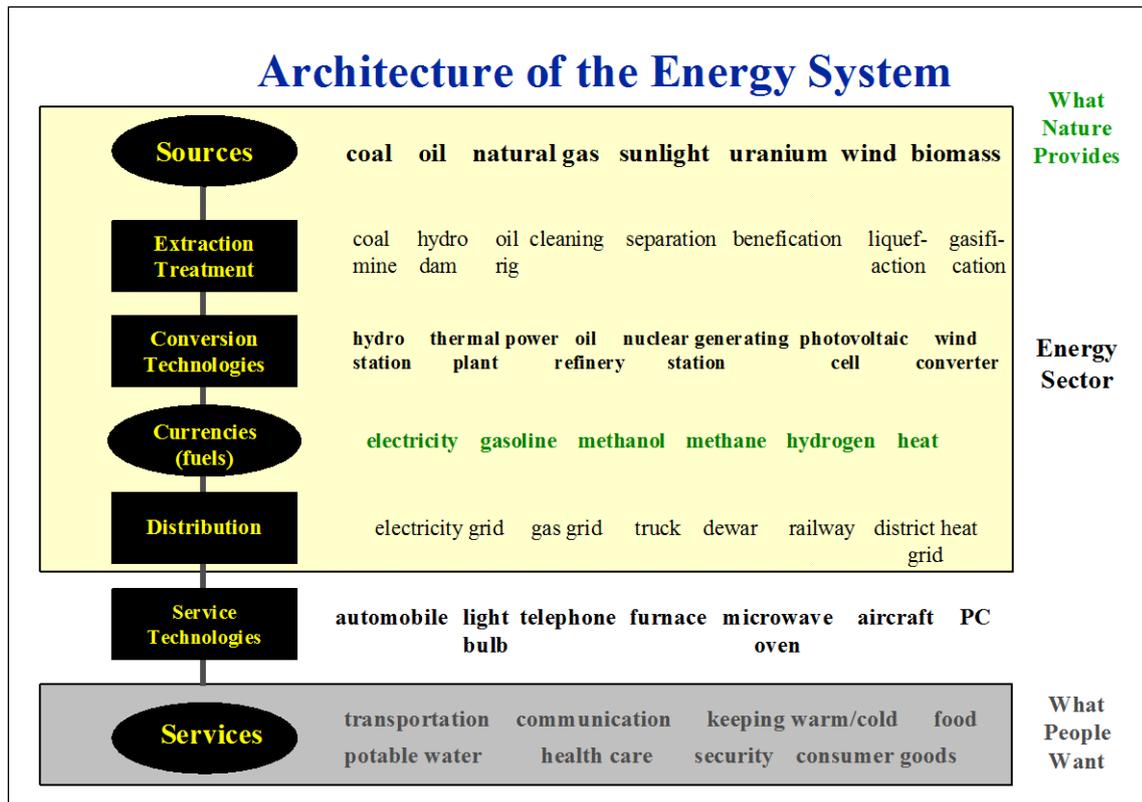


Abbildung 2.3: Elemente eines Energiesystems von den Energiequellen über Energieträger bis zu den Energiedienstleistungen

Quelle: Nakicenovic et al. (1997)

3. CHARAKTERISTIKA VON STÄDTEN FÜR DIE BEREITSTELLUNG VON ENERGIEDIENSTLEISTUNGEN

Wir beschreiben zunächst, welche Aspekte für die Energienutzung im urbanen Bereich von spezifischer Bedeutung sind. So soll in den darauf folgenden Kapiteln die Bedeutung der Charakteristika urbaner Strukturen in Bezug auf den Energieverbrauch besser nachvollziehbar gemacht werden.

Eine Stadt stellt an eine gesellschaftlich optimale Versorgung mit Energiedienstleistungen spezielle Ansprüche, welche sich wesentlich von den Anforderungen ländlicher Gebiete unterscheiden. Ein Ballungsraum ist naturgemäß dadurch gekennzeichnet, dass für die Energieversorgung wenig Platz zur Verfügung steht.

Andererseits wird Städten ein hohes Potenzial für eine energieeffiziente Gestaltung ihrer Infrastruktur zugeschrieben. Dies völlig zu Recht, denn dadurch, dass in Städten viele Menschen konzentriert auf vergleichbar wenig Fläche leben, gibt es tatsächlich erhebliche Einsparpotenziale [z.B. Siemens AG (2009)]. Zudem gibt es auch hier einige Möglichkeiten, erneuerbare Energien zu nutzen. Durch die hohe Anzahl von Gebäuden hat eine Stadt beispielsweise erhebliche Potenziale zur gebäudeintegrierten Nutzung von Sonnenenergie, da hierfür ohne zusätzliche Verbauung große Flächen zur Verfügung stehen. Auch in diesen Punkten entwickelt sich die Stadt Wien weiter und identifiziert gemeinsam mit internationalen Partnern die Umsetzungshemmnisse für einen weiteren Ausbau. In diesen Bereich können – wie z.B. auch beim Biomasseinsatz – nicht einfach die Erfolgsrezepte ländlicher Gebiete übertragen werden, vielmehr bedarf es anderer Strategien zur Umsetzung.

Dennoch können historisch gewachsene Städte auch nach vollständiger Ausschöpfung ihrer Möglichkeiten im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien nach heutigem Wissenstand nicht energieautark sein. Energieautarkie ist nach derzeitigem Stand nur in kleineren ländlichen Siedlungen und Gemeinden realisierbar [Wiener Stadtwerke (2010)].

Um das Energiesystem einer Stadt besser zu verstehen, hilft zunächst ein Blick zurück in die Vergangenheit. Bevor fossile Energieträger zum Einsatz kamen, waren geografische Regionen und ganze Länder in der Regel energieautark. Sie konnten dies auch dauerhaft aufrechterhalten, sofern die vorhandenen regenerativen Energieträger, in der Regel Holz, nicht übernutzt wurden. Übernutzung, wie beispielsweise auf den Osterinseln, führte nach einiger Zeit zum Zusammenbruch der dort ansässigen Gesellschaft [Diamond (2005)]. Wenngleich also vor der Industrialisierung geografische Regionen energieautark waren, galt dies auch damals nicht für die Städte. Die Städte wurden aus dem Umland mit Holz und Holzkohle versorgt, ebenso wie mit Nahrungsmitteln und anderen Rohstoffen. Girardet und Lawrence (o.J.) bezeichnen eine solche Stadt als „Agropolis“, um zu verdeutlichen, dass ihre Versorgung ausschließlich auf landwirtschaftlichen Produkten basierte.

In der heutigen Zeit basiert die energetische Versorgung von Städten überwiegend auf fossilen Brennstoffen und Strom. Im Gegensatz zur früheren Situation werden die Energieträger über deutlich größere Distanzen transportiert. Es handelt sich zumeist um nicht regenerative Energieträger und auch der Energieverbrauch pro Kopf ist deutlich höher. Mit diesem höheren Energieverbrauch, basierend auf den fossilen Ressourcen, haben die Gesellschaften einen deutlich höheren Lebensstandard realisiert. Produkte und Güter werden weiter transportiert und auch die getätigten Wege zur Arbeit,

wie z.B. München, Stockholm oder London eine Absenkung der CO₂-Emissionen von 40 bis 60 % bis 2025 vor (Basisjahr 1990). Kopenhagen und München möchten sogar rechnerisch klimaneutral werden.

Um dies zu erreichen, werden tiefgreifende Änderungen der Energieversorgungsstrukturen von Städten skizziert. Wärmeseitig wird eine massive Reduzierung des Wärmebedarfs als erforderlich angesehen (für München z.B. circa -80 % bis 2050 [Siemens AG (2009)]. Der verbleibende Wärmebedarf soll vorwiegend durch Nah- und Fernwärme, Geothermie und solarthermische Anlagen gedeckt werden. Beim Strombedarf gehen die Vorstellungen auseinander. Es gibt Szenarien für Städte, die von einem gleich bleibenden Strombedarf ausgehen [z.B. PBPowder (2006)], und andere, die auch beim Stromverbrauch Einsparungen vorsehen [z.B. Siemens AG (2009), siehe auch Wiener Stadtwerke (2011)]. Der Strom soll überwiegend aus erneuerbaren Energien gewonnen werden. Die Möglichkeiten, Strom aus erneuerbaren Energien innerhalb des Stadtgebiets zu gewinnen, sind in der Regel beschränkt. Nach heutigem Stand der Technik geht es hier meist um Photovoltaik. Manche Städte haben noch die Möglichkeit, die Wasserkraft der Flüsse zu nutzen, auch ist es je nach geografischer Situation möglich, einige Windräder im Stadtgebiet oder am Stadtrand aufzustellen.

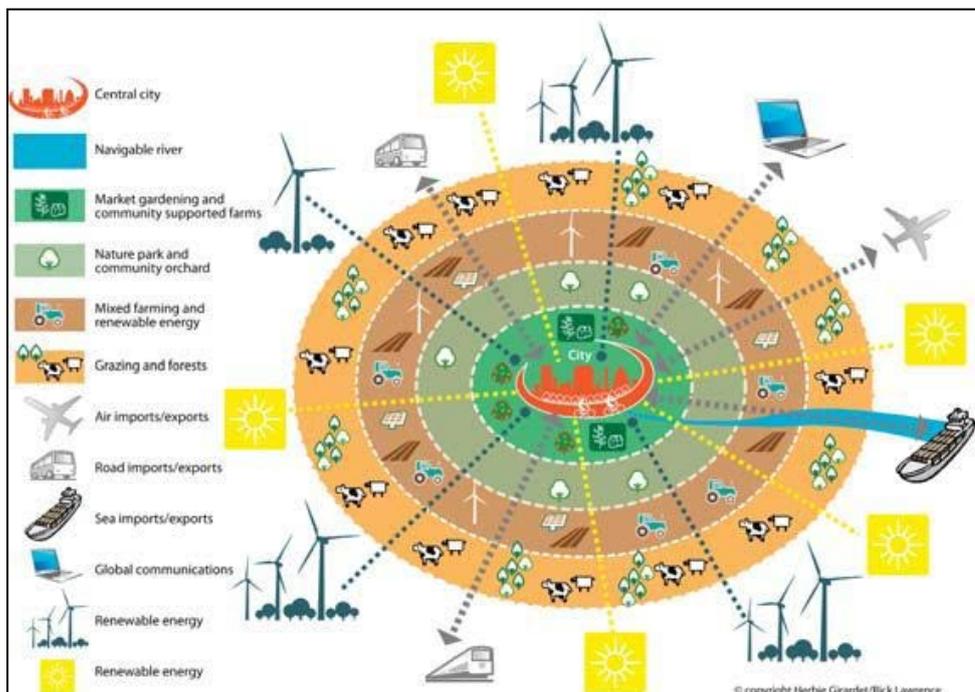


Abbildung 3.3: Ecopolis

Quelle: Girardet und Lawrence o.J. [entnommen aus Girardet (2010)]

Man mag dies als weit gegriffene Zukunftsperspektive ansehen und sicherlich sind heute längst nicht alle technologischen und ökonomischen Entwicklungen absehbar. Betrachtet man jedoch das Investitionsverhalten von Stadtwerken in erneuerbare Energien, dann lassen sich bereits heute Trends erkennen, die zu diesem Modell passen.

4. DAS ENERGIESYSTEM DER STADT WIEN

In diesem Kapitel werden zunächst die Meilensteine der historischen Entwicklung und die wichtigsten Charakteristika des derzeitigen Wiener Energiesystems dokumentiert. Basierend auf dem aktuellen Energieflussbild der Stadt Wien wird das Wiener Energiesystem weiter – ausgehend von der Nachfrage nach Energie und Energiedienstleistungen bis zur Aufbringung – beschrieben.

4.1 Einige historische Meilensteine

Die Energieversorgung von Städten, wie wir sie heute als fast selbstverständlich ansehen, hat im Wesentlichen mit dem Beginn der Elektrifizierung um circa 1890 begonnen. Das Zeitalter des Stroms zog zuerst in den Bereichen öffentlicher Verkehr und Straßenbeleuchtung ein. Dies begann bereits in der Zeit vor 1914. Die flächendeckende Stromversorgung vor allem von Haushalten wurde in den 1920er Jahren vorangetrieben, wobei auch hier zunächst das Hauptaugenmerk auf die Beleuchtung gelegt wurde. Die Ausstattung mit elektrisch betriebenen Geräten begann so richtig erst in den 1960er Jahren, die Einführung zentral beheizter Wohnungen nach 1975.

In diese Zeit fällt auch die Entwicklung des ersten Wiener Energiekonzepts von 1978. Dieses war stark vom Aufbau der leitungsgebundenen Infrastruktur geprägt mit dem Ziel, Vorranggebiete für die aufstrebenden Energieträger Gas und Fernwärme festzulegen. Die zweite Fortschreibung 1984 entstand vor dem Hintergrund des zweiten Ölpreisschocks und unter dem Eindruck hoher Ölpreise.

Ein Meilenstein war sicherlich die dritte Fortschreibung des Energiekonzeptes der Stadt Wien vom März 1998. Diese enthielt erstmals klare Ziele in Richtung Nachhaltigkeit im Sinne der folgenden fünf Punkte:

- Schonung von Umwelt und Ressourcen
- Rationeller und sparsamer Umgang mit Energie
- Sichere, preis- und bedarfsgerechte Versorgung
- Soziale Verträglichkeit und zufriedene KundInnen
- Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit

Diese dritte Fortschreibung versuchte, das Verständnis für Energie als Dienstleistung zu wecken, und setzte sich mit der Ressourcenschonung in einem liberalisierten Markt auseinander.

4.2 Charakteristika des derzeitigen Wiener Energiesystems

Anhand des Energieflussbilds¹² (Abbildung 4.1) von Wien lassen sich die wesentlichen Charakteristika, insbesondere Größenordnungen des Energiesystems von Wien, gut erkennen.

¹² Die Zahlen in dem Energieflussbild basieren auf Angaben von Statistik Austria. Die zugrunde liegenden Berechnungsmethoden wurden in den vergangenen Jahren teilweise angepasst. Z.B. wurde die Zuordnung von Müll verändert. Es muss damit gerechnet werden, dass auch in Zukunft Anpassungen erfolgen. Daher muss immer darauf geachtet werden, welchen Stand das betreffende Energieflussbild hat.



Energieflussbild Wien 2010

Stand: 2011

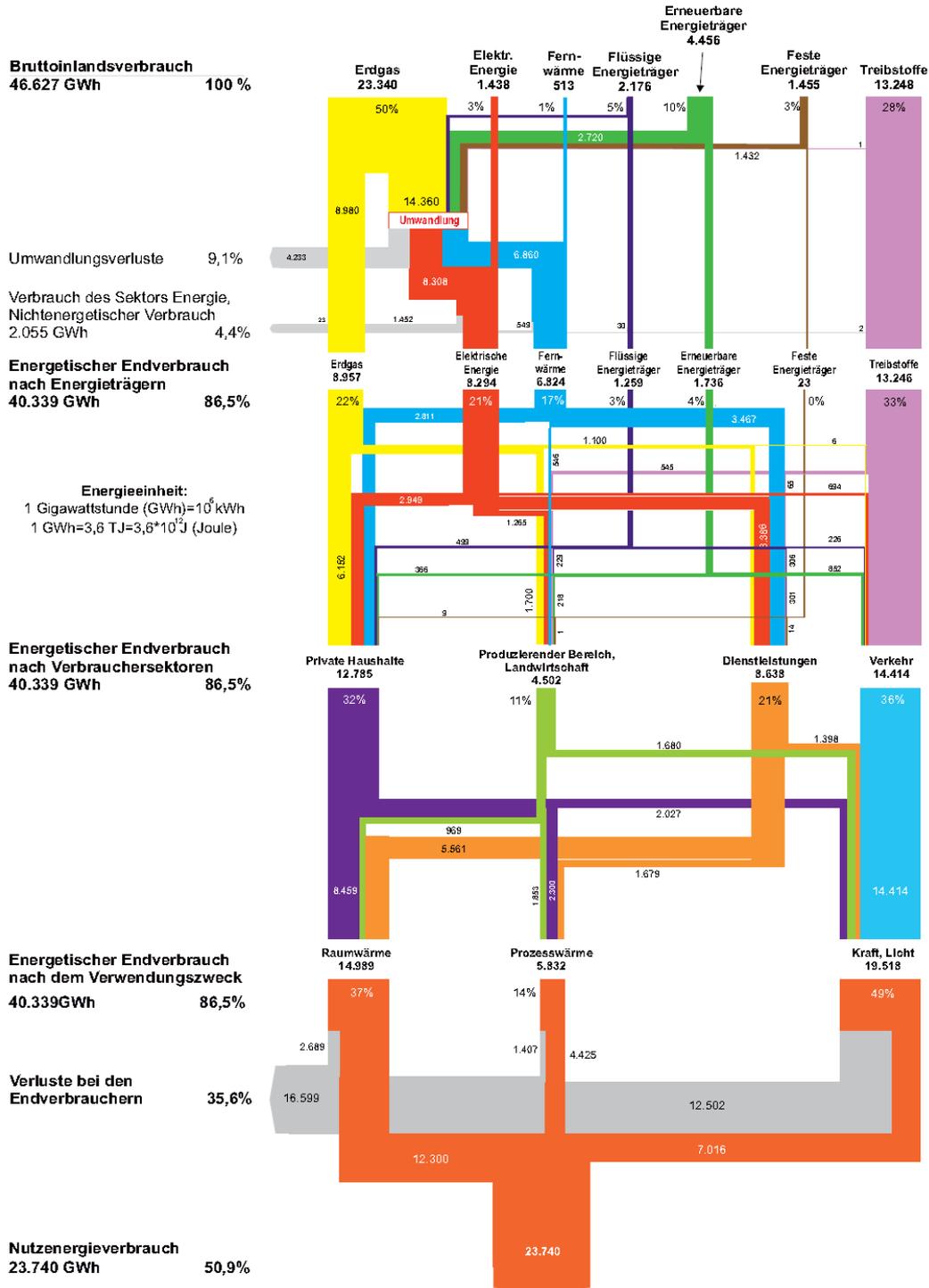


Abbildung 4.1: Energieflussbild Wien 2010, Stand 2011

Quelle: Wien Energie (2011)

Betrachtet man die Energieimporte für die Bereitstellung von Strom und Wärme sieht man, dass

- die Energieversorgung Wiens überwiegend auf Gas basiert;
- der zweitgrößte Block erneuerbare Energien sind; hierzu wird auch der biogene Anteil¹³ des Restabfalls gezählt, der in den Müllverbrennungsanlagen verbrannt wird;
- durch die Kraft-Wärme-Kopplung zugleich Strom und Wärme erzeugt wird;
- der Verbrauch an Strom und Wärme sich ganz grob zu 50 % auf Haushalte, 33 % Dienstleistungen und 17 % auf produzierende Unternehmen und Landwirtschaft aufteilt¹⁴.

Die Umwandlungsverluste in den Kraftwerken von Wien Energie betragen 2010 rund 20 %¹⁵, was auf den hohen Anteil an Kraft-Wärme-Kopplung zurück zu führen ist.

Wenn man im Energieflussbild (dort auf der rechten Seite) den Energiebedarf des Verkehrs betrachtet, erkennt man, wie gering der Stromverbrauch von Straßenbahn und U-Bahn im Vergleich zum Treibstoffverbrauch des Individualverkehrs ist.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, dass sich isolierte Energieflussbilder einzelner Jahre nicht eignen, um jährliche Fortschritte beim Ausbau der erneuerbaren Energien zu messen. Die prozentualen Anteile der Energieträger verändern sich von Jahr zu Jahr aufgrund unterschiedlicher Einflussfaktoren, wie z.B. Wirtschaftslage (Energiebedarf) oder Wetter (kalter oder warmer Winter). So wird etwa bei hohem Wärmebedarf vor allem mehr Gas eingesetzt. Das Energieflussbild hilft „nur“, um die Größenordnungen und Zusammenhänge zu verstehen. Nur bei der Betrachtung von längeren Zeiträumen – wie auf den folgenden Seiten vorgenommen – lassen sich Trends zuverlässig erkennen.

Weiters muss bei der Angabe von %-Werten für den Anteil der erneuerbaren Energien (und ebenso für die anderen Energieträgeranteile) immer berücksichtigt werden, worauf sich der Wert bezieht.

4.3 Energetischer Endverbrauch

4.3.1 Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Die folgenden Analysen bis zum Ende des Kapitels 4 beziehen basieren auf dem Bericht „Energiedaten für die Stadt Wien 2009“¹⁶, der von Haas et al. (2011) für die MA 20 erstellt wurde. Für diese Analyse der Energiedaten wurden Teile der Energiebilanz der Stadt Wien sowie der korrespondierenden Nutzenergieanalyse von Statistik Österreich verwendet. Vorwiegend wird der Zeitraum 1993 bis 2009 betrachtet¹⁷.

¹³ Früher wurde der gesamte Abfall den erneuerbaren Energien zugeordnet. Daher werden in älteren Publikationen zum Teil höhere Werte für die Nutzung von Erneuerbaren Energieträgern in Wien angegeben.

¹⁴ Abweichung zu den Prozentangaben im Energieflussbild, da nur Haushalte, Produzierender Bereich / Landwirtschaft sowie Dienstleistungen, nicht aber Verkehr betrachtet werden. Der Stromverbrauch für U-Bahn, Tram und Bahn spielt für diese grobe Darstellung der Größenordnungen keine Rolle.

¹⁵ Abweichung zu den 9,1% im Schaubild, da diese 9,1% sich auf den Bruttoinlandsverbrauch samt Treibstoff und bei Endverbrauchen eingesetzten Erdgases beziehen.

¹⁶ Der Bericht wurde zu Redaktionsschluss aktualisiert und sollte im ersten Halbjahr 2013 mit Werten für das Jahr 2011 veröffentlicht werden.

¹⁷ Die Zahlen im Energieflussbild (Abbildung 4.1) beziehen sich auf das Jahr 2010. Daher weichen die Werte in dieser Darstellung von den Werten zum Jahr 2009 ab.

Von 1993 bis 2009 hat sich die Struktur des energetischen Endverbrauchs teilweise stark verändert, vgl. Abbildung 4.2. In Summe stieg der energetische Endverbrauch von insgesamt 110.795 TJ im Jahr 1993 bis zum Jahr 2009 auf 138.063 TJ an. Dies entspricht einem Anstieg von +25 %. Die bisherige Verbrauchsspitze war im Jahr 2005 mit einem energetischen Endverbrauch von 147.023 TJ. Im Jahr 1996, welches laut Heizgradtagsummen als kältestes Jahr des Beobachtungszeitraumes ausgewiesen ist, lag der Endenergieverbrauch mit 125.759 TJ (34.933 GWh) trotzdem noch merklich unter dem aktuellen Verbrauch.

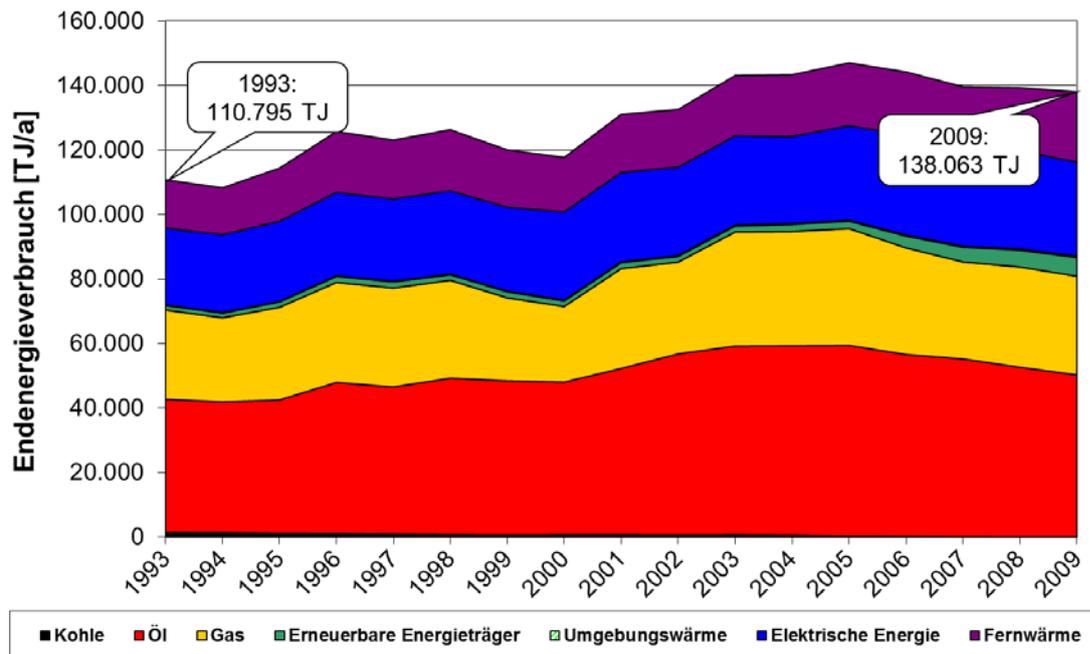


Abbildung 4.2: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 1993-2009

Quelle: Haas et al. (2011)

Die fossilen Brenn- und Treibstoffe stellten davon 59 % bereit. Untersucht man die Energieträger einzeln, so entfällt der Hauptanteil mit mehr als einem Drittel auf Öl (37 %), gefolgt von Gas mit 22 %, elektrischer Energie mit 21 % sowie Fernwärme mit 16 %, vgl. Abbildung 4.3.

Kohle wurde in der letzten Dekade fast zur Gänze aus der Wiener Energieversorgung eliminiert. Der Gasverbrauch verzeichnet nach einigen Schwankungen eine Steigerung um +11 % auf 30.594 TJ (8.498 GWh) (vgl. Abbildung 4.4). Außer Kohle (mengenmäßig nicht relevant) weisen alle anderen Energieträger im Berichtszeitraum einen kontinuierlichen Zuwachs auf. Prozentuell ergaben sich bei den Erneuerbaren Energieträgern sowie bei Umgebungswärme die stärksten Anstiege. Allerdings sind diese Energieträger mengenmäßig (noch) wenig bedeutend.

Erwähnenswert ist sicherlich, dass bei einer Gesamtzunahme von +27.268 TJ (7.574 GWh) allein der Verbrauch von Öl um +8.918 TJ (2.477 GWh) anstieg. Der höchste Bedarf an Öl war im Jahr 2005 mit 59.111 TJ (16.420 GWh). Das ist ein Plus von 43 % gegenüber dem Wert aus dem Jahr 1993. Bei Fernwärme erhöhte sich der Verbrauch mit 6.754 TJ (1.876 GWh / +45 %) ebenfalls stark in dieser Periode. Zu beachten ist die Verbrauchssteigerung bei den Erneuerbaren Energieträgern, der Verbrauch stieg um 4.395 TJ (1.221 GWh / +313 %).

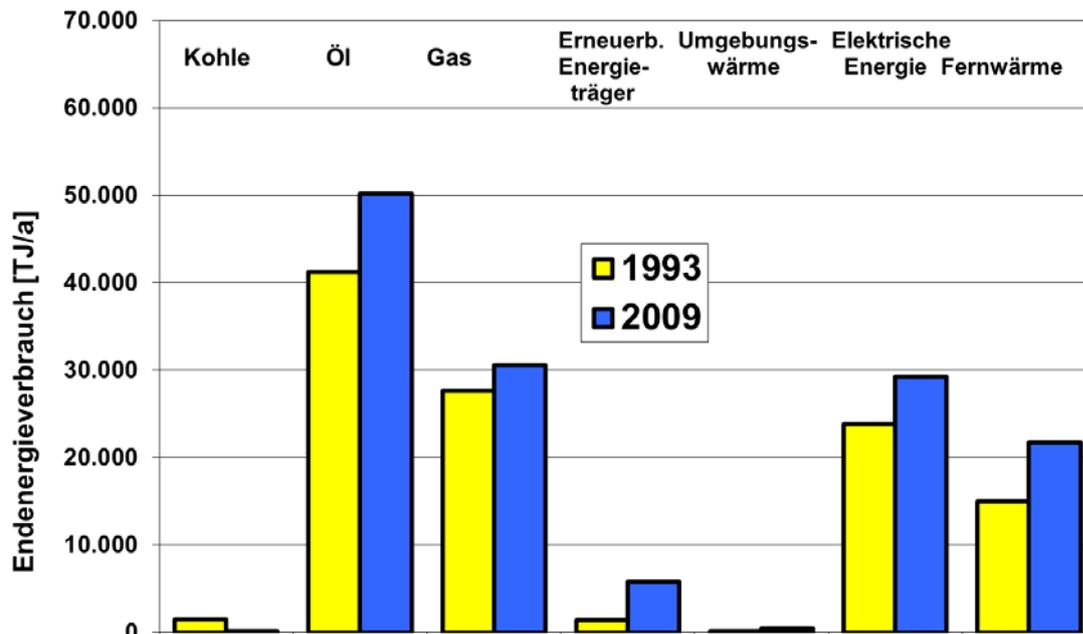


Abbildung 4.3: Vergleich Endenergieverbrauch nach Energieträgern (1993, 2009)

Quelle: Haas et al. (2011)

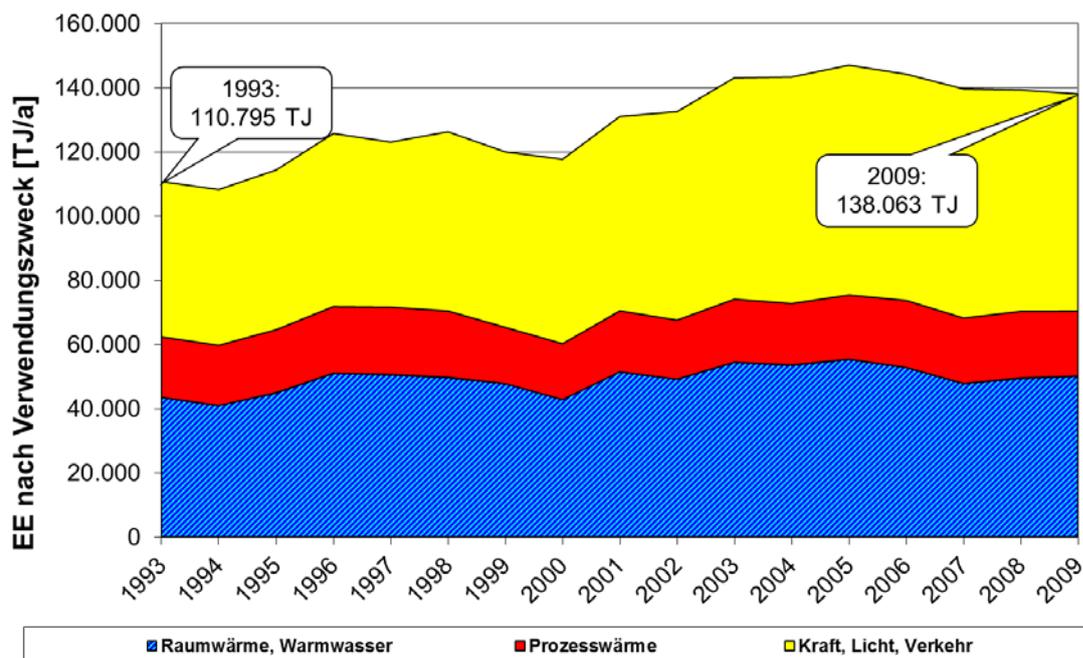


Abbildung 4.4: Aufteilung nach Nutzenergiearten bei den Endverbrauchern 1993-2009

Quelle: Haas et al. (2011)

4.3.2 Endenergieverbrauch nach Sektoren

Auf die einzelnen Sektoren teilt sich der energetische Endverbrauch 2009 wie folgt auf:

- 30 % Private Haushalte mit 41.790 TJ
- 37 % Verkehr mit 50.311 TJ
- 22 % Öffentliche und Private Dienstleistungen mit 30.486 TJ
- 11 % Produzierender Bereich und Landwirtschaft mit 15.477 TJ

4.3.3 Energieverbrauch nach Anwendungen

Den Hauptanteil am Zuwachs des Endenergieverbrauchs macht der Bereich Kraft, Licht und Verkehr mit +19.198 TJ aus. Der Verbrauch von Raumwärme und Warmwasser stieg um 6.650 TJ (1.847 GWh) bzw. +15 %. Für den Bereich Prozesswärme wurden um 1.421 TJ (395 GWh) bzw. um 8 % mehr Energie benötigt.

4.3.4 Wärmebedarf

Bei der Nutzungsart Wärme ist zwischen dem Nieder- und dem Hochtemperaturbereich zu unterscheiden.¹⁸ Für die nachfolgende Darstellung des gesamten Wiener Wärmeverbrauchs werden beide Temperaturbereiche berücksichtigt.

Im Jahr 2009 entfielen 69.364 TJ (19.268 GWh) oder 50 % des Wiener Endenergieverbrauchs auf die Wärmenutzung.¹⁹ Im Vergleich dazu waren es im Jahr 1993 noch 61.897 TJ (17.194 GWh), dies waren 56 % des damaligen Endenergieverbrauchs. Die fossilen Energieträger decken noch knapp den überwiegenden Teil der Wärmenachfrage ab. Einzeln analysiert dominieren die Energieträger Gas mit 44 % und Fernwärme mit 31 %. Immer noch 16 % des Wärmebedarfs werden durch Strom abgedeckt. Erneuerbare Energieträger und Umgebungswärme stellen insgesamt knapp 5 % der Wärme Wiens bereit.

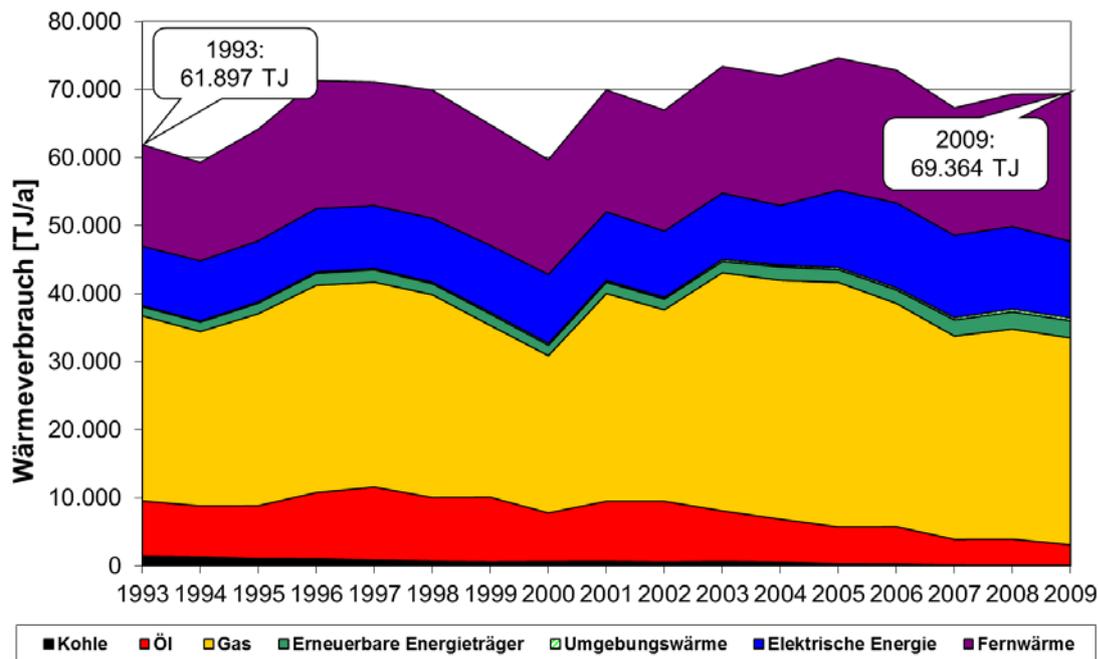


Abbildung 4.5: Wärmeverbrauch (Raum- und Prozesswärme) nach Energieträgern 1993-2009

Quelle: Haas und Dittrich (2011)

¹⁸ Im Niedertemperaturbereich werden die Raumheizung und die Öfen für Kochzwecke (in der Nutzenergieanalyse (NEA) als Industrieöfen der Sektoren „Haushalte“ und „Öffentliche und private Dienstleistungen“ ausgewiesen) angeführt. Dem Hochtemperaturbereich werden die Dampferzeugung und die Industrieöfen des „Produzierenden Bereichs“ zugeordnet.

¹⁹ Der Rest entfällt auf Standmotoren, Traktion, Beleuchtung und EDV sowie elektrochemische Zwecke. Der Verbrauch des Sektors Landwirtschaft findet bei den Industrieöfen aufgrund seines geringen Gesamtanteils von <0,5 % am gesamten Endenergieverbrauch keine Berücksichtigung.

Die aggregierte Zusammenfassung der Energieträger zeigt den gesamten Wärmeverbrauch (vgl. Abbildung 4.5). Die Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren von 1993 bis 2009 sind nur zum Teil auf klimatische Unterschiede zurückzuführen. Beim Vergleich der Heizgradtagsummen der einzelnen Jahre ist erkennbar, dass im Jahr 2009 die Heizgradtagsumme um 9 % niedriger ist als im Jahr 1993. Der gesamte Wärmeverbrauch ist in diesem Zeitraum jedoch um 12 % gestiegen. Gut erkennbar sind das wärmste Jahr 2000 sowie das kälteste Jahr 1996.

In Abbildung 4.6 wird die Entwicklung der Wärmenutzung von 1993 bis 2009 nach Bereichen dargestellt. Vor 2003 erreichte der Wärmeverbrauch im kältesten Jahr 1996²⁰ den höchsten Wert von 71.307 TJ (19.808 GWh). Ab diesem Zeitpunkt weisen die Jahre 2003 und 2005 die höchsten Verbrauchswerte auf. Eine Analyse der prozentuellen Anteile der einzelnen Sektoren ergibt keine größeren Verschiebungen in diesem Zeitraum.

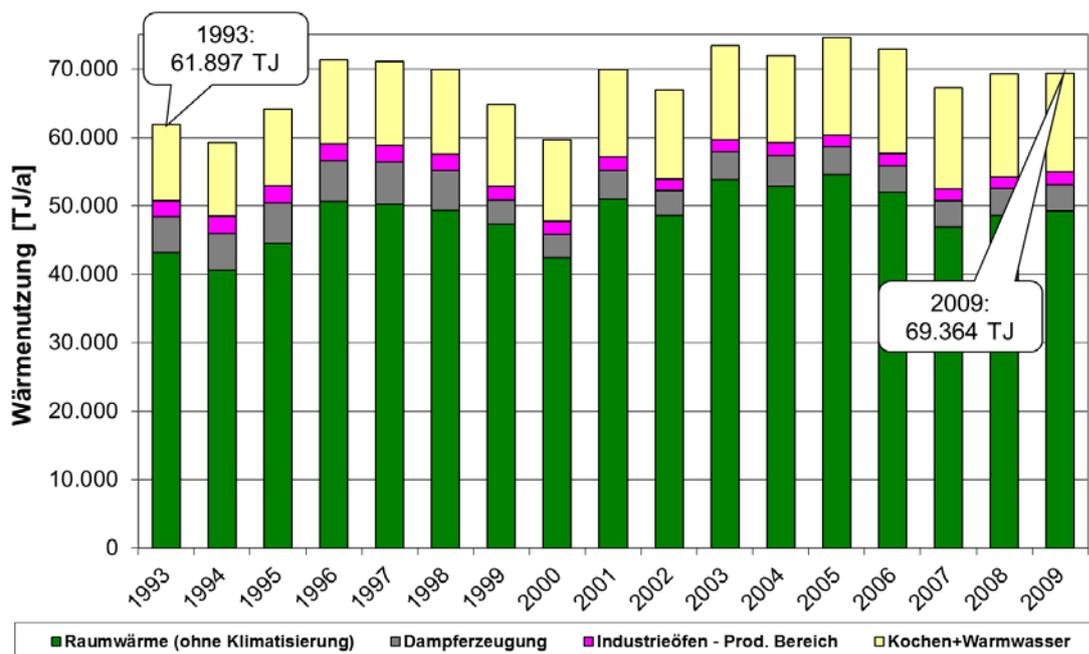


Abbildung 4.6: Entwicklung der Wärmenutzung nach Sektoren 1993-2009

Quelle: Haas et al. (2011)

Die Entwicklung der Wohnungs- und Gebäudestruktur in Wien

Im Folgenden wird auf die Entwicklung der Wohnungsstruktur in Wien näher eingegangen. Speziell werden die verwendeten Heizsysteme dokumentiert.

Die Anzahl der Wohnungen ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Waren es im Jahr 1971 laut Häuser-Wohnungs-Zählung (HWZ) noch 781.518 Wohnungen gesamt, so stieg diese Zahl laut HWZ 2001 auf 910.745 Wohnungen an, dies entspricht einer Zunahme um +17%. Auch die Zahl der Hauptwohnsitze [Statistik Austria (o.J.a)] stieg stetig. 1971 gab es 712.470 Wohnungen, 2001 sind es bereits 770.955 Wohnungen, dies bedeutet ein Plus von 8 %.

Abbildung 4.7 zeigt die Entwicklung der Anzahl der Wohnungen in Wien. Weiters erfolgt eine Unterteilung der Wohnungen mit Hauptwohnsitz in Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser.

²⁰ Das Jahr 1996 war laut den Heizgradtagsummen das kälteste Jahr im Beobachtungszeitraum

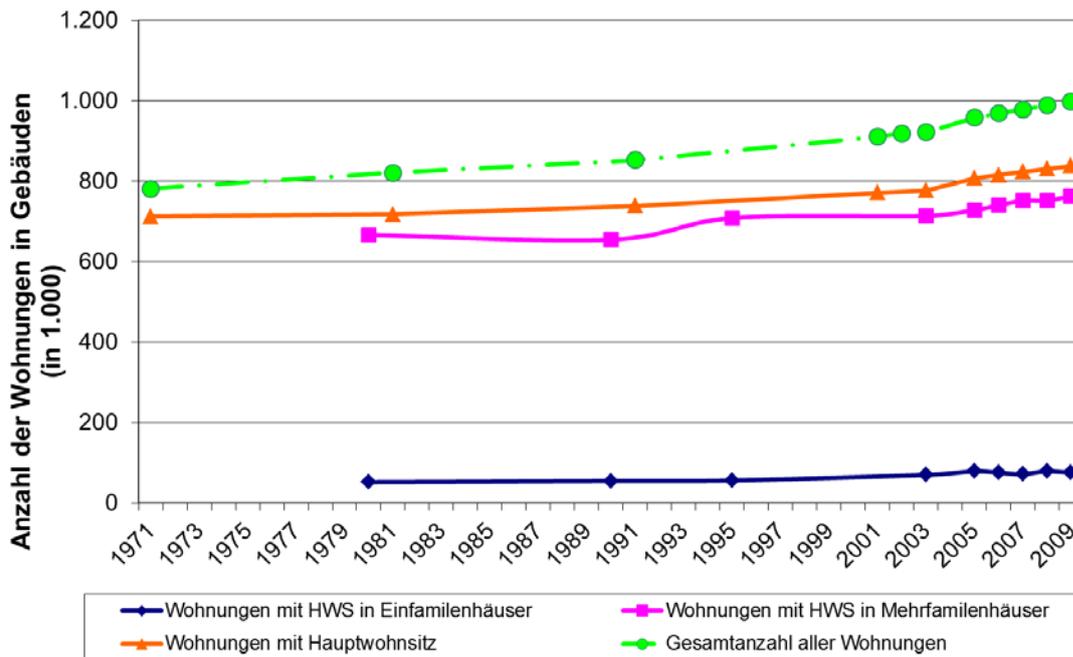


Abbildung 4.7: Anzahl der Wohnungen in Wien nach Gebäudegröße, 1971-2009

Quelle: Mikrozensus, HWZ, Statistik Austria (o.J.a)

Die Anzahl der Wohnungen (mit Hauptwohnsitz) in Einfamilienhäusern (1 und 2 Wohnungen pro Gebäude) stieg kontinuierlich, so gab es im Jahr 1980 in Wien 52.000 Wohnungen in EFH, bis zum Jahr 2009 stieg diese Zahl auf 75.000 an, dies entspricht einer Zunahme von +44 %. Bei den Wohnungen (mit Hauptwohnsitz) in Mehrfamilienhäusern (3 und mehr Wohnungen pro Gebäude) stieg die Zahl von 667.000 im Jahr 1980 auf 763.300 im Jahr 2009 (+14 %).

Diese Gebäude werden mit verschiedenen Brennstoffen beheizt. Klar dominant ist die Verwendung von Gas, der Anteil stieg von 32 % im Jahr 1980 auf 47 % im Jahr 2004 an. Bei Fernwärme wird der Anteil von 5 % im Jahr 1980 mehr als versechsfacht auf 34 % bis 2004. Bei sämtlichen anderen Energieträgern erfolgte ein Rückgang auf unter 10 %. In Summe bedeutet dies jedoch, dass immer noch knapp ein Fünftel aller Wiener Wohnungen mit Holz, Kohle, Öl, elektrischer Energie und sonstigen Brennstoffen beheizt werden.

Diese Entwicklung der Heizsysteme in Wien ist ein klassisches Beispiel für einen gezielten Umbau des Energiesystems. Dieses Beispiel zeigt, dass ein Umbau des Energiesystems

- möglich ist, wenn er gewollt und finanzierbar ist,
- steuerbar ist,
- Jahrzehnte dauert.

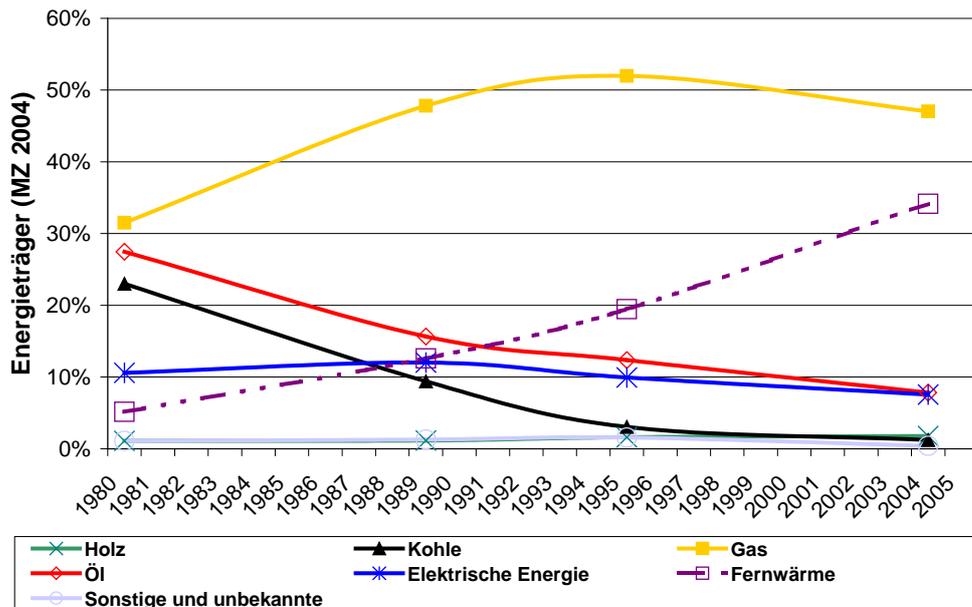


Abbildung 4.8: Verwendete Energieträger für Heizen für die Wohnungen in Wien, 1980-2004

Quelle: Haas et al. (2011)

4.3.5 Stromverbrauch

Strom ist jene Form von Energie, die universal in praktisch alle Nutzenergiearten umgewandelt werden kann. Entsprechend steigt auch die Bedeutung von Strom als Energieträger in modernen Gesellschaften. Auch in Wien ist eine gesicherte Stromversorgung von zentraler Bedeutung für die weitere Entwicklung der Wirtschaft und unseres Lebensstandards.

Im Jahr 2009 entfielen circa 8.100 GWh (etwa ein Fünftel des Endenergieverbrauchs) auf die Stromnutzung. Dies bedeutete einen Anstieg um + 23 % seit 1993. Jedoch im Folgejahr 2010 war der Verbrauch höher und lag bei 8.400 GWh – ein Plus von 27 % im Vergleich zu 1993.

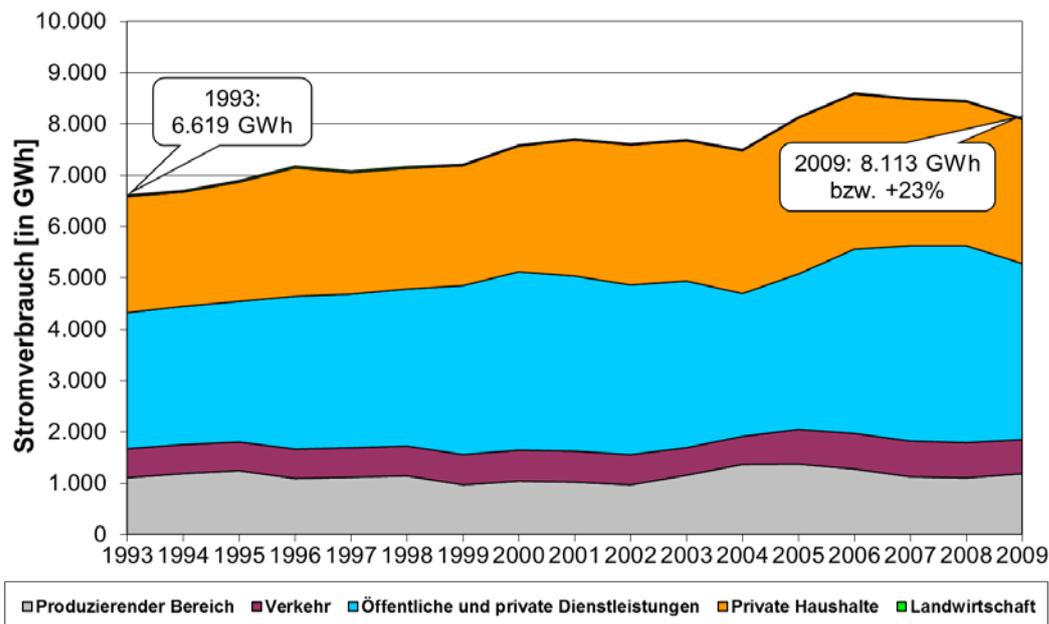


Abbildung 4.9: Historische Entwicklung des Stromverbrauchs, 1993-2009

Quelle: Haas und Dittrich (2011)

Eine sektorale Betrachtung des Stromverbrauchs lässt erkennen, dass im Jahr 2009 die höchsten Verbrauchsmengen bei den öffentlichen und privaten Dienstleistungen (3.432 GWh bzw. 42 %) und den privaten Haushalten (2.808 GWh bzw. 35 %) auftraten, gefolgt vom produzierenden Bereich (1.187 GWh bzw. 15 %) und dem Verkehr (Wiener Linien) (663 GWh bzw. 8 %).

Die höchsten Zuwächse seit 1993 wurden mit +30 % bei den öffentlichen und privaten Dienstleistungen sowie mit +24 % bei den privaten Haushalten gefolgt vom Verkehr (+17 %) verzeichnet.

Elektrische Energienutzung in privaten Haushalten

Wie bereits im vorigen Kapitel ersichtlich, stellen die privaten Haushalte mit einem Verbrauchsanteil von 35 % nach den öffentlichen und privaten Dienstleistungen den mengenmäßig zweitgrößten Sektor beim Stromverbrauch dar. In diesem Abschnitt wird dieser Bereich genauer betrachtet.

Strom wird im Privatgebrauch für folgende Anwendungen eingesetzt: Raumheizung, Warmwasserbereitung, Kochen, Beleuchtung/EDV, Standmotoren²¹ und Einrichtungen zur Raumkühlung (Klimaanlagen und Ventilatoren). Die meiste Energie benötigten im Jahr 2009 die Standmotoren mit 40 % des gesamten Verbrauchs (1.123 GWh). Stark gestiegen ist der Verbrauch für Beleuchtung und EDV mit einem Anteil von 25 % (707 GWh). Auf die Raumheizung entfallen 16 % (449 GWh). Die restlichen Anteile werden für die Warmwasserbereitung (10 % bzw. 270 GWh), zum Kochen (8 % bzw. 221 GWh) und zur Klimatisierung (1,3 % bzw. 38 GWh) verwendet.

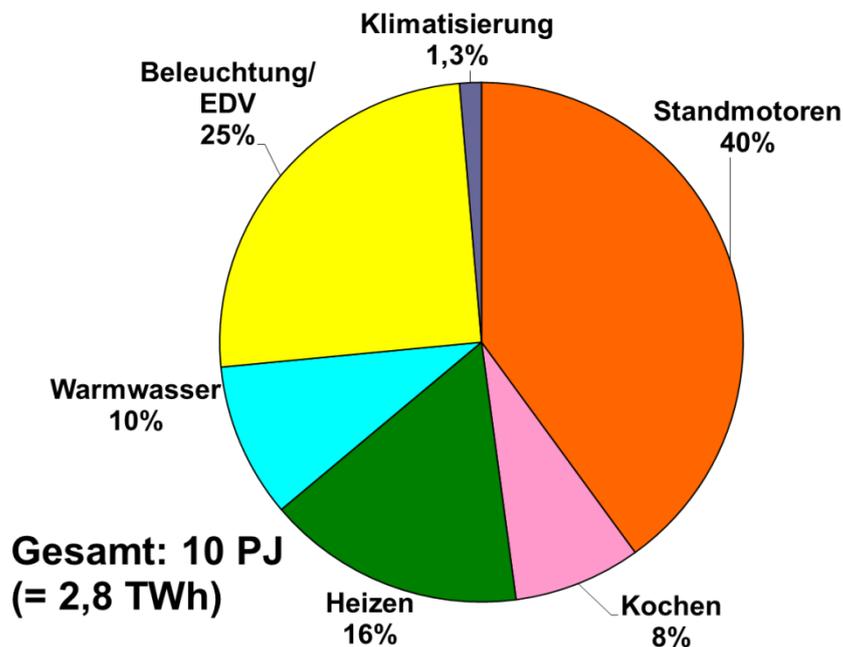


Abbildung 4.10: Stromnutzungen in Privaten Haushalten 2009

Quelle: Haas et al. (2011)

²¹ Dazu zählen: Waschmaschine, Wäschetrockner, Geschirrspüler, Kühl- und Gefriergeräte, TV, Video, Kleingeräte

Stromverbrauch ausgewählter Geräte

Um letztendlich Maßnahmen zur Stromeinsparung in Haushalten identifizieren zu können, ist es wichtig, die dominierenden Trends einzelner Geräte und Anwendungen zu kennen. Diese werden für die folgenden Nutzungskategorien untersucht:

- Waschmaschine, Wäschetrockner, Geschirrspüler
- Gefriergeräte, Kühlgeräte
- Elektroherd, Backrohr (Kochen)
- EDV, PC und Peripherie
- TV, Videorecorder
- Kleingeräte (z.B. Videokamera, Hi-Fi-Anlage, alle elektronischen Unterhaltungsgeräte mit Ladegeräten etc.)
- Klimaanlage und Ventilatoren

In Bezug auf die Ausstattung sind als stark steigend die EDV, Wäschetrockner sowie die diversen Kleingeräte zu bezeichnen. Circa 85 % der Wiener Haushalte hatten im Jahr 2011 zumindest einen PC oder Laptop mit Peripherie, im Jahr 1993 waren es nur knappe 12 %. Bei den Wäschetrocknern verdreifachte sich die Ausstattungsrate von 9 % im Jahr 1993 auf 26 % im Jahr 2009. Ein nennenswerter Anstieg des Ausstattungsgrades war auch bei Geschirrspülern (1993: 31 %; 2009: 66 %), Gefriergeräten (1993: 48 %; 2009: 79 %), bei Videorecordern (1993: 46 %; 2009: 79 %) sowie bei E-Herden (1993: 37 %; 2009: 67 %) zu verzeichnen.

Für die Mehrzahl der Geräte konnte ein moderater, aber kontinuierlicher Anstieg bei der Ausstattungsrate festgestellt werden. Hierzu zählen: Waschmaschinen (1993: 73 %; 2009: 89 %), TV (1993: 90 %; 2009: 98 %), Ventilatoren (1993: 1,2 %; 2009: 27 %) und Klimaanlage (1993: 0,2 %; 2009: circa 2 %).

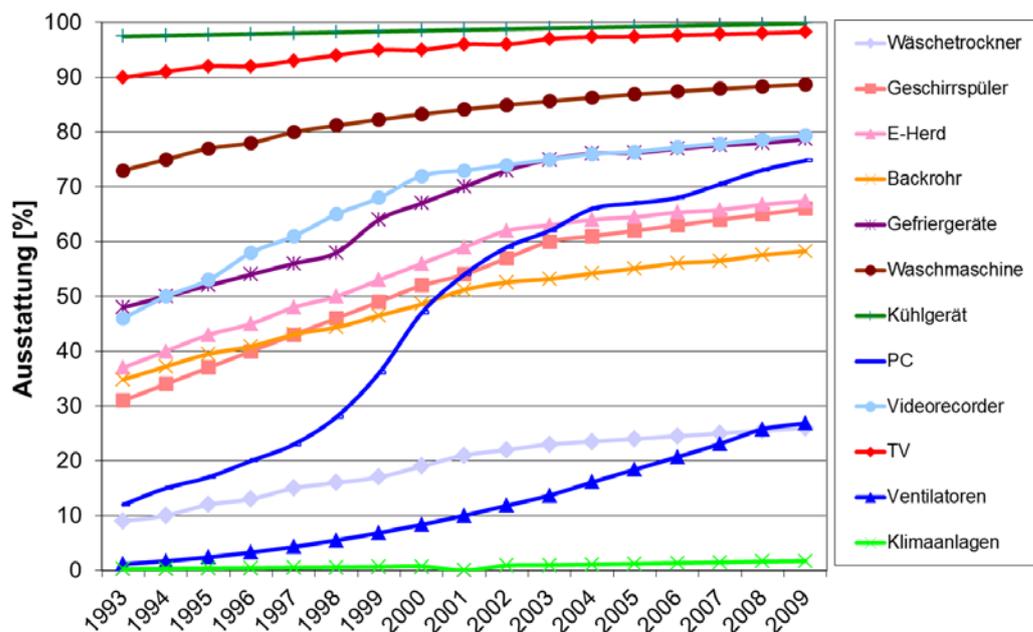


Abbildung 4.11: Ausstattung mit Geräten in den Wiener Haushalten 1993-2009²²

Quelle: Haas et al. (2011), Berechnungen auf Basis von Statistik Austria (2009)

²² In der Grafik sind ab 1999 bei den Gefriergeräten auch die Kühl-/Gefrierkombinationen enthalten.

In Bezug auf den gesamten Jahresstromverbrauch der verschiedenen Geräte zeigt sich, dass mit Ausnahme der Kühlgeräte alle anderen untersuchten Geräteanwendungen eine steigende Tendenz im Jahresstromverbrauch aufweisen (vgl. Abbildung 4.12).

Bei den Kühlgeräten ist der Rückgang mit dem sinkenden spezifischen Verbrauch pro Gerät bei einem bereits sehr hohen Ausstattungsgrad zu erklären.

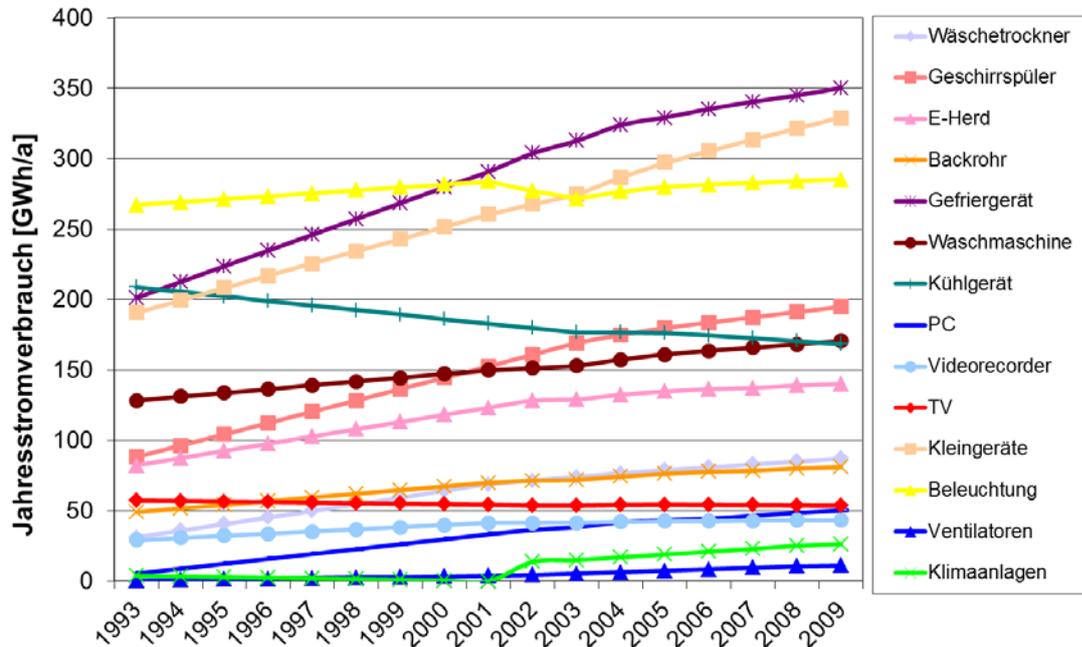


Abbildung 4.12: Gesamt-Jahresstromverbrauch von Geräten im Haushalt 1993-2009

Quelle: Haas et al. (2011), Berechnungen auf Basis von Statistik Austria (2009)

Den höchsten Jahresstromverbrauch weisen mit 350 GWh im Jahr 2009 die Gefriergeräte auf. Stark gestiegen ist in den letzten Jahren offensichtlich aufgrund des immer breiteren Angebotes die Ausstattung mit Kleingeräten (2009: 329 GWh/a).

Die Beleuchtung weist den dritthöchsten Verbrauch auf (2009: 285 GWh/a). Sie wird aufgrund der steigenden Wohnungszahl (1993: 746.000; 2009: 838.400), dem Anstieg der m² pro Wohnung sowie auch aufgrund der steigenden Anzahl der Lichtpunkte (z.B. Spots) weiterhin als wachsende Nutzungsart bezeichnet. Diese Effekte hatten bis 2009 einen stärkeren Einfluss auf den gesamten Stromverbrauch als der Substitutionseffekt durch Energiesparlampen. Zu den Auswirkungen des Glühlampenverbots konnten keine Untersuchungen identifiziert werden.

Stand-by-Verluste

Ein weiterer Treiber für den Stromverbrauch sind die Stand-by-Verluste von Geräten. Abbildung 4.13 zeigt, dass ein deutlicher Unterschied zwischen dem durchschnittlichen Gerätebestand und den besten neuen Geräten existiert. Dies bedeutet, dass das Sparpotenzial entsprechend hoch ist.

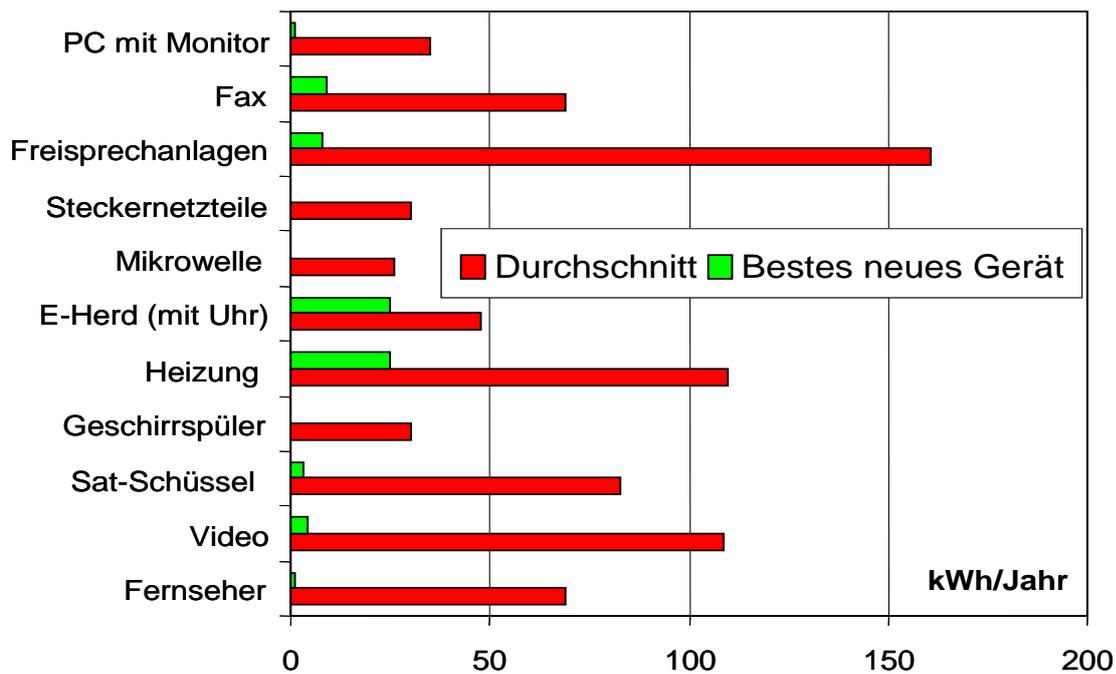


Abbildung 4.13: Stand-by-Verluste bei verschiedenen elektrischen und elektronischen Geräten

Quelle: Haas et al. (2011)

Raumklimatisierung – Air Condition

In Bezug auf Klimatisierung im Sinne von Raumkühlung hat sich in den letzten Jahren ein kontinuierlich steigender Bedarf entwickelt. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Zuwächse in folgenden Bereichen:

- a. Klimatisierung von Wohngebäuden;
- b. Klimatisierung von Dienstleistungsgebäuden;
- c. Klimatisierung mit Großanlagen (z.B. Krankenhäuser)

Während zu a. und b. in Haas et al. (2011) Abschätzungen dokumentiert sind, existieren zu c. praktisch keine aktuellen, öffentlich verfügbaren Zahlen.

Die Ausstattung in den Bereichen Klimaanlage sowie Ventilatoren ist prozentuell gesehen noch relativ niedrig. Aufgrund der in den letzten Jahren jedoch steil ansteigenden Zahlen sind Einsparmaßnahmen in diesem Anwendungsbereich trotzdem hohe Priorität einzuräumen. Derzeit sind diese Anwendungen vor allem im Dienstleistungssektor dominierend.

Klimaanlagen weisen trotz eines sinkenden spezifischen Verbrauchs (1993: 2.190 kWh; 2009: circa 1.860 kWh pro Gerät und Jahr) einen überdurchschnittlich hohen Energieverbrauch auf. Zum Vergleich: Eine Waschmaschine verbraucht circa 230 kWh pro Gerät und Jahr. Ventilatoren benötigen im Schnitt 50 kWh pro Gerät und Jahr²³.

Dementsprechend groß sind die Unterschiede im Stromverbrauch. Aufgrund der stärkeren Verbreitung im gewerblich-technischen Bereich weist hier der Stromverbrauch von Klimaanlage mit 158 GWh/a den höchsten Wert auf. Ventilatoren verbrauchen hier 3 GWh/a. Weniger stark ausgeprägt ist der Verbrauch im privaten Bereich: dessen Klimaanlage benötigen 26 GWh/a, Ventilatoren immerhin 11 GWh/a.

²³ Ventilator: 55 W Leistung, 900 h Nutzungsdauer p.a. ergibt rund 50 kWh/a

In Summe lässt sich feststellen, dass der Energiebedarf eine stark steigende Tendenz aufweist. Abbildung 4.14 zeigt das aggregierte Bild für den Zeitraum 1993 bis 2009. In Summe verbrauchten alle Anlagen zur Klimatisierung im Jahr 2009 circa 200 GWh/a – mit deutlich steigender Tendenz.

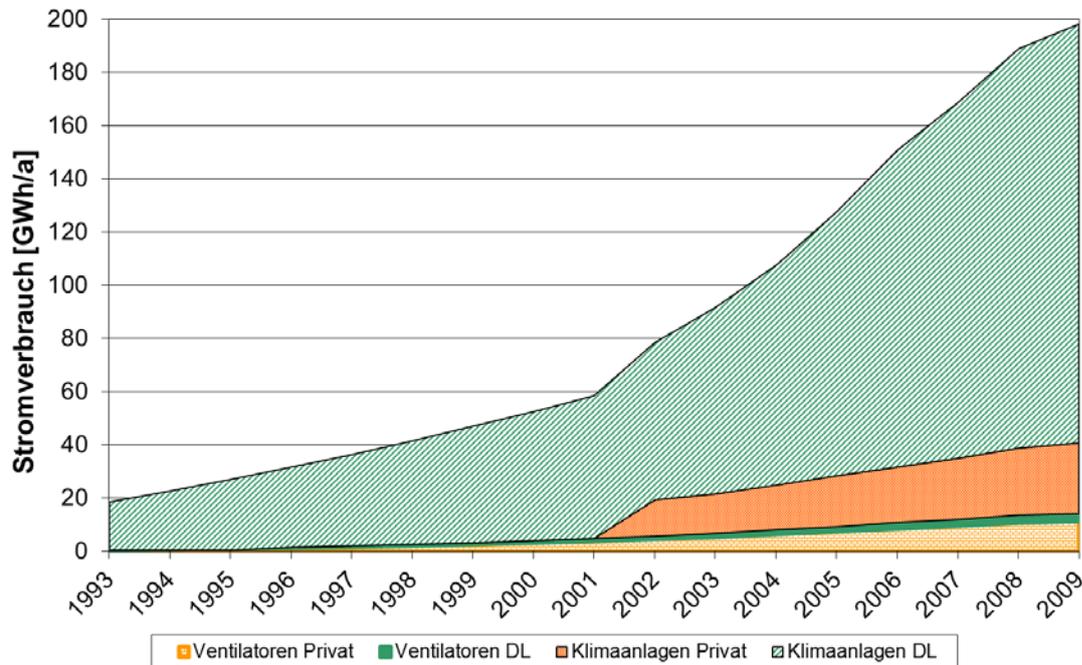


Abbildung 4.14: Stromverbrauch von Klimatisierungsgeräten 1993-2009

Quelle: Haas et al. (2011)

Wien Energie geht von einem weiteren Anstieg des Klimatisierungsbedarfs aus und ist dabei, mit Fernkälte ein neues Geschäftsfeld zu erschließen. Da Fernkälte im Sommer überschüssige Wärme nutzt, sind die Treibhausgasemissionen dieser Technologie geringer. Bis Ende 2012 waren 35 MW an Kälteleistung installiert (Details siehe Abschnitt 6.7 Fernkälte ab Seite 79).

4.4 Energieaufbringung

Im Folgenden wird die Entwicklung der angebotsseitigen Energiebereitstellung (unter Berücksichtigung des nationalen bzw. europäischen Strommarkts) dokumentiert. Die Stromversorgung von Wien basiert insbesondere auf

- sechs mit Gas betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerken²⁴
- Bezugsrechten an Donaukraftwerken und Innkraftwerken
- Stromimporten.

Dabei sind die Netto-Stromimporte in den letzten Jahren aufgrund des Ausbaus der eigenen Erzeugungskapazitäten (Repowering Simmering I) deutlich zurückgegangen. Die Unterscheidung zwischen Netto- und Brutto-Stromimporten ist erforderlich, da je nach Marktsituation und Wärmebedarf entschieden wird, ob Strom am Strommarkt zugekauft oder verkauft wird.

²⁴ Siehe Tabelle 11-1: Kraftwerke und Verbrennungsanlagen im Großraum Wien im Eigentum von Wien Energie ab Seite 127.

Im Winter wird in den Kraftwerken zugleich Wärme für die Fernwärme bereitgestellt. Weiterhin wird das Fernwärmenetz mit Wärme aus Müllverbrennungsanlagen, dem Biomasse-Kraftwerk und mit Industrieabwärme von der OMV-Raffinerie versorgt. Damit werden im Stadtgebiet von Wien derzeit 36 % des Niedrigtemperaturen-Wärmemarkts, also Wohn- und Geschäftsgebäude, Krankenhäuser, Büros und dergleichen, mit Fernwärme versorgt. Ansonsten wird überwiegend mit Gas geheizt. Netzbetreiber ist Wien Energie Gasnetz, Energielieferanten sind zum Beispiel Wien Energie Vertrieb GmbH und Co KG, Energie Klagenfurt GmbH oder Goldgas GmbH.



Abbildung 4.15: Wesentliche Produktionsstandorte im Versorgungsgebiet

Quelle: Wien Energie (2009)

Betrachtet man die installierten Erzeugungskapazitäten von Wien Energie, zeigt sich, dass die Strom- und Wärmeerzeugung trotz des Engagements in erneuerbare Energien weiterhin auf fossilen Brennstoffen, genauer Gas, basiert (Abbildung 4.16).

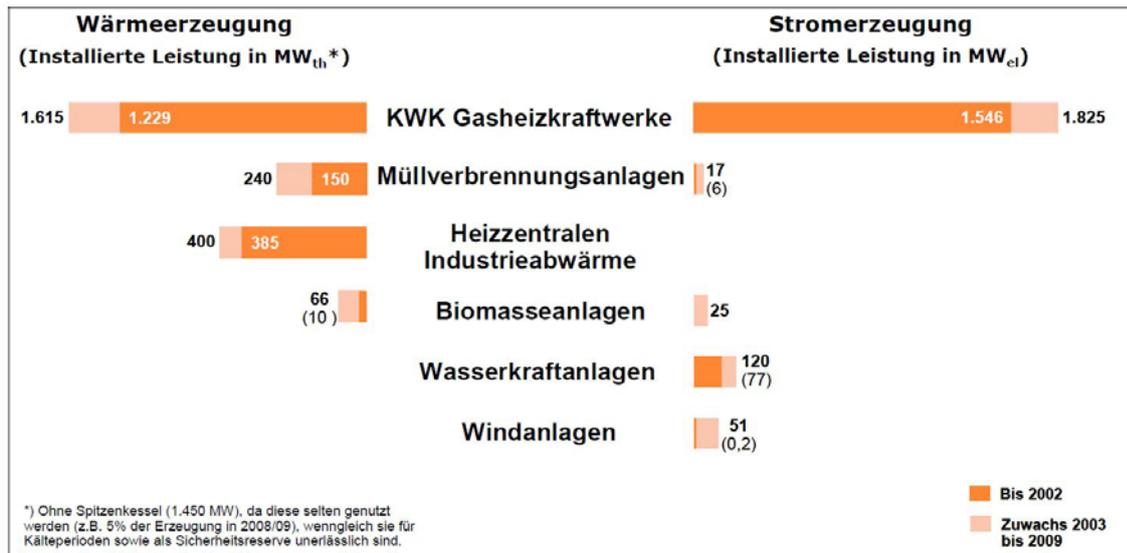


Abbildung 4.16: Installierte Kapazitäten Wien Energie, Stand 2009
Wien Energie (2010)

5. EINFLUSS DER LIBERALISIERUNG UND DER (INTER-)NATIONALEN ENERGIEMÄRKTE

Wenn Optionen für das Wiener Energiesystem der Zukunft entwickelt werden, sind auch die Grenzen des Handlungsspielraums zu berücksichtigen. In diesem Kontext ist von zentraler Bedeutung, welche ökonomischen Rahmenbedingungen die – liberalisierten – Energiemärkte darstellen. Geänderte politische Rahmenbedingungen (Liberalisierung der Strommärkte, Einführung des EU-Emissionshandels, diverse Politiken zur Förderung erneuerbarer Energien, geopolitische Ereignisse, etc.) sowie Innovationen (z.B. Innovationsschübe in der Photovoltaik und bei Windkraft) beeinflussen diesen ökonomischen Rahmen erheblich.

Das Zusammenspiel zwischen Wettbewerb, Innovationen und veränderten Rahmenbedingungen wird sich auch in Zukunft auf die Energiemärkte auswirken. Sowohl durch Innovationen wie auch durch Veränderungen der Rahmenbedingungen durch die Gesetzgebung können sich neue Marktchancen eröffnen. Die Energieunternehmen der Wiener Stadtwerke müssen dann nicht nur prüfen, ob sie diese Chancen nutzen können und wollen, sondern auch abschätzen, was passiert, wenn nicht sie, sondern Mitbewerber diese neuen Marktchancen nutzen.

5.1 Von regulierten zu liberalisierten Energiemärkten

Über Jahrzehnte war Wien Energie der einzige Energieversorger im Stadtgebiet. Mittlerweile werden Auswirkungen der Marktliberalisierung erkennbar. Insbesondere im Wiener Strommarkt haben Wettbewerber in den vergangenen Jahren KundInnen von Wien Energie abgeworben. Ausschlaggebendes Argument für die KundInnen sind Preise und Wechselprämien. Wenngleich Wien Energie immer noch einen sehr großen Marktanteil hält, steht das Unternehmen unter einem gewissen Druck.

Allgemein gelten bei liberalisierten Märkten andere Mechanismen bei der Preisbildung. Dies wirkt sich im Moment deutlich auf die Entstehung der Strompreise an den Strombörsen aus. Während vor der Liberalisierung Durchschnittskosten ermittelt und vereinbart wurden, führt die heutige Preisgestaltung an Energiebörsen dazu, dass die kurzfristigen Grenzkosten für die Preisbildung ausschlaggebend sind (Abbildung 5.1).

GRUNDPRINZIP LIBERALISIERUNG: VON DURCHSCHNITTS- ZU GRENZKOSTEN IN WETTBEWERBSSEGMENTEN

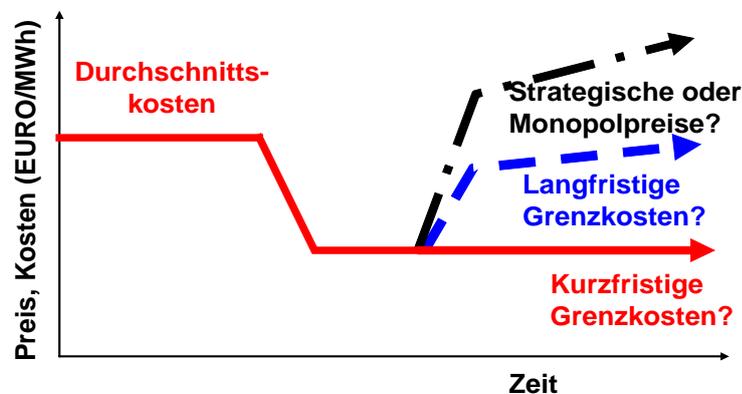


Abbildung 5.1: Auswirkung der Liberalisierung: Übergang von historischen Durchschnittskosten zu Grenzkosten

Quelle: Eigene Darstellung

Darüber hinaus kann es – bei kurzfristigen Kapazitätsengpässen – auch zur sogenannten strategischen Preisbildung kommen, siehe nochmals Abbildung 5.1. Dies ist in weiterer Folge vor allem in Bezug auf die Diskussion um Kapazitätsmärkte von Relevanz.

5.2 Strommarkt

5.2.1 Wettbewerb bei der Strombeschaffung und -erzeugung

Wir betrachten im Folgenden die Preisbildung im Wettbewerbssegment der Stromaufbringung. Vor der Liberalisierung erzeugten die Energieversorgungsunternehmen ihren Strom vorwiegend selbst oder bezogen ihn von einigen wenigen Lieferanten auf Basis von langfristigen Lieferverträgen. Um zu einer transparenteren Preisgestaltung und somit auch zu marktgerechteren Preisen zu gelangen, wurden Strombörsen eingeführt. Die erste europäische Strombörse ist die 1993 gegründete Strombörse Nordpool für Skandinavien. Die meisten weiteren europäischen Strombörsen wurden ab 1999 gegründet, wie etwa 1999 die Amsterdam Power Exchange (APX) oder 2001 die Energy Exchange Austria (EXAA), also die Strombörse für Österreich.

An diesen Börsen werden Strommengen mit unterschiedlicher Fristigkeit gehandelt. Aufgrund begrenzter Übertragungskapazitäten gibt es unterschiedliche Märkte in Europa. Und schließlich sind die Preisbildungsmechanismen interessant, um genauer zu verstehen, welchen Einfluss die erneuerbaren Energien auf die Preisentwicklung an den Strommärkten haben. Auf diese Aspekte wird in den folgenden Abschnitten vertiefend eingegangen.

5.2.2 Segmente von Strommärkten: Kurz- und langfristige Strommärkte unter Wettbewerb, Marktsegmente

In den heutigen Strommärkten werden hinsichtlich der Abhängigkeit von der Zeit folgende Marktsegmente unterschieden:

Langfristig (Monate, Jahre):

- Future-Märkte (Börse, Terminkontrakthandel, standardisiert)
- Forward-Märkte (Bilateral oder Börse, Terminkontrakthandel, nicht standardisiert)

Kurzfristig (Tage, Woche):

- Spotmärkte (Bilateral)
- Pools

Sehr kurzfristig (1/4 Stunde):

- Markt für Ausgleichsenergie

Für diese Marktsegmente werden Strommengen an den europäischen Strombörsen gehandelt. Abbildung 5.2 zeigt das Grundprinzip und die Größenverhältnisse des Marktgleichgewichts zwischen kurz- und langfristigen Märkten: In einem funktionierenden Markt wird der Großteil des Stroms, circa 80 bis 85 %, über langfristige Verträge (Wochen bis Jahre vor der Lieferung) gehandelt, auf dem Spotmarkt (Tage bis Wochen) hingegen nur 15 bis 20 %; das Handelsvolumen für Ausgleichsenergie (1/4 h bis Stunde) umfasst circa 2 bis 5 %.

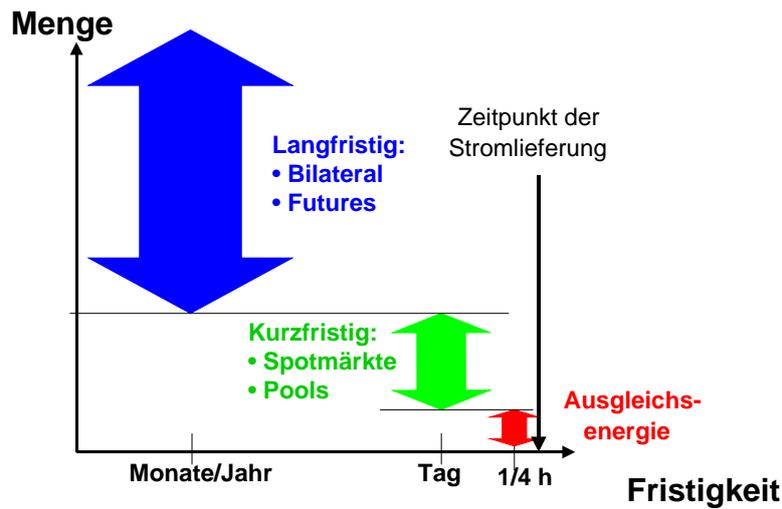


Abbildung 5.2: Segmente von Strommärkten

Quelle: Eigene Darstellung

Bei perfekter Vorhersehbarkeit der benötigten Strommengen ergibt sich in allen Marktsegmenten der gleiche Preis. Unter- oder Überdeckungen in einzelnen Segmenten führen zu kurzfristig steigenden oder sinkenden Preisen.

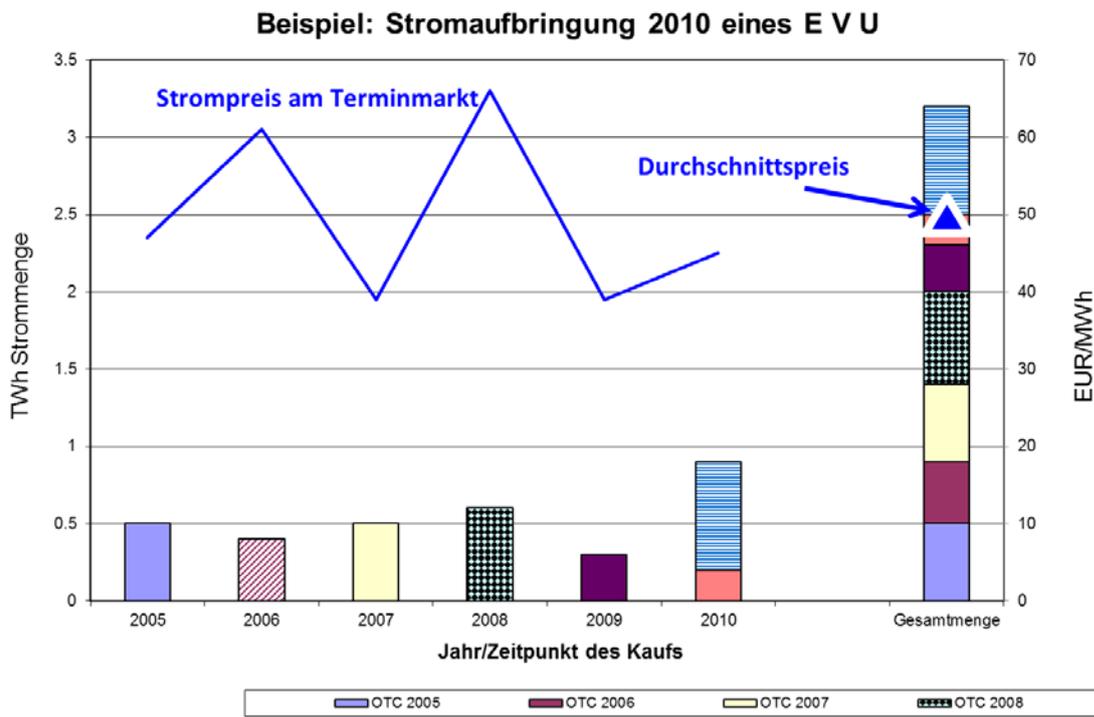


Abbildung 5.3: Stromzukauf und entsprechende Preise eines EVU für einen bestimmten Zeitpunkt, z. B. in 2010; OTC = Over the Counter = Freiverkehr (außerbörslicher Handel)

Quelle: Eigene Darstellung

Diese Möglichkeiten, Strom auf verschiedenen Märkten zu verschiedenen Zeiten zu kaufen bzw. selbst zu erzeugen, führen zu einem breiten Portfolio, aus dem sich die Einstandskosten für das jeweilige Energieversorgungsunternehmen ergeben. Der Strom, der in einem bestimmten Zeitraum vom Energieversorger an seine EndkundInnen verkauft wird, setzt sich also zusammen aus dem Strom, den er zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingekauft hat oder den er selbst erzeugt. Die Einstandskosten setzen sich

aus den vereinbarten Bezugspreisen und den Kosten für die Eigenerzeugung zusammen. Abbildung 5.3 zeigt an einem fiktiven Beispiel, wie sich die Einstandskosten für ein EVU im Jahr 2011 zusammensetzen: aus Anteilen, die in den Jahren 2005 bis 2010 über langfristige Verträge erworben wurden, aus einem Spotmarktanteil aus 2011 und einem Anteil an Eigenerzeugung.

5.2.3 Relevanter Strommarkt für Wien

In Europa ist der Handel von Strom nicht auf einzelne Staaten beschränkt, vielmehr bestehen internationale Märkte mit jeweils mehreren Ländern. Einen EU-weiten Strommarkt gibt es aus unterschiedlichen Gründen noch nicht. Ein technischer Grund sind begrenzte Übertragungskapazitäten zwischen einzelnen Ländern.

Die verschiedenen Europäischen Strommärkte sind in Abbildung 5.4 dargestellt. Österreich ist Teil des westeuropäischen Markts mit Frankreich, Niederlande, Belgien, Deutschland und der Schweiz. Inzwischen haben sich Polen, Tschechien und die Slowakei fast vollständig in diesen Markt integriert.

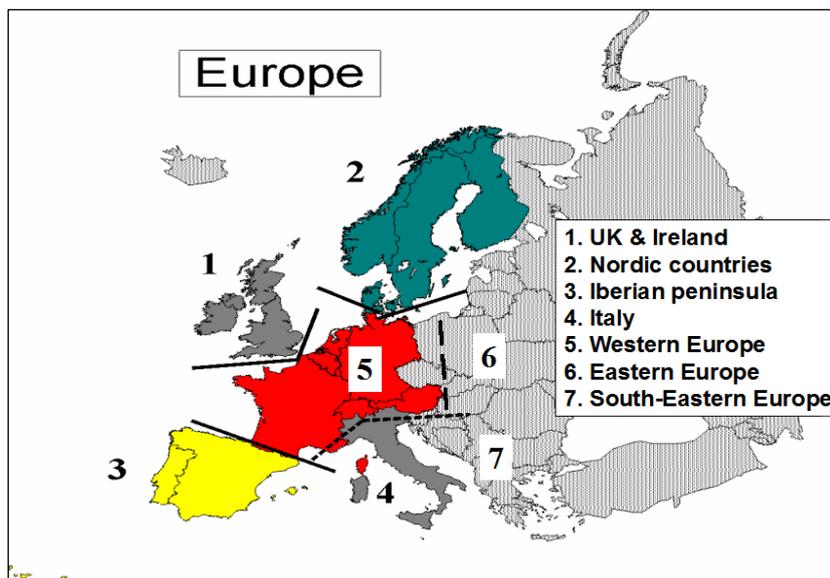


Abbildung 5.4 : Teilmärkte für Strom in Europa, getrennt durch begrenzte Übertragungskapazitäten
Quelle: Haas et al. (2009)

Tabelle 5-1 gibt eine Übersicht zu den Energiebörsen des westeuropäischen²⁵ Strommarkts.

Seit 2008 sind die Preise auf diesen Märkten sehr ähnlich. Dies ist in Abbildung 5.5 und Abbildung 5.6 mit den monatlichen Börsenpreisen von Österreich (EXAA), Deutschland (EEX), Polen (PolPX) und Tschechien (OTE) gut erkennbar. Lediglich Italien (IPEX) weicht deutlich davon ab. Dies führt unter anderem dazu, dass sich die Auswirkungen der deutschen Energiewende praktisch vollständig auf die Strompreise im österreichischen Strommarkt auswirken. Die für Wien Energie relevanten Börsenpreise für Strom werden daher unter anderem vom Atomausstieg wie auch vom Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland beeinflusst, natürlich auch vom Ausbau österreichischer Erzeugungskapazitäten aus erneuerbaren Energien.

²⁵ Man spricht weiterhin vom westeuropäischen Strommarkt, weil Ausgangs- und Schwerpunkt in den westeuropäischen Ländern liegen. Polen und Tschechien sind später dazu gekommen.

Tabelle 5-1: Energiebörsen des Westeuropäischen Markts

| Land | Börse |
|---|--|
| Österreich | Energy Exchange Austria EXAA |
| Deutschland | European Energy Exchange EEX |
| Frankreich | Powernext |
| Spotmarkt für Deutschland, Frankreich, Österreich und die Schweiz | EPEX SPOT (Paris) |
| Polen | PolPX |
| Tschechien | OTE |
| Niederlande, Belgien | APX Group (Belpex – Belgian Power Exchange ist nach Fusion Teil der APX) |

Quelle: Eigene Darstellung

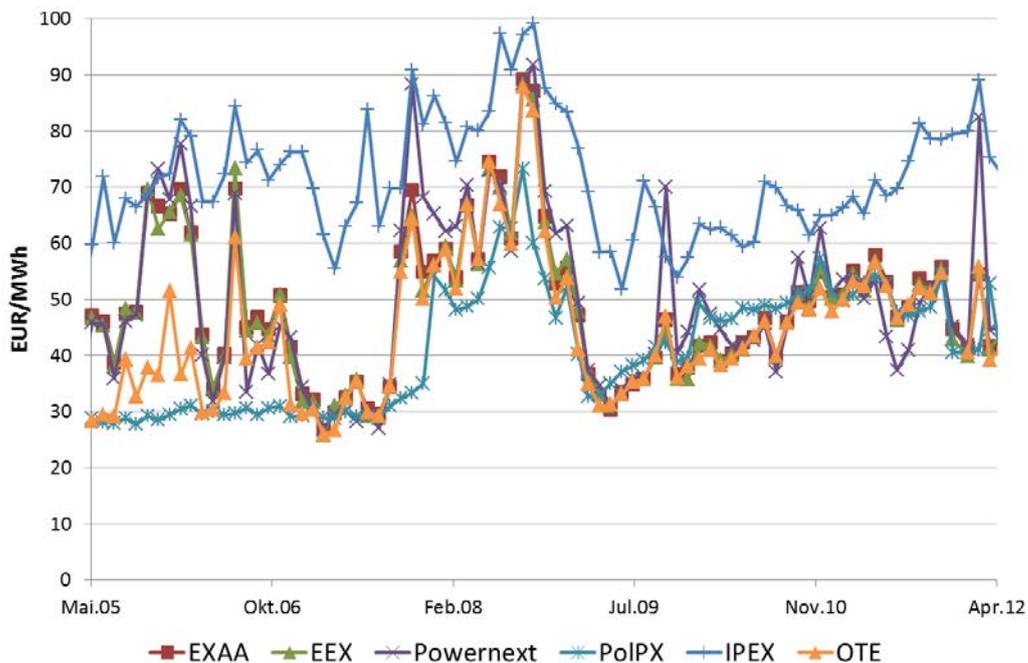


Abbildung 5.5: Monatliche Strompreise Spotmarkt: EEX Mittel und EXAA Mittel (Österreich), PolPX (Polen), OTE (Tschechien), IPEX (Italien)

Quelle: Eigene Darstellung

Interessanterweise hat Italien noch einen eigenständigen Strommarkt, sodass vorläufig ein Ausbau von Windkraft und Photovoltaik in Italien keine Auswirkungen auf Österreich haben würde. Allerdings strebt die EU-Kommission einen EU-weiten Energiemarkt an, die bestehenden Flaschenhälse zwischen den heutigen Strommärkten sollen mittelfristig behoben werden [Europäische Kommission (2012)].

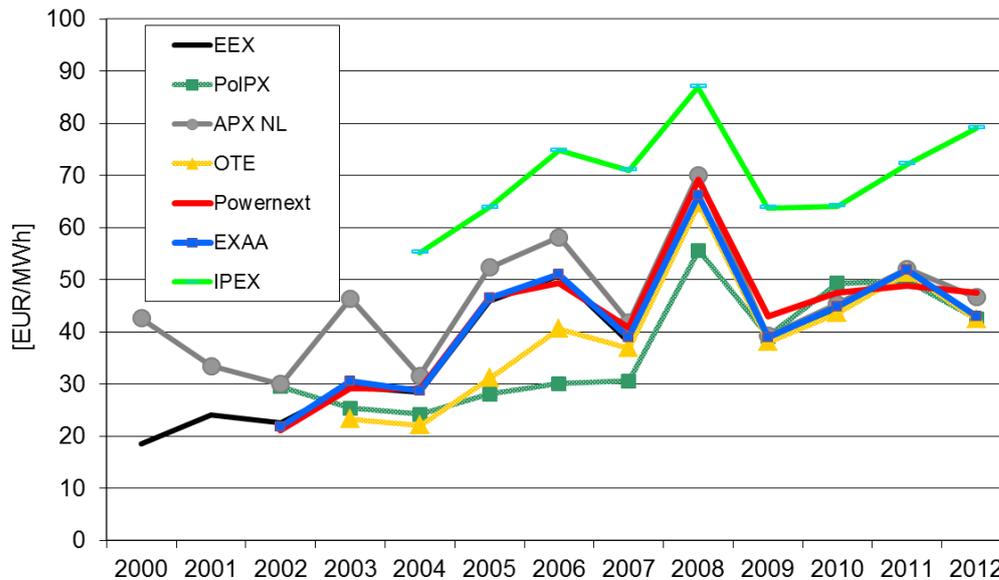


Abbildung 5.6: Durchschnittliche jährliche Strompreise: Spotmarkt EEX Mittel und EXAA Mittel (Österreich), PolPX (Polen), OTE (Tschechien), IPEX (Italien)
Quelle: Eigene Darstellung

5.2.4 Preisbildung in den Spotmärkten für Strom

Auch der Preisbildung an den Spotmärkten für Strom liegt der klassische Mechanismus von Angebot und Nachfrage zugrunde²⁶. Da an den Spotmärkten kurzfristige Leistungen gehandelt werden, sind für die Kraftwerksbetreiber die variablen Kosten ausschlaggebend. Sobald der Preis über den variablen Kosten, also vorwiegend den Brennstoffkosten, liegt, ist es für die Betreiber interessant, das Kraftwerk laufen zu lassen, weil so Deckungsbeiträge zur Finanzierung der Fixkosten realisiert werden können. Da die unterschiedlichen Kraftwerkstypen jeweils ähnliche Kostenkurven aufweisen, ergeben sich mehrere Stufen. Man spricht hier von Merit Order (englisch für Wert-Reihenfolge), da sich die Reihenfolge, ab welchem Preis wer Strom anbietet, kurzfristig nicht ändert. Die Merit Order-Angebotskurve begann früher mit den Wasserkraftwerken, da sie quasi ohne variable Kosten laufen. Bei Atomkraftwerken sind die variablen Kosten sehr niedrig, daher „folgen“ sie der Wasserkraft in der Merit Order. Deutlich spürbar sind die Brennstoffkosten bei Kohlekraftwerken und eben auch bei gasbetriebenen Kraftwerken, wie sie zum Beispiel in Wien installiert sind (Abbildung 5.7).

Die Nachfragekurve ist hingegen nahezu senkrecht, da es praktisch keine Preissignale für KleinkundInnen gibt. Wenn der Strombedarf hoch ist, dann steht die Nachfragekurve weiter rechts. Der für alle Börsenteilnehmer gültige Marktpreis leitet sich dann aus den variablen Kosten der alten Kohlekraftwerke ab. Wenn die Nachfrage nicht so hoch ist, dann verläuft die Nachfragekurve weiter links (gestrichelte Linie in Abb. 5.8.). Der für alle Börsenteilnehmer gültige Marktpreis leitet sich dann aus den variablen Kosten z.B. der neuen Kohlekraftwerke ab.

²⁶ Die folgenden Ausführungen basieren z.B. auf Haas et al. (2009)

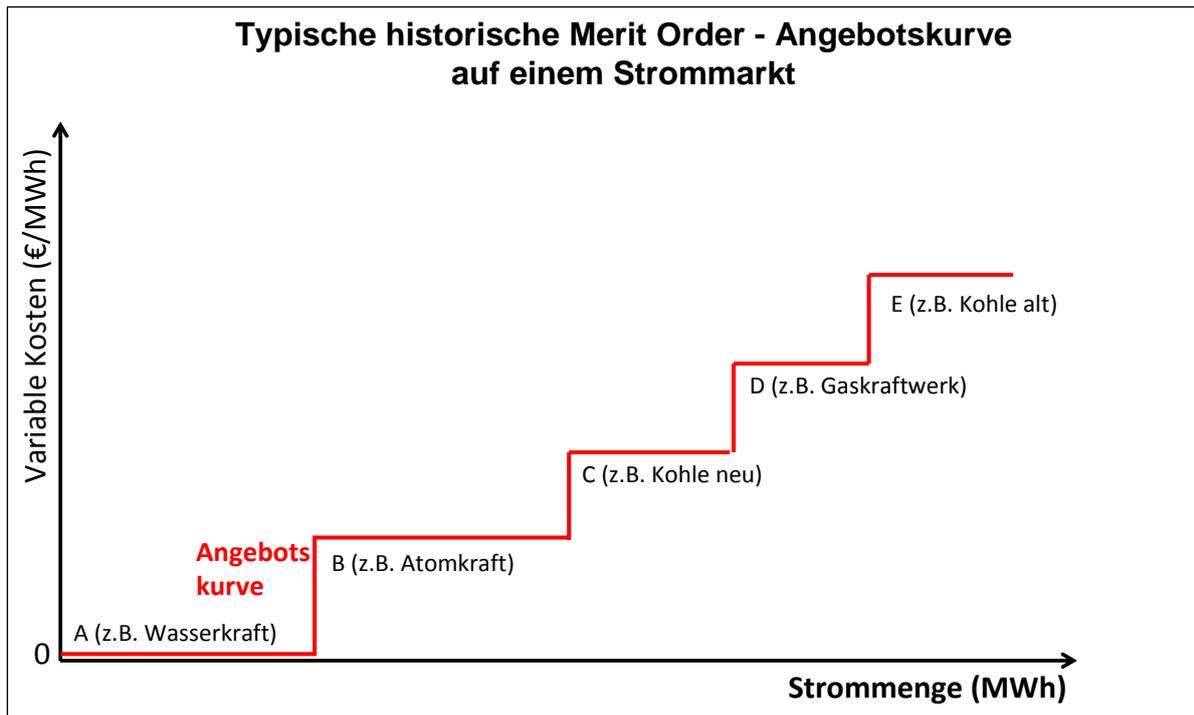


Abbildung 5.7: Typische historische Merit Order-Angebotskurve auf einem Strommarkt zu einem bestimmten Zeitpunkt (inkl. Wasserkraft)

Quelle: Eigene Darstellung

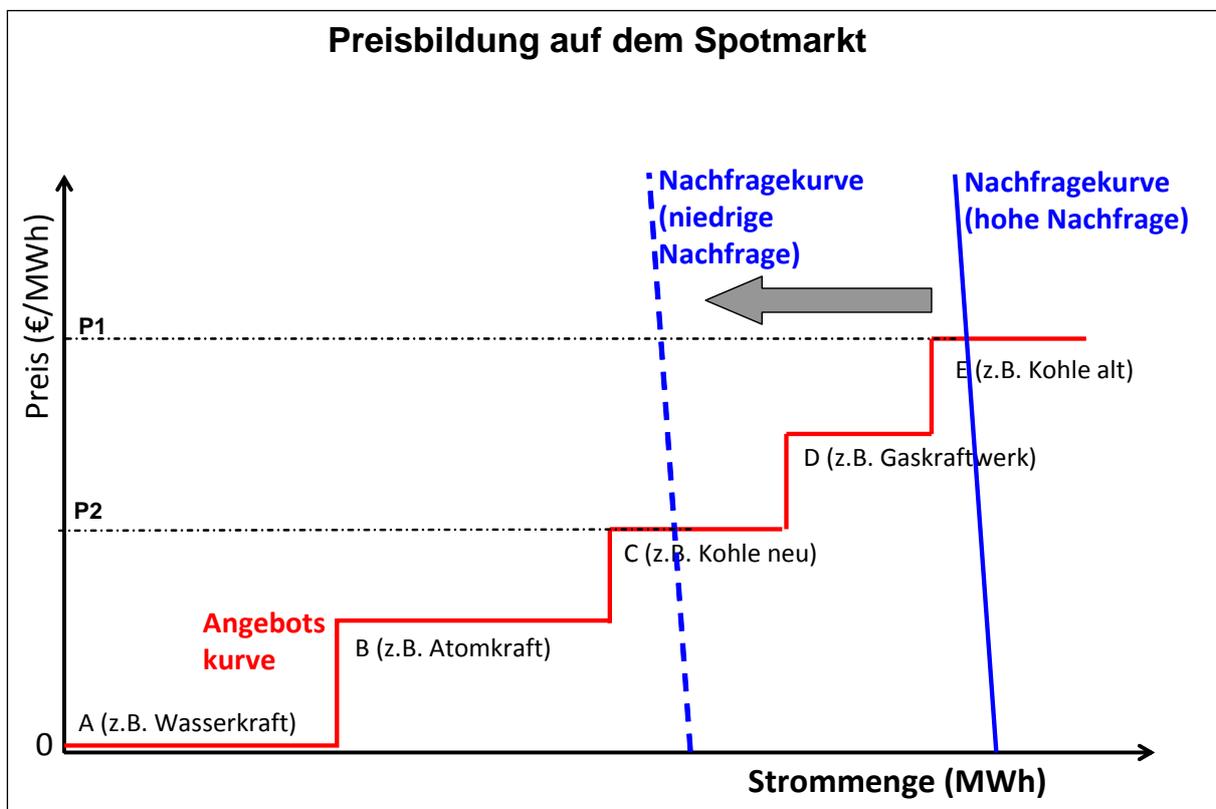


Abbildung 5.8: Preisbildung auf dem Spotmarkt bei hoher und niedriger Nachfrage

Quelle: Eigene Darstellung

Anhand dieser Abbildung lassen sich nun einige Sachverhalte nachvollziehen, zum Beispiel die bisherige Logik für die Modernisierung des Kraftwerksparks. Da die variablen Kosten für veraltete Kraftwerke immer besonders hoch sind, können modernere Kraftwerke immer dann viel Geld verdienen, wenn die Nachfrage hoch ist und die variablen Kosten für die alten Kraftwerke für die Bildung des Strompreises ausschlaggebend sind. Bei geringer Stromnachfrage bleiben die alten Kraftwerke abgeschaltet, der Strompreis ist niedriger und somit erwirtschaften die verbleibenden Marktteilnehmer auch niedrigere Deckungsbeiträge.

5.2.5 Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf die Preise an den Spotmärkten

Nun wurden insbesondere in Deutschland, aber auch in Österreich und anderen europäischen Ländern, in den vergangenen Jahren die erneuerbaren Energien deutlich ausgebaut, und zwar vorwiegend Windkraft und Photovoltaik. Diese Erzeugungstechnologien zeichnen sich dadurch aus, dass sie je nach Wetterlage verfügbar sind und dann keine variablen Kosten aufweisen, denn Wind und Sonne sind umsonst. Um die Errichtung der Anlagen überhaupt finanzierbar zu machen, erhalten die meisten derartigen Anlagen in Österreich und Deutschland für den eingespeisten Strom eine Vergütung. Der Strom selbst wird dann in das Netz eingespeist, ohne dass er an der Börse gehandelt wird (Abbildung 5.9). Die Angebotskurve verschiebt sich dadurch nach links und der Preis fällt trotz hoher Nachfrage auf das niedrigere Preisniveau P2.

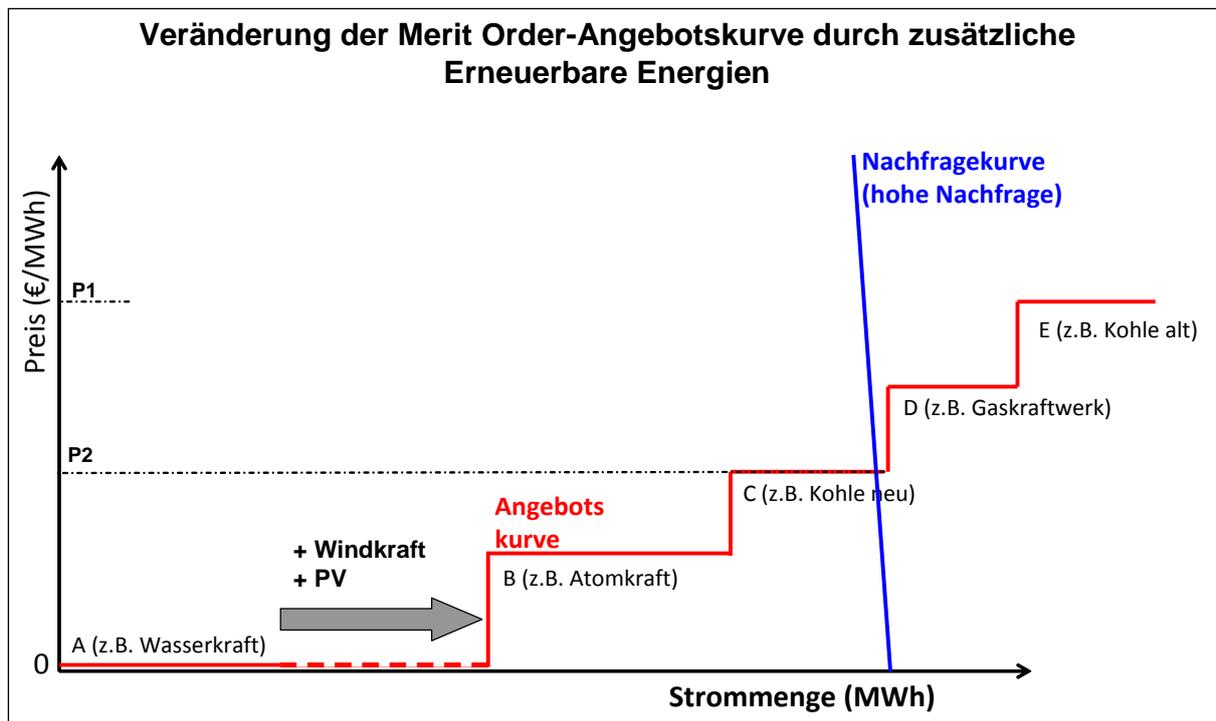


Abbildung 5.9: Merit Order-Angebotskurve auf einem Strommarkt mit zusätzlichen Windkapazitäten (inkl. Wasserkraft) zu Schwachlastzeiten an einem schönen Sommertag, basierend auf kurzfristigen Grenzkosten der Stromerzeugung für konventionelle Kapazitäten

Quelle: Eigene Darstellung

Um die bemerkenswerten Auswirkungen insbesondere der Photovoltaik nachzuvollziehen, muss man sich vor Augen führen, dass die Stromnachfrage über den Tagesverlauf schwankt. In den Nachstunden ist die Nachfrage eher niedrig, besonders

hoch ist die Stromnachfrage in der Mittagszeit. Um derartige Spitzen abzudecken, werden (etwas vereinfacht dargestellt) im Sommer vorwiegend die Pumpspeicherkraftwerke genutzt. Im Winter wird sowohl die Fahrweise der Gaskraftwerke angepasst als auch Pumpspeicherkraftwerke genutzt.

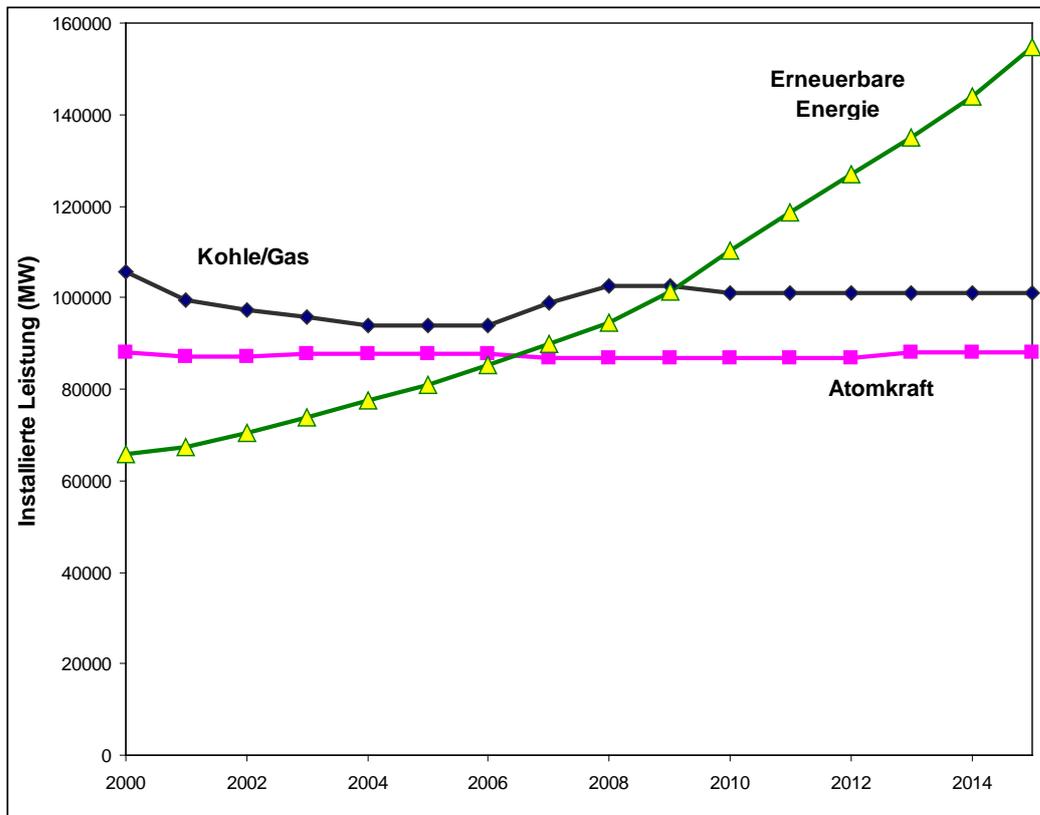


Abbildung 5.10: Ausbau der erneuerbaren Energien in Mitteleuropa
Quelle: Haas (2012)

Abbildung 5.10 zeigt den starken Anstieg des Ausbaus der Erneuerbaren in Mitteleuropa. Beispielsweise wurden in den vergangenen Jahren in Deutschland die Kapazitäten an Photovoltaik deutlich ausgebaut. Allein in 2012 wurde eine Kapazität von fast 8.200 MW (Vorjahr 7.500 MW) errichtet, sodass Ende 2012 eine Kapazität von 32.400 MW (Vorjahr 24.800 MW) installiert war [Burger (2013)]. Die 32.400 MW entsprechen der Leistung von circa. 30 typischen Atomkraftwerken (1.100 MW) oder dem 46-fachen der Leistung des in 2008 modernisierten Kraftwerks Simmering I (700 MW_{el}).

Nun muss man natürlich beachten, dass konventionelle Kraftwerke rund um die Uhr laufen können, während Photovoltaikanlagen ihre volle Leistung nur bei voller Einstrahlung und beim optimalen Einfallswinkel bringen. Da aber gerade in der Mittagszeit die Sonne hoch steht, wirkt sich das Stromangebot aus den vielen deutschen Photovoltaikanlagen insbesondere bei gutem, aber auch bei etwas wechselhaftem Wetter als Preisdrücker für den Spotmarkt aus – man spricht hier von der „Solardelle“. In Abbildung 5.11 ist diese Solardelle gut zu erkennen: Da sich ein schönes Wetter abzeichnete, ist über die Mittagszeit zwischen 11 Uhr und 14 Uhr der Spotmarktpreis deutlich gefallen.

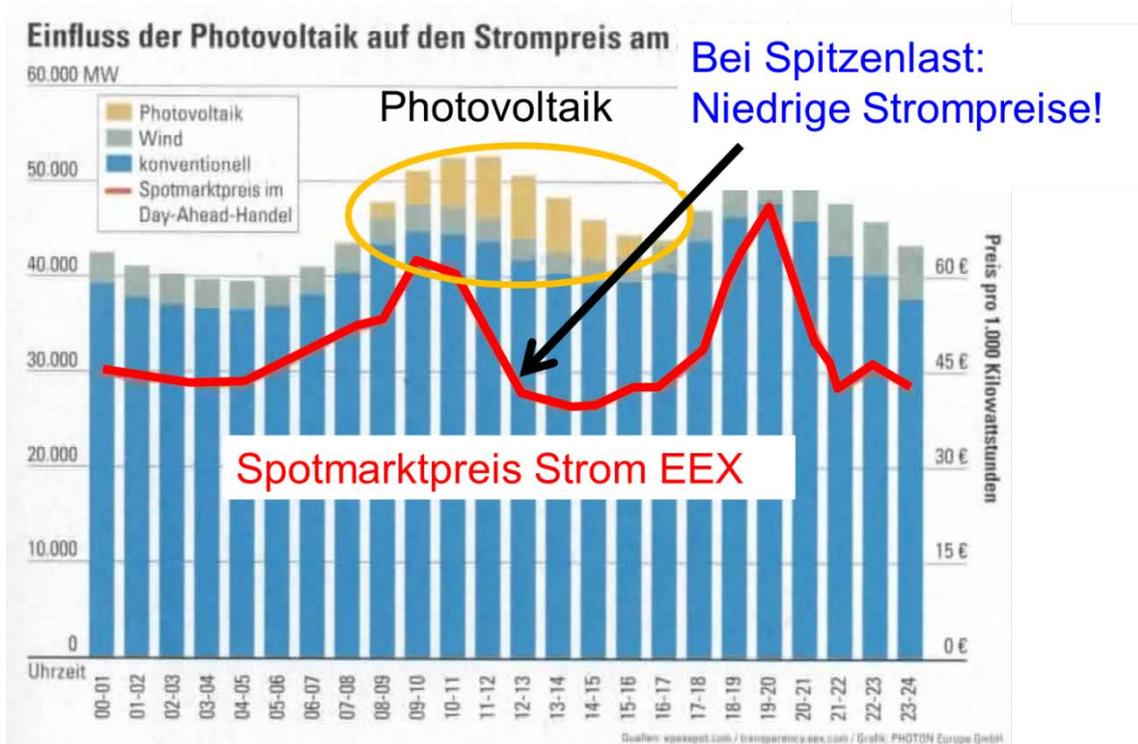


Abbildung 5.11: Beispiel für den Einfluss von PV-Kapazitäten auf die Preisentwicklung im deutschen Strommarkt EEX am 22. Oktober 2011

Quelle: Photon Europe (2011)

Natürlich wirkt sich auch die Windenergie auf die Preisentwicklung in den Spotmärkten aus. In Abbildung 5.12 sind die Mengen und Preise über eine ganze Woche abgebildet.

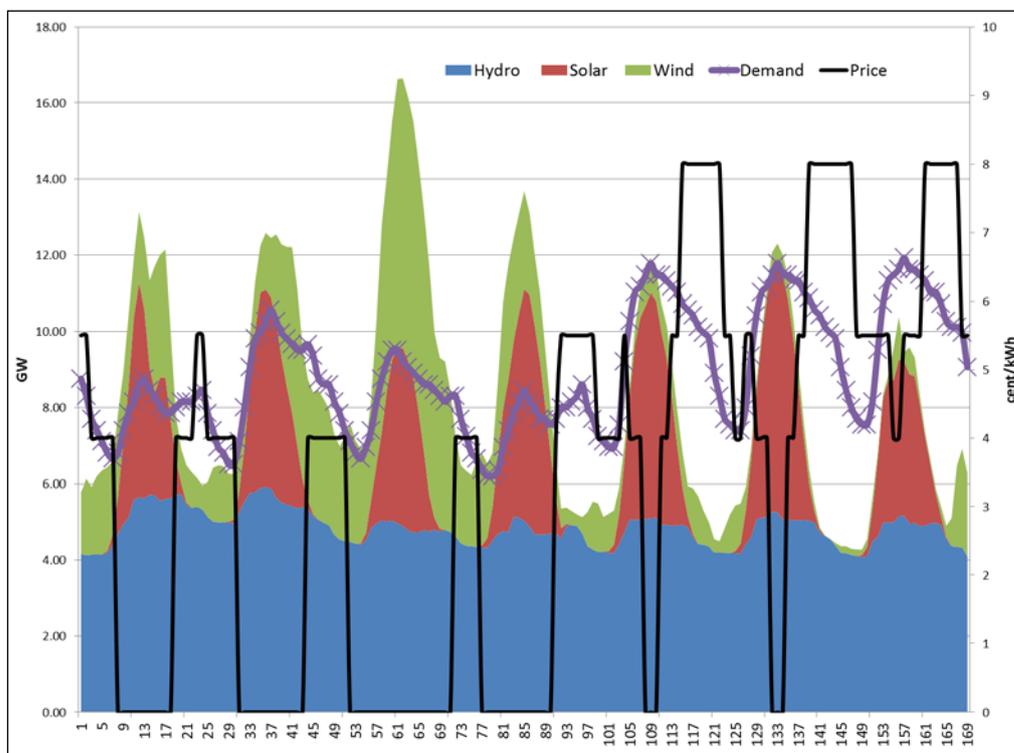


Abbildung 5.12: Entwicklung der Stromerzeugung aus Windkraft, PV und Wasserkraft über eine Woche im Sommer auf stündlicher Basis im Vergleich zur Nachfrage und daraus resultierende Strompreise am Spotmarkt mit Gesamtkosten für konventionelle Kapazitäten

Quelle: Haas et al. (2012b)

Da die verfügbaren Mengen an erneuerbaren Energien die Nachfrage an den Spotmärkten überschritten haben, fielen die Preise auf Null. Hier sei daran erinnert, dass nicht die gesamte Strommenge an Spotmärkten gehandelt wird, sondern die Grundlast langfristig im Voraus beschafft wird.

Für die Solardelle ist derzeit fast ausschließlich der Zubau an PV-Anlagen in Deutschland verantwortlich (Abbildung 5.13). Allerdings ist damit zu rechnen, dass auch in Österreich und Frankreich zukünftig in nennenswertem Umfang Photovoltaikanlagen errichtet werden (siehe Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen, Grid-Parity).

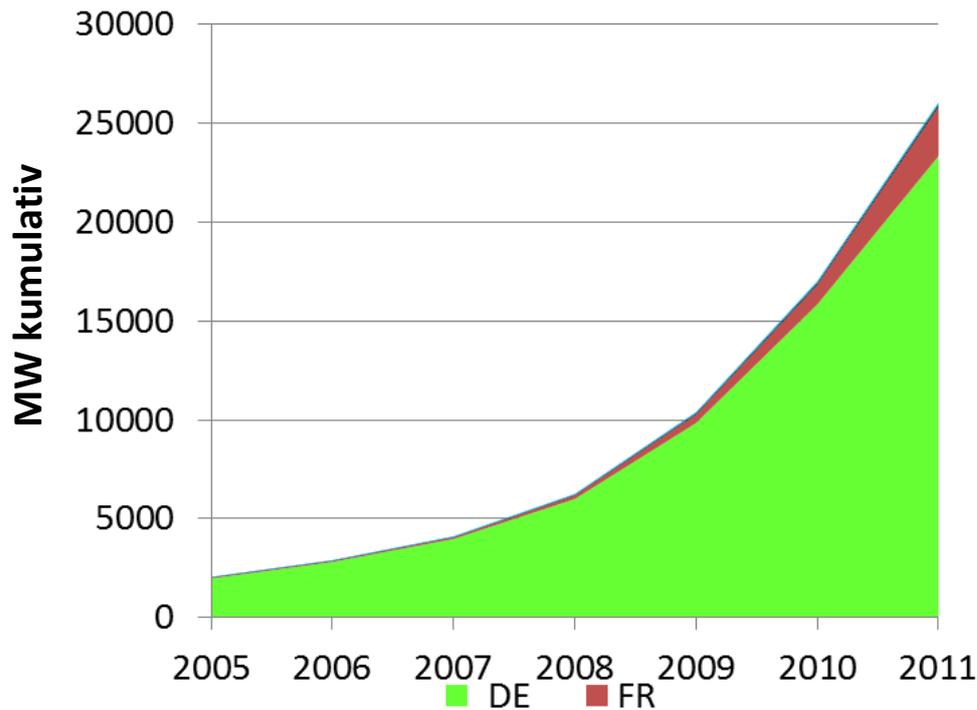


Abbildung 5.13: Entwicklung der kumulierten PV-Kapazitäten in Deutschland (DE), Frankreich, (FR) Österreich (AT) und der Schweiz (CH) zwischen 2005 und 2011

Quelle: Haas et al. (2012b)

5.2.6 Auswirkungen der Erneuerbaren Energien auf die Rentabilität von konventionellen Kraftwerken, Diskussion um Kapazitätsmärkte

Die vorstehend geschilderten Entwicklungen der Preise an den Spotmärkten wirken sich zuallererst auf die Rentabilität von Kraftwerken aus, die speziell für die Spotmärkte vorgesehen sind, das sind die schnell hoch- und runterfahrbaren Gaskraftwerke. Früher liefen diese Gaskraftwerke typischerweise 4.000 bis 6.000 Volllaststunden im Jahr [Haas et al. (2012b)].

Aber wie verändert sich das Angebotsverhalten von Gaskraftwerken, wenn die Volllaststunden auf 1.000 bis 2.000 Stunden pro Jahr sinken? Abbildung 5.15 zeigt die gesamten (langfristigen) und die variablen (kurzfristigen) Grenzkosten der Stromerzeugung eines GuD-Kraftwerks in Abhängigkeit von den Volllaststunden pro Jahr. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Anteil der fixen Kosten bei niedriger Volllaststundenzahl (z. B. 1.000 h/a) merklich höher ist als bei hoher Volllaststundenzahl (z.B. 6.000 h/a).

Früher, bei hoher Volllaststundenzahl und zugleich immer wieder hohen Marktpreisen (wenn auch die alten Kohlekraftwerke zugeschaltet werden mussten und dann den Preis bestimmten), war es wesentlich einfacher, Deckungsbeiträge für nicht abgeschriebene GuD-Anlagen zu lukrieren, als in einem Markt mit circa 1.000 Volllaststunden pro Jahr. In der neuen Marktsituation mit geringeren Volllaststunden und meist niedrigeren Spotmarktpreisen können die Investitionskosten kaum noch verdient werden. Dem entsprechend hat Vattenfall im Herbst 2012 den Wert seiner Gaskraftwerke auf den Wert Null abgeschrieben [FTD (31.10.2012)].

Dies führt zur Erkenntnis, dass nur durch Preisbildung basierend auf langfristigen Grenzkosten bzw. **kurzfristigen strategischen Preisen** die Wirtschaftlichkeit sichergestellt werden kann. Zudem erhält die Bereitschaftshaltung einen viel höheren Stellenwert. Das heißt, die Eigentümer von Kohle-, Gas- oder Biomassekraftwerken werden nur dann Strom am Spotmarkt anbieten, wenn sie auch einen Deckungsbeitrag für die Investitionen erwarten können, d.h. wenn der Strompreis höher ist als die variablen Kosten (oder es gibt Kapazitätsmärkte).

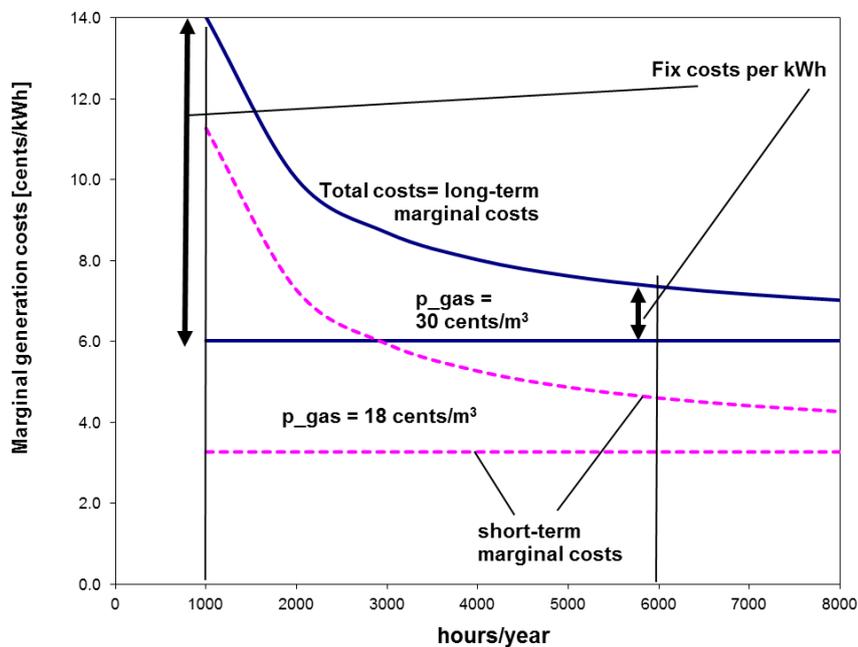


Abbildung 5.14: Gesamte (langfristige) und variable (kurzfristige) Grenzkosten der Stromerzeugung eines GuD-Kraftwerks in Abhängigkeit von den Volllaststunden pro Jahr
Quelle: Haas et al. (2012b)

Preisentwicklung

Hinzu kommt, dass die Preise an dem westeuropäischen Spotmarkt bereits 2010 rückläufig waren und die Tendenz weiter angehalten hat. Der Vergleich der Spotpreise des 4. Quartals 2008 (Abbildung 5.15) mit dem gleichen Quartal in 2010 (Abbildung 5.16) lässt dies deutlich erkennen.

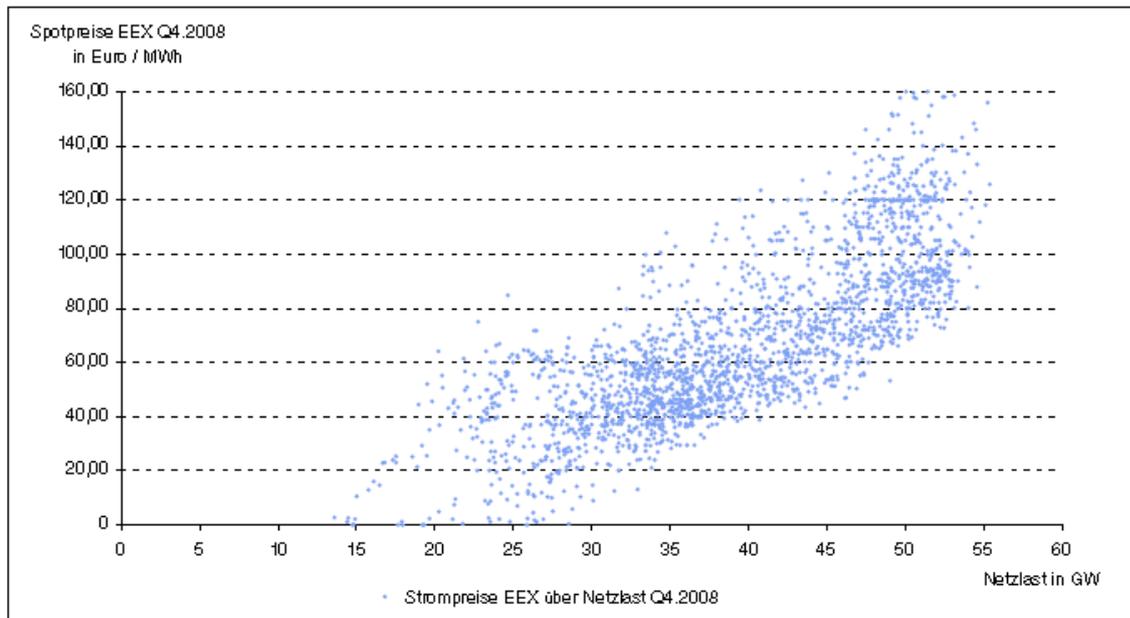


Abbildung 5.15: Entwicklung der Preisspreads im Spotmarkt im vierten Quartal 2008

Quelle: LBD (2011)

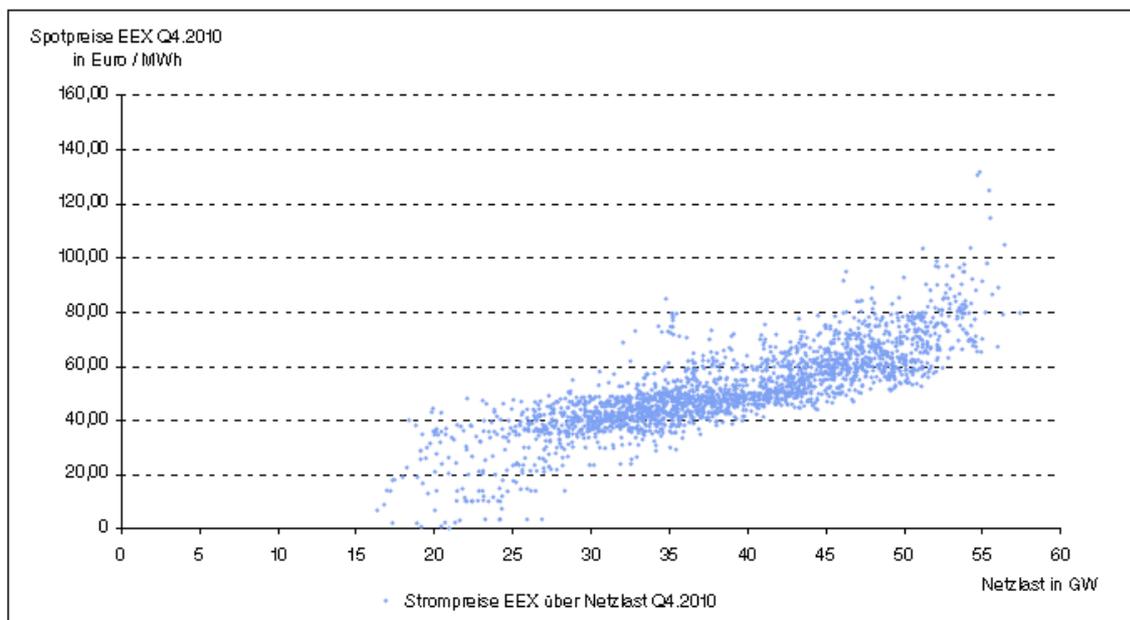


Abbildung 5.16: Entwicklung der Preisspreads im Spotmarkt im vierten Quartal 2010

Quelle: LBD (2011)

Weiters drückt die Entwicklung am Spotmarkt auch auf die Preise der Terminmärkte. Betrachtet man die Entwicklungen von 9/2010 bis 9/2011, dann ist zunächst der Anstieg der Preise in Reaktion auf das Atomkraft-Moratorium in Deutschland nach den Ereignissen in Fukushima zu erkennen (Abbildung 5.17). Nach dieser grundlegenden Anpassung sind die Preise aber wieder rückläufig. Insbesondere lagen im September 2011 die Preise für die Lieferungen in 2012 eher leicht über als unter den Preisen für Lieferungen in 2013 und 2014, was darauf hindeutete, dass die Marktteilnehmer langfristig mit fallenden Preisen rechnen [LBD (2011)]. Der Blick auf die Marktdaten für Grundlast im Jahr 2013 (Phelix Baseload Year Futures (Cal-13)) bestätigt die Einschätzung von Ende 2011. Seit September 2011 sind die Preise für Baseload in den Jahren 2013 und 2014 weiter gefallen (Abbildung 5.18).

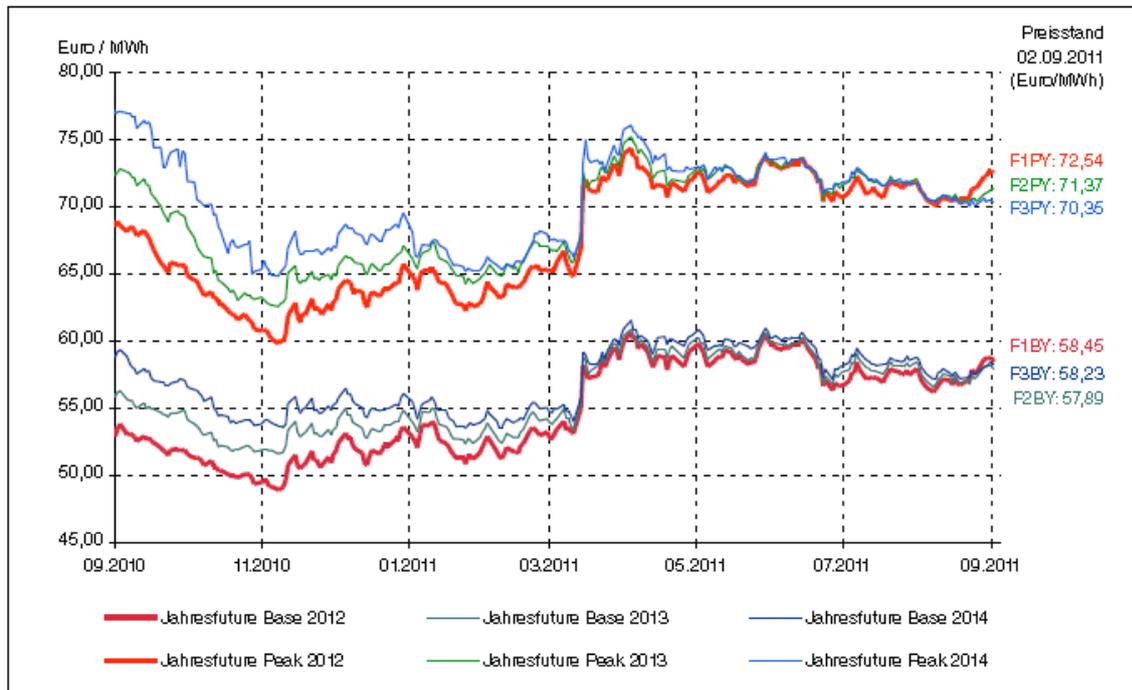


Abbildung 5.17: Preisentwicklung am Terminmarkt

Quelle: LBD (2011)

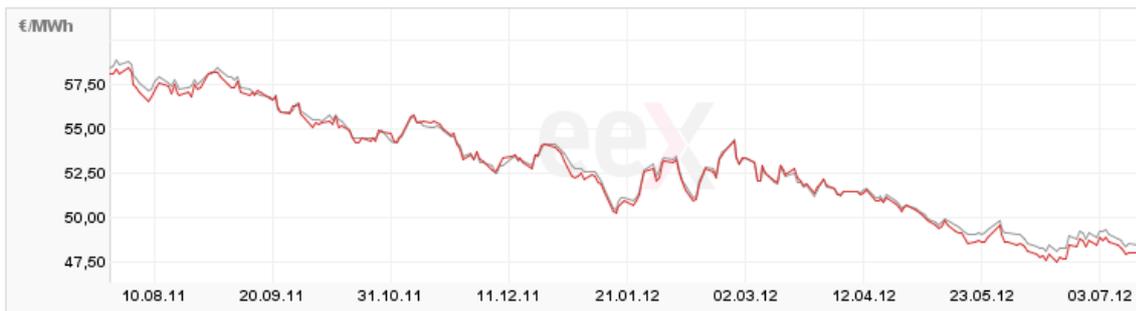


Abbildung 5.18: Preise Phelix Baseload Year Futures Cal-13, (für 2013, Rot) und Cal-14 (für 2014, grau)

Quelle: EEX (2012)

Abschaltung alter Reservekraftwerke, Rückgang des Investitionsanreizes

Dieser Rückgang der Nachfrage samt dem deutlichen Preisverfall zeigt seine Wirkung bei den Planungen zum Betrieb von bestehenden Kraftwerken und bei der Planung von neuen Anlagen. Für die Stilllegung von Kraftwerken gibt es verschiedene Gründe. Bislang war häufig ein Grund, dass die Genehmigung neuer Anlagen mit der Auflage verbunden war, ineffizientere ältere Anlagen stillzulegen. Weitere Gründe sind die Kosten für höhere Umweltschutzaufgaben. Neu hinzu kommt nun der Effekt, dass die Kraftwerke nicht mehr genügend laufen. Laut Zeitungsmeldungen plant E.ON, in 2013 und 2014 in Süddeutschland (Bayern und Hessen) drei GuD-Kraftwerke mit einer Kapazität von rund 1.400 MW vom Netz zu nehmen. Diese Anlagen zur Abdeckung von Spitzenlasten weiter auf Stand-by zu halten, ist nicht mehr wirtschaftlich, u.a. weil sie in 2011 weniger als 100 Stunden gelaufen sind [FTD (14.05.2012)]. Diese Pläne sind hinsichtlich der Netzstabilität problematisch, weil insbesondere im Süden von Deutschland Kraftwerkskapazitäten als Backup für erforderlich gehalten werden.

Laut EWI (2012) (S. 30f) führt das wachsende Angebot an Strom aus Wind und Photovoltaik dazu, dass es derzeit in Deutschland (und dies dürfte dann auch für Österreich gelten) unter den gegebenen Marktbedingungen nicht mehr rentabel erscheint, neue fossile Kraftwerke zu bauen. Diese Einschätzung wird aber nicht durchgängig geteilt [z.B. Nicolosi (2012)].

Überlegungen zu Kapazitätsmärkten

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen wird seit 2011 zunächst in Deutschland und in der Folge auch in Österreich die Einführung von Kapazitätsmärkten diskutiert. Die Grundidee von Kapazitätsmärkten besteht darin, dass bereits die Bereitstellung von Stromerzeugungskapazität über einen Marktmechanismus bepreist und bezahlt wird. Kapazitätsmärkte für Regenergie etwa gibt es bereits in anderen Europäischen Mitgliedsstaaten wie etwa in Italien, Irland, Spanien, Portugal und Griechenland [Kratena (2011), Lawlor (2012), Nies (2012), Süßenbacher et al. (2011)]. So gibt es etwa in Österreich und Deutschland bereits Kapazitätsmärkte für **Regenergie**. Hier werden Kapazitäten gehandelt, die für den Ausgleich von Netzschwankungen im Bereich von Sekunden, Minuten oder Stunden Kapazität anbieten, die von den Netzgesellschaften bei Bedarf abgerufen werden können [Austrian Power Grid (2013), regelleistung.net (2013)]. Die für Regenergie erforderlichen Kapazitäten sind im Vergleich zu den für die gesamte Stromversorgung erforderlichen Kapazitäten gering. Mithin ist der Markt für Regenergie klein. Eine Anwendung eines Kapazitätsmechanismus auf die gesamte Stromerzeugung (oder auf nennenswerte Teile davon) würde also eine grundlegende Veränderung des bisherigen Marktdesigns bedeuten.

Vor diesem Hintergrund wurden in Deutschland in kurzer Folge mehrere Studien erstellt, die die Notwendigkeiten, Anforderungen und Ausgestaltungsmöglichkeiten von Kapazitätsmärkten betrachteten [BET (2011), LBD (2011), Germanwatch (2012), EWI (2012), Nicolosi (2012), Matthes et al. (2012)]. Auch in Fachkreisen wird das Thema kontrovers diskutiert. Unterschiede bestehen unter anderen in der Frage, ob die Kapazitätsmärkte auf fossil befeuerte Großanlagen und Pumpspeicherkraftwerke beschränkt oder ob sie technologieoffen ausgestaltet werden sollen. In einer vergleichenden Betrachtung der bestehenden Studien und Vorschläge kommt Nicolosi (2012) von Ecofys im Auftrag des deutschen Umweltbundesamtes u.a. zu folgenden Einschätzungen:

Aus den vorgestellten Studien über den Bedarf für Kapazitäts-Mechanismen kristallisieren sich zwei unterschiedliche Ansätze zur Sicherung der Versorgung heraus: Die strategische Reserve (Consentec, 2012 und r2b, 2012) und umfassende Kapazitätsmärkte in Form von Versorgungssicherheitsverträgen (EWI, 2012). Das Konzept der strategischen Reserve dient als Versicherungslösung für einen zumindest in der mittleren Frist funktionierenden Energy-only-Markt²⁷. Umfassende Kapazitätsmärkte, wie das Konzept der Versorgungssicherheitsverträge, basieren entweder auf der Annahme, dass der Energy-only-Markt versagt und Kraftwerke zusätzliche Einnahmen benötigen, um wirtschaftlich zu sein, oder dass der Energy-only-Markt zwar funktioniert, aber nicht ausreichende Kapazitäten in Deutschland entstehen, um das Ziel der Versorgungssicherheit bei nationaler Sichtweise zu erreichen.”
(a.a.O. S. i)

Der Verfasser schließt daraus:

„Da derzeit keine hinreichenden Anzeichen vorliegen, dass der Energy-only-Markt die aktuellen Herausforderungen nicht bewältigen kann, birgt ein tiefer Regulierungseingriff in Form eines umfassenden Kapazitätsmarktes mit Versorgungssicherheitsverträgen

²⁷ Ein Energiemarkt, in dem es keine Entlohnung für Bereitstellung von Kapazitäten gibt.

erhebliche und unnötige regulatorische Risiken. Zudem ist die Einführung von umfassenden Kapazitätsmärkten praktisch irreversibel, da sie zum einen auf sehr langfristige Verträge und daran gekoppelte Investitionsentscheidungen abzielen und zum anderen zukünftige Neuinvestitionen ohne Kapazitätzahlungen für Marktteilnehmer unakzeptabel machen. [...] Die strategische Reserve ist verhältnismäßig leicht aufzubauen, kostengünstig und reversibel. Bei sich ändernden Rahmenbedingungen kann die strategische Reserve planmäßig wieder abgebaut werden. (a.a.O. S. iv f.)“

Die Debatte um Kapazitätsmärkte ist mit diesen Einschätzungen noch lange nicht abgeschlossen. Auch gibt es derzeit bis 2020 keine Anzeichen einer dramatischen Notwendigkeit dieser Kapazitätssicherungen. Allerdings muss man sich zunächst von der Vorstellung verabschieden, dass sich der Strompreis aus den kurzfristigen Grenzkosten ergibt, siehe Diskussion zu strategischen Preisen oben! Dann werden sich vielleicht einige der heute aufgestellten Forderungen von selbst erledigen.

5.2.7 Der Einfluss der CO₂-Zertifikatspreise

Mit dem Jahr 2013 begann die dritte Handelsperiode des Europäischen Emissionshandels (ETS). Bereits in den Handelsperioden 2005-2007 und 2008-2012 wirkte sich der Emissionshandel phasenweise auf die Strompreise sowie auf die Erlöse von Energieversorgern aus. So beeinflussen beispielsweise einerseits Preisschocks auf den Emissionszertifikate-, Öl- und Erdgasmärkten direkt das Niveau der Stromgroßhandelspreise. Andererseits können Schocks auf den „vorgelagerten“ Märkten auch zu geänderten fundamentalen Preisbildungsmechanismen führen. Während der ersten Phase des EU-ETS (2005-2007) war empirisch eine Kausalität von CO₂-Zertifikatspreisen hin zu Strompreisen feststellbar (Abbildung 5.19).

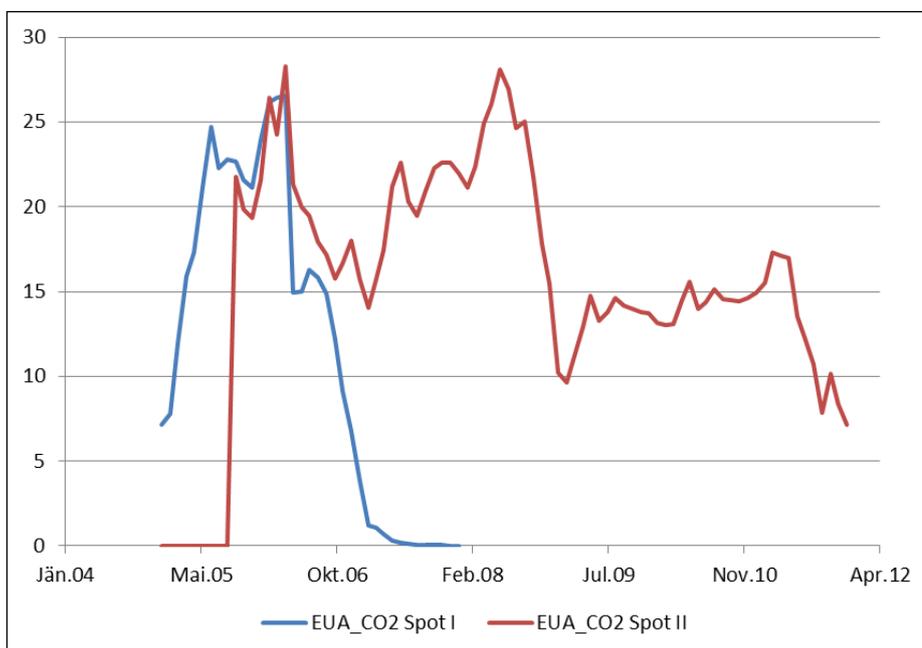


Abbildung 5.19: CO₂-Preis-Entwicklung im europäischen Markt

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf EEX

Schließlich sind nach anfänglichen Preisniveaus von circa 25 €/t CO₂ die Preise in den letzten Jahren drastisch gesunken und befanden sich 2012 auf einem sehr niedrigen Minimalniveau. Ursache ist die hohe Anzahl noch verfügbarer Zertifikate. Der Preis ist nicht auf Null gefallen, da diese Zertifikate auf die neue Handelsperiode übertragen werden können. Im Juni 2012 lagen die Preise an der EEX zwischen 6,5 € und 8 €. Im März 2013 wurde nur noch zwischen 4 € und 5 €/t CO₂ gezahlt [EEX (2013)].

Mit der neuen Handelsperiode seit 1.1.2013 treten eine ganze Reihe an Regelungen in Kraft, die die Wirksamkeit des europäischen Emissionshandels verstärken sollen (vgl. z.B. das Österreichische Emissionszertifikate-Gesetz 2011) [Bundeskanzleramt Österreich (2012)]. Während bislang die 27 Mitgliedsstaaten ihre eigenen Emissionsobergrenzen festgelegt hatten (Nationale Allokationspläne), gibt es nunmehr nur noch eine einzige EU-weite Emissionsobergrenze (Cap), die den Umfang der Zertifikate definiert. Für das Jahr 2013 ist das Cap auf rund zwei Milliarden t CO₂-Äquivalente veranschlagt. Bis 2020 werden die Treibhausgasemissionen im Emissionshandel schrittweise um 21 % gegenüber 2005 gesenkt. Dazu wird die Menge der Emissionsberechtigungen jährlich um 1,74 % (knapp 37,5 Mio. t CO₂-Äq.) reduziert. Weiters werden seit 2013 neue Tätigkeiten und Treibhausgase im EU-Emissionshandel erfasst. Der Kreis emissionshandelspflichtiger Anlagen wurde um chemische Anlagen, weitere Anlagen der Metallindustrie sowie weitere industrielle Anlagen mit Prozessfeuerungen erweitert. Und während bis 2012 CO₂ das einzige in den europäischen Emissionshandel einbezogene Treibhausgas war, sind nun auch Distickstoffoxid (N₂O = Lachgas) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) einbezogen.

Von direkter ökonomischer Bedeutung (nicht nur) für die Energiewirtschaft ist, dass die kostenlose Zuteilung von Emissionsrechten auf Basis historischer Emissionen stark reduziert wurde. Grundprinzip ist seit 2013 eine Versteigerung dieser Zertifikate, d.h. für die Stromproduktion müssen nunmehr alle benötigten Zertifikate ersteigert werden. Die Industrie erhält weiterhin eine kostenlose Zuteilung, und zwar auf der Basis von EU-weit geltenden produktbezogenen Emissionsstandards – sogenannten Benchmarks. Insgesamt wird voraussichtlich mehr als die Hälfte des Gesamtbudgets ab 2013 versteigert [UBA (D) (2011)]. 2011 ging man davon aus, dass sich die Preise für Emissionszertifikate dadurch verteuern würden. Noch im Jahr 2012 rechnete das deutsche Bundesumweltministerium für 2015 mit Preisen zwischen 17 € und 20 € und für 2020 mit Preisen zwischen 20 € und 27 € je Tonne CO₂-Äq. [DLR et al. (2012)]. Inzwischen sind jedoch u.a. aufgrund der Wirtschaftskrise und der Möglichkeit, Emissionszertifikate von der zweiten in die dritte Handelsperiode zu übertragen, die Preise sehr niedrig.

Wie genau auch immer sich der Preis für die Emissionszertifikate entwickeln wird, die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern wird ab 2013 durch den Emissionshandel teurer, denn ab dann werden den Energieversorgungsunternehmen nicht mehr wie bislang die Zertifikate kostenlos zur Verfügung gestellt.

Wien Energie hat im Geschäftsjahr 2009/2010 rund 3.170.000 Tonnen CO₂ bei der Strom- und Wärmeerzeugung emittiert. Die Zusammenrechnung von Strom- und Wärmeerzeugung erfolgt, weil die Wärme vorwiegend aus Kraft-Wärme-Kopplung stammt. Verwendet man diesen Wert für eine Beispielrechnung, dann resultieren bei einem Zertifikatspreis von 17 €/t CO₂ Gesamtkosten von fast 54 Mio. €. Rechnet man diese Kosten nur dem Strom zu, resultieren daraus Kosten von 0,8 ct je Kilowattstunde Strom. Bei einem Zertifikatspreis von 27 € ergeben sich Gesamtkosten von rund 85 Mio. € und 1,3 ct je Kilowattstunde. Diese Beispielrechnung soll lediglich helfen, die Preise für die Emissionszertifikate und deren Auswirkungen auf den Energiemarkt einordnen zu können. Sie impliziert keine Empfehlung, wie die Kosten für die Emissionszertifikate auf Strom und Wärme verteilt werden sollten.

Diese Beispielrechnung zeigt, dass der Emissionshandel bei Zertifikatspreisen in dieser niedrigen Höhe kaum Lenkungswirkung auf den Strommarkt und die Stromerzeugung ausüben wird. Zu diesem Ergebnis kommen KfW und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW) in ihrem auf Umfragen beruhenden CO₂-Barometer 2012 [KfW und ZEW (2012)].

5.2.8 Wettbewerb im Absatzmarkt – Strom

In einem Bericht anlässlich des zehnjährigen Jubiläums der vollständigen Liberalisierung der EU-Energiemärkte beschreibt E-Control (2011) die verschiedenen Auswirkungen dieser neuen Marktbedingungen. Unter anderem wird unter Verweis auf Kratena (2011) dargelegt, dass die Auswirkungen auf die Preise für IndustriekundInnen mit Abstand die größten waren. So wurden für die österreichischen StromverbraucherInnen durch die Liberalisierung zwischen 2001 und 2011 Einsparungen in Höhe von rund 10 Mio. € ermöglicht, wovon jedoch rund 8,8 Mio. € auf IndustriekundInnen entfielen. Eine Ursache ist offensichtlich, dass viele HaushaltskundInnen ihrem angestammten Versorger treu bleiben. Bis Ende 2010 haben in Österreich nur 10 % der HaushaltskundInnen ihren Versorger gewechselt. E-Control vermutet, dass es Wechselbarrieren gibt, ohne diese näher zu benennen. In 2010 konnten in Österreich von einem durchschnittlichen Haushalt durch einen Wechsel des Stromversorgers bis zu 80 € im Jahr gespart werden. Vermutlich sehen viele Haushalte derartige mögliche Einsparungen im Vergleich zu den gesamten Lebenshaltungskosten als nicht ausschlaggebend an.

Tabelle 5-2: Liberalisierungseffekte für Gewerbe und Haushalte 2001-2009 (Mrd. €)

| LIBERALISIERUNGSEFFEKTE 2001-2009 (MRD. EURO) | | |
|--|--------------|-------------|
| | Strom | Gas |
| Gewerbe | 8,90 | 1,20 |
| Haushalte | 1,30 | 0,08 |
| Summe | 10,20 | 1,28 |

Quelle: Berechnungen von E-Control (2011) auf Basis von Kratena (2011)

5.3 Wettbewerb in den Gasmärkten

5.3.1 Liberalisierung des Gasmarktes

Zu der allgemein von der EU vorangetriebenen Liberalisierung der Energiemärkte gehört auch die Liberalisierung des Gasmarkts. Wesentliche Eckpunkte sind:

- Unbundling: Gesellschaftsrechtliche Trennung zwischen Netzbetreiber und Handel,
- Festlegung von Netztarifen durch eine Regulierungsbehörde,
- Sicherstellung eines diskriminierungsfreien Netzzugangs für alle Anbieter.

Durch die Liberalisierung ist es nun für private wie gewerbliche GaskundInnen möglich, analog wie bei Strom zwischen verschiedenen Anbietern zu wählen. In Wien liegen die Preise der billigsten Wettbewerber im Privatkundenmarkt etwa 14 % unter dem Preis von Wien Energie (Stand Juli 2012) [E-Control (2012b)].

5.3.2 Entwicklungen im Gas-Großhandel, Take-or-pay-Verträge

Für die Wettbewerbsfähigkeit der Stromerzeugung in Gaskraftwerken (mit oder ohne Kraft-Wärme-Kopplung) wirken sich nicht nur die oben skizzierten Marktentwicklungen im Stromgroßhandel aus, sondern auch die Preisentwicklungen im Gasgroßhandel.

Viele österreichische Energieversorger haben bereits vor der Liberalisierung der Gasmärkte langfristige sogenannte Take-or-pay-Verträge geschlossen. Diese Verträge wurden zum Großteil noch in den 1990er Jahren und zumeist mit Gazprom abgeschlossen, als es noch keine Gasmärkte gab und daher die Ölpreisindizierung

üblich war. Durch diese Verträge sollte den österreichischen Energieversorgungsunternehmen langfristige Versorgungssicherheit mit Erdgas gewährleistet werden. Diese Verträge weisen zwei Spezifika auf: Erstens ist ein großer Teil der Bezugsmenge an den Ölpreis gekoppelt und zweitens wird eine bestimmte Menge Gas auch dann verrechnet, wenn sie nicht vollständig abgerufen wird – daher die Bezeichnung „Take-or-pay“. Bei Abschluss dieser Verträge lag der Ölpreis deutlich niedriger als heute und auch die damaligen Prognosen für den Ölpreis gingen nicht von dem heutigen Preisniveau aus. Nun sind aufgrund der Liberalisierung von diesen Verträgen weitgehend unabhängige Termin- und Spotmärkte für Gas entstanden. Die dort aufgerufenen Preise liegen seit einiger Zeit, und zum Teil auch sehr deutlich, unter den Preisen, die sich aufgrund der Take-or-pay-Verträge aus der Ölpreisbindung ableiten²⁸. Somit entstehen bei niedrigen Strompreisen Verluste bei der Verstromung der Take-or-pay-Gasmengen. Diese Probleme betreffen alle Energieversorgungsunternehmen, die Gaskraftwerke betreiben und bereits längere Zeit im Gasvertrieb tätig sind, gleichermaßen. Um den Gasbezugspreis zu reduzieren, versuchen die Energieversorgungsunternehmen, durch Preisrevisionsverfahren bei ihren Lieferanten die Preisformeln der Langfristverträge an die derzeitigen Marktverhältnisse anzupassen.

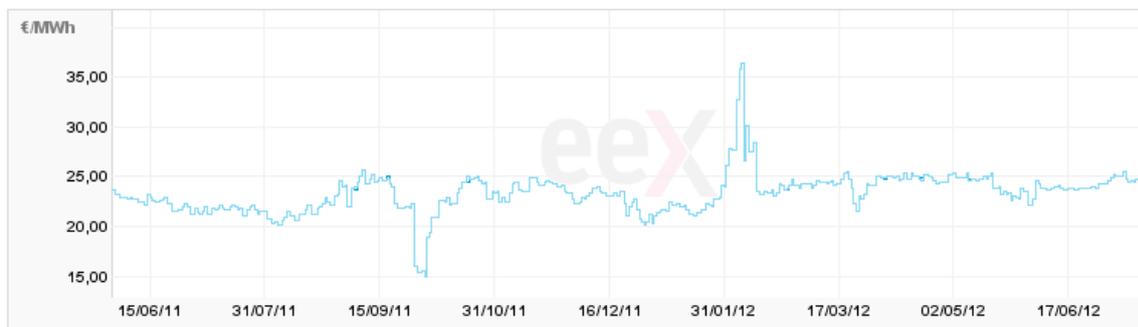


Abbildung 5.20: Preisentwicklung am Gas-Spotmarkt NCG von Juni 2011 bis Juli 2012 (Stand 17.6.2012)

Quelle: EEX (2012)

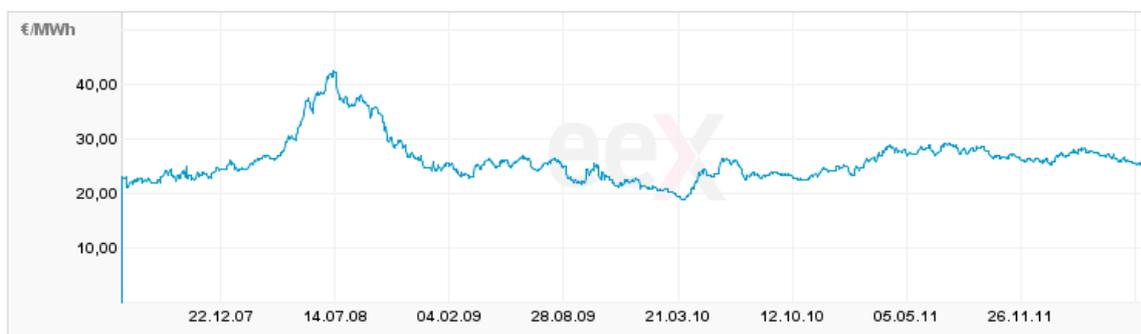


Abbildung 5.21: Preisentwicklung am Gas-Terminmarkt für Lieferungen in 2013 von 2007 bis Juli 2012 (Stand 17.6.2012)

Quelle: EEX (2012)

5.4 Wettbewerb im Wiener Wärmemarkt?

Mit Blick auf den Wärmemarkt in Wien ist zunächst festzustellen, dass der Wärmebedarf pro Einwohner rückläufig ist. Aus Gesichtspunkten des Klimaschutzes

²⁸ Sollte der Ölpreis wieder fallen und die Gasnachfrage steigen, kann die Situation sich auch wieder umdrehen.

sollte die Dämmung weiter vorangetrieben werden, so dass die Wärmenachfrage zumindest spezifisch je m² Wohnfläche noch stärker zurückgehen sollte.

Für die beiden Netzgesellschaften im Bereich der Wärme – also Gasnetz und Fernwärme – führt ein doppeltes Versorgungsangebot in einzelnen Stadtteilen zu unnötig hohen Netzkosten. Eine kluge Aufteilung sollte angestrebt werden.

In der Diskussion von Energiemärkten ist letztendlich auch ein „Wärmemarkt“ als Option zu thematisieren. Im Gegensatz zu den Strom- und Gasmärkten, die auf internationalem Niveau implementiert sind, hat jedoch ein Wärmemarkt einen sehr lokalen Rahmen. Im Wesentlichen geht es um potenzielle Einspeisungen bzw. Durchleitungen von Wärme neuer Anbieter in das Wiener Fernwärmenetz.

Im Zuge der bisherigen Wärmenutzung in Wien wurden bereits dezentrale Einheiten genutzt und auch potenzielle andere Wärmeproduzenten außerhalb der Wiener Stadtwerke – z.B. die OMV oder Henkel – bereits integriert. D.h., es stellt sich die Frage, welche potenziellen zusätzlichen Einspeiser überhaupt noch in Frage kommen.

Um Einspeisungen aus Niedrigtemperatur-Abwärme oder aus Solarthermie zu vereinfachen, wird diskutiert, in Fernwärmenetzen die Temperatur abzusenken [z.B. Gudmundsson et al. (2012), Christiansen et al. (2012)]. Zum Beispiel werden für Kopenhagen entsprechende Überlegungen ausgearbeitet [Harrestrup und Svendsen (2012)]. Eine Temperaturabsenkung im Wiener Fernwärmenetz würde jedoch nach Angaben von Wien Energie hohe Investitionskosten verursachen. So müssten unter anderem viele Wärmetauscher umgebaut oder ersetzt werden. Gleichzeitig ist das so erschließbare Abwärmepotenzial aus der Industrie eher niedrig, da es in Wien mehr Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe als in Frage kommende Produktionsbetriebe gibt (siehe dazu auch das Energieflussbild, Abbildung 4.1, Seite 18).

In Gebieten ohne Fernwärme konkurriert das Erdgas zukünftig stärker mit Wärmepumpen und erneuerbaren Energien, insbesondere Solarthermie. Weitere ökonomische Gesichtspunkte scheinen hier nicht zu berücksichtigen zu sein.

Analoges gilt teilweise für Fernwärme. In Gebieten ohne Erdgas besteht zukünftig eine Konkurrenz zu Wärmepumpen und erneuerbaren Energien, insbesondere Solarthermie. Teilweise befindet sich das Fernwärme-Versorgungsgebiet jedoch in Stadtteilen mit einer historischen Bausubstanz, die sich nicht oder nur eingeschränkt für Wärmepumpen oder Solarthermie eignet.

Das größere ökonomische Problem im Kontext mit der Fernwärme besteht darin, dass derzeit die eingespeiste Wärme zu 60 bis 70 % aus den mit Gas betriebenen Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerken stammt, und diese Kraftwerke zur Bereitstellung der Fernwärme auch dann laufen müssen, wenn die Preise an den Strombörsen für einen rentablen Betrieb zu niedrig sind. Ein weiterer Ausbau des Fernwärmenetzes würde dieses Problem verschärfen, es sei denn, es ist möglich, die erforderliche Wärme zunehmend anderweitig zu decken. Hier kommt insbesondere Tiefengeothermie in Betracht.

In Bezug auf einen Wärmemarkt ist die Empfehlung zu überprüfen, ob es noch relevante industrielle Anbieter von geeigneter Abwärme gibt, die in das Fernwärmenetz einspeisen könnten bzw. wie ein prinzipielles Einspeisen von dezentraler solarer Wärme in einem entsprechenden Wärmemarkt-Modell ausschauen könnte. In diesem Kontext ist vor allem auch eine wichtige Frage, wie ein marktgerechter Einspeisetarif (Sommer viel niedriger als Winter, steuerbare Einspeisung höher als ungesteuerte, Preis abhängig vom Temperaturniveau) aussehen könnte.

5.5 Zwischenfazit zu den Entwicklungen in den Energiemärkten

Betrachtet man die Entwicklungen in den für die Wiener Stadtwerke unmittelbar relevanten Energiemärkten, dann sind die Entwicklungen im Strommarkt mit Abstand am dynamischsten. Zusammenfassend lässt sich hier folgendes feststellen:

Österreich ist Teil des westeuropäischen Strommarktes, zu dem auch Deutschland gehört. Daher sind die Auswirkungen der deutschen Energiewende in Österreich unmittelbar zu spüren.

Aufgrund des starken Zubaus an Photovoltaik und Windkraft – insbesondere, aber nicht nur in Deutschland – sinken derzeit die Strompreise im Großhandel, also an den Strombörsen. Dadurch reduzieren sich die Betriebszeiten von Spitzenlastkraftwerken und die Deckungsbeiträge von allen Kraftwerken. Die KWK-Kraftwerke von Wien Energie sind davon unmittelbar betroffen. Diese Kraftwerke dienen im Sommer als Spitzenlastkraftwerke. In der kalten Jahreszeit müssen sie Wärme für die Fernwärme bereit stellen. Bei hohen Preisen an den Strombörsen werden die Kraftwerke so eingestellt, dass der maximal mögliche Anteil an Stromerzeugung realisiert wird. Im Winter wird bei niedrigen Preisen an den Strombörsen der Stromanteil auf das technische Minimum reduziert und die Wärmeausbeute maximiert. Bei niedrigen Preisen im Sommer werden diese Kraftwerke nicht betrieben.

Viele Energieversorgungsunternehmen, die Gaskraftwerke betreiben, haben in der Vergangenheit langfristige Verträge über die Lieferung von Gas geschlossen (Take-or-Pay-Verträge). In diesen Verträgen ist der Gaspreis an den Ölpreis gekoppelt. Unter anderem da der Ölpreis seit Abschluss dieser Verträge stark gestiegen ist, liegen die Abnahmepreise für diese Energieversorgungsunternehmen derzeit deutlich über den Gaspreisen im Gasgroßhandel an den Spot- und Terminmärkten. Betreiber von Gaskraftwerken, die keine Take-or-Pay-Verträge abgeschlossen haben, sind im Vorteil.

In 2013 begann die dritte Handelsperiode des europäischen Emissionszertifikatehandels (ETS). Von nun an erhalten Stromerzeuger keine Gratiszertifikate zugeteilt, sondern müssen alle Zertifikate kaufen beziehungsweise ersteigern. Der heutige Zertifikatspreis liegt bei zirka 4,5 €/je Tonne CO₂ und damit deutlich unter den früheren Erwartungen. Es gibt ältere Prognosen, die für die Zeit bis 2020 von Zertifikatspreisen zwischen 13 und 23 €ausgehen. Nach einer groben Überschlagsrechnung würde dies für die Wiener Stadtwerke 0,8 bis 1,3 Ct an zusätzlichen Kosten je erzeugter Kilowattstunde Strom bedeuten. Allerdings ist man sich in der EU-Kommission bewusst, dass die Preise für die Emissionszertifikate derzeit zu niedrig sind, um die gewünschte Lenkungswirkung zu erreichen. Daher werden Maßnahmen, etwa eine Verknappung des Angebots, diskutiert. Wie dies ausgehen wird, ist offen, da in Anbetracht der Wirtschaftskrise industriepolitische Argumente ein stärkeres Gewicht haben könnten.

Die Rentabilität von fossil betriebenen Kraftwerken ist also allgemein unter Druck, mit Gas betriebene Kraftwerke, die über Take-or-Pay-Verträge aus heutiger Sicht ungünstige Vertragskonditionen für den Gaspreis haben, verzeichnen besonders starke Rückgänge in der Rendite.

Aufgrund des Einbruchs der Erlöse bei den konventionellen Kraftwerken wird in Deutschland über Anpassungen des Marktrahmens diskutiert [z.B. EWI (2012), Germanwatch (2012), Matthes et al. (2012), siehe auch Haas und Loew (2012)]. Denn wenngleich die Kapazitäten zur Erzeugung aus erneuerbaren Energien weiter ausgebaut werden, geht man davon aus, dass es nicht genügend Speicherkapazitäten geben wird, um in Zeiten, in denen weder ausreichend Sonne noch ausreichend Wind zur Verfügung steht, die Stromversorgung aufrecht zu erhalten. Mit anderen Worten: Über

Kapazitätsmärkte oder andere Lösungen soll sichergestellt werden, dass genügend Kapazitäten vorgehalten werden, um die Versorgungssicherheit auch in Zukunft zu gewährleisten.

Mit dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien verändert sich das Geschäftsmodell für die konventionellen Kraftwerke. Bisherige Geschäftsmodelle, die zwischen Grund-, Mittel- und Spitzenlastkraftwerken unterschieden haben, dürften sich wandeln hin zu Geschäftsmodellen, bei denen die Kraftwerke der flexiblen Ergänzung der erneuerbaren Energien dienen [LBD (2011)].

Die Veränderungen im Strommarkt werden weiter voranschreiten, denn die Kosten für die Erzeugung aus erneuerbaren Energien werden weiter fallen, so dass die Errichtung von entsprechenden Anlagen in absehbarer Zeit auch ohne öffentliche Förderung ökonomisch rentabel werden könnte. Diese Entwicklung ist aus Gesichtspunkten des Klimaschutzes und der Versorgungssicherheit grundsätzlich gewünscht. Energieversorgungsunternehmen sind also gefordert, sich auf diese weiteren Veränderungen einzustellen und ihre Geschäftsmodelle entsprechend anzupassen.

Im Gegensatz zum Strommarkt ist der Wärmemarkt stark regional geprägt. Für die Wärmeversorgung in Wien sind die wichtigsten Energieträger Gas und Fernwärme. Der Wärmemarkt verändert sich ebenfalls, wenn auch langsamer als der Strommarkt. Aufgrund von energetischer Sanierung und Neubauten ist die Wärmenachfrage pro EinwohnerIn rückläufig. Weiters treten inzwischen Wärmepumpen und Solarthermie als konkurrierende Technologien auf, wenngleich deren Marktanteil (noch ?) gering ist.

6. TECHNISCHE ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN FÜR ERZEUGUNG, SPEICHERUNG UND NETZE

Dieses Kapitel gibt einen prinzipiellen Überblick über die technologischen Möglichkeiten für den Umbau des (Wiener) Energiesystems in den nächsten Jahren. Wir diskutieren dabei Technologien in den Bereichen Erzeugung, Speicherung und Netze.

6.1 Photovoltaik

Bei der photovoltaischen Sonnenenergienutzung wandeln **Solarzellen** Sonnenlicht mit Hilfe des sogenannten "Fotoeffekts" direkt in Gleichstrom um. Die meisten Solarzellen werden aus dem Halbleiter Silizium hergestellt, je nach Typ in monokristalliner (c-Si), polykristalliner (poly-Si) oder amorpher (a-Si) Form.

Für die sogenannten Dünnschichtzellen werden neben amorphem Silizium auch Gallium-Arsenid, Cadmiumtellurid oder Kupfer-Indium-(Gallium)-Schwefel-Selen-Verbindungen verwendet. Dünnschichtzellen benötigen kein starres Trägermaterial, sondern können auch auf flexible Kunststoff- oder Textilflächen biegsam aufgebracht werden.

Die einzelnen Solarzellen werden zu Modulen verschaltet. Zu dieser kleinsten einsatzfähigen Einheit im PV-System gehören noch Modulträger (evtl. mit Nachführeinrichtung), elektrische Leitungen, Leistungs- und Laderegler, gegebenenfalls Batterien und Wechselrichter (wandeln den Gleichstrom in Wechselstrom um) mit zugehöriger Regelelektronik.

Die Wirkungsgrade für Module mit kommerziellen monokristallinen Zellen liegen bei 16 bis 22 %, für polykristallines Silizium bei 14 bis 20 % und für amorphes Silizium bei 5 bis 10 %. Gallium-Arsenid-Dünnschichtzellen erzielen Wirkungsgrade von über 20 %. Die Wirkungsgrade von Solarmodulen sind meist 2 bis 5 % kleiner als die der Solarzellen.

Der Wirkungsgrad nimmt in 25 Jahren um rund 5 bis 10 % ab (Langzeitstabilität).

Die Leistung (Kilowattpeak) von PV-Kraftwerken bewegt sich je nach „Nutzungsmodell“ von einigen kW_p bis zu einigen 100 MW_p und lässt sich grob in drei Klassen einteilen:

- Solaranlage für Einfamilien-/Mehrfamilien-Wohngebäude (Haushaltskraftwerk)
- Solaranlage für Gewerbebetriebe und Dienstleister
- Solarkraftwerk für Energieversorger

Anders als Windkraftwerke speisen rund 97 % der PV-Anlagen (in Deutschland) dezentral in das Niederspannungsnetz ein [Fraunhofer IWES (2012)]. Für Österreich liegen keine diesbezüglichen Daten vor.

Potenzial für Wien

Laut Wiener Solarpotenzialkataster [Stadtvermessung Wien (2012a)] gibt es in Wien Dachflächen im Umfang von in Summe 21 km², die sehr gut (Einstrahlung > 1.100 kWh/m²) und weitere 8 km², die gut (> 900 kWh/m²) geeignet für die Solarenergienutzung sind. Hinzu kommen noch Fassadenflächen, in die PV-Anlagen integriert werden können. Die durchschnittliche Sonneneinstrahlung von rund 1.000 kWh/m²/Jahr resultiert in einem jährlichen Stromertrag von circa 900 kWh/kW_p.

Das technische Photovoltaikpotenzial in Wien beträgt je nach Studie zwischen 3,5 [Stanzer et al. (2010)] und 4,3 TWh/Jahr [Stadtvermessung Wien (2012b)]. Der Stromverbrauch in Wien betrug 2010 rund 8,3 TWh. Damit könnten mit Photovoltaik theoretisch 40 bis 50 % der elektrischen Energie für Wien mit Solarstrom gedeckt werden.

Bis Ende 2011 gab es in Wien circa 650 PV-Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von rund 6,3 MW_p [Wien Energie (2012c)]. Bis Ende 2012 wurden von Wien Energie drei BürgerInnen Solarkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 2 MW_p errichtet [Futurezone (2012), Wiener Stadtwerke (2013a)].

Zielsetzungen zur PV in Wien

Im Gegensatz zur Solarthermie gibt es für den Photovoltaik-Ausbau keine expliziten Zielvorgaben und Maßnahmen im Klimaschutzprogramm der Stadt Wien (KliP 2) [Magistrat der Stadt Wien (2010), MA 64 (2012)], sondern nur für erneuerbare Energieträger insgesamt, deren Einsatz weiter ausgebaut werden soll.

Perspektiven

Die Photovoltaik gilt zunehmend als Schlüsseltechnologie zur Erschließung des großen Sonnenenergiepotenzials vor allem im urbanen Bereich. Während weitere große technologische Durchbrüche bei den Solarzellen (z.B. Wirkungsgrade) nicht unmittelbar zu erwarten und eigentlich auch nicht primär notwendig sind, stehen heute vor allem technische Fortschritte bei der Integration von Solarstrom ins elektrische Netz und in die Gebäude sowie lokale Speichertechnologien im Vordergrund. Ziel ist ein möglichst hoher Eigennutzungsgrad des Solarstroms. Gerade in Städten lässt sich das Potenzial der lokalen Erzeugung bei gleichzeitiger lokaler Nutzung gut erschließen.

Es ist zu erwarten, dass innovative Immobilienentwickler sehr schnell die Zeichen der Zeit erkennen und ihre Gebäude mit integrierten PV-Anlagen (dach- bzw. gebäudeintegrierte PV) errichten werden. Dies erhöht die langfristige Wertigkeit des Objektes und garantiert für die Nutzer einen attraktiven stabilen Strompreis.

Solarkraftwerke sind typischerweise dezentrale Erzeugungsanlagen. Die in Deutschland betriebene PV-Leistung befindet sich überwiegend im Eigentum von Privatpersonen und Landwirten, der Rest verteilt sich auf Gewerbe, Projektierer und Fonds. Die großen deutschen Kraftwerksbetreiber halten zusammen gerade einmal 0,2% der betriebenen PV-Leistung.

Das Interesse an Photovoltaik in Wien ist hoch. Als Wien Energie in 2012 Beteiligungen an mehreren sogenannten BürgerInnen Solarkraftwerken angeboten hat, waren die Anteile jeweils binnen kürzester Zeit ausverkauft [Futurezone (2012)]. Es wird davon ausgegangen, dass die Kosten für Photovoltaik weiter fallen werden und der Ausbau zunehmen wird.

Herausforderungen für forciertere Nutzung

Die „neue“ Bereitschaft der Bürgerinnen und Bürger, in Solaranlagen zu investieren, ist eine gute Voraussetzung für den weiteren Ausbau. Bisher sind komplizierte Förderungen, niedrige Einspeisetarife für Solarstrom im Vergleich zu anderen Ländern und mangelnde integrierte Energieplanung ein Hindernis für einen breiten Einsatz in Österreich.

Um von Einzelanlagen zu einem bedeutenden Solarstromanteil im urbanen Strommix zu gelangen, gilt es, wichtige Rahmenbedingungen zu schaffen.

- **Lokale Erzeugung braucht lokal optimierte Nutzung.** Photovoltaik muss als Teil eines integrierten Energiesystems in Gebäuden geplant werden, etwa in der Kombination mit Wärmepumpen, lokalen Speichern, etc. Intelligente Verteilnetze sind dabei ein wichtiger Baustein dieser Optimierung (Laststeuerung im Netz).
- **Rechtliche Hindernisse abbauen.** Der Zwang zur Zustimmung und zur Einstimmigkeit der Entscheidungen im Wohnungseigentumsrecht ist vor allem in Mehrparteienhäusern ein großes Hindernis. In der deutschen Stadt Marburg wurde erstmals eine Solarsatzung in der Bauordnung zur verpflichtenden Nutzung beschlossen [Magistrat der Stadt Marburg (2012)].
- **Attraktive Finanzierungsbedingungen für Anschaffungsinvestitionen entwickeln.** Die hohen Anschaffungsinvestitionen sind für viele BürgerInnen ein großes Hindernis. Langfristige (kommunale) Finanzierungsmodelle könnten hier Abhilfe schaffen.
- **Bessere Abgeltung für Solarstrom als Spitzenstrom.** Das Erzeugungsprofil von PV-Anlagen korreliert sehr gut mit dem Verbrauchsprofil für Strom. An sonnigen Tagen könnte die Spitzenlast zu einem erheblichen Teil abgedeckt werden. Entsprechend müsste eine differenzierte Einspeisevergütung erfolgen.

Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen, Grid-Parity

Solarstromanlagen sind seit 2006 um mehr als 60 % billiger geworden. Die Preise in Wien für kleine PV-Anlagen (1 bis 5 kW_p) lagen im September 2012 bei € 1.900 bis 2.800 €/kW_p (exkl. USt., Basis: eigene Recherchen). In Deutschland betrug der durchschnittliche Endkundenpreis (Systempreis, netto) für fertig installierte Aufdachanlagen bis 10 kW_p im ersten Quartal 2013 sogar weniger als 1.700 €/kW_p [BSW-Solar (2013)].

Die starke Preisdegression bei den Anlageninvestitionen hatte einen substanziellen Einfluss auf die Entwicklung der PV-Stromgestehungskosten. Laut einer Studie des Fraunhofer-Institutes für Solare Energiesysteme [Kost et al. (2012)] liegen die Stromgestehungskosten von allen PV-Anlagenarten in Deutschland unterhalb der durchschnittlichen Stromkosten für Haushalte.

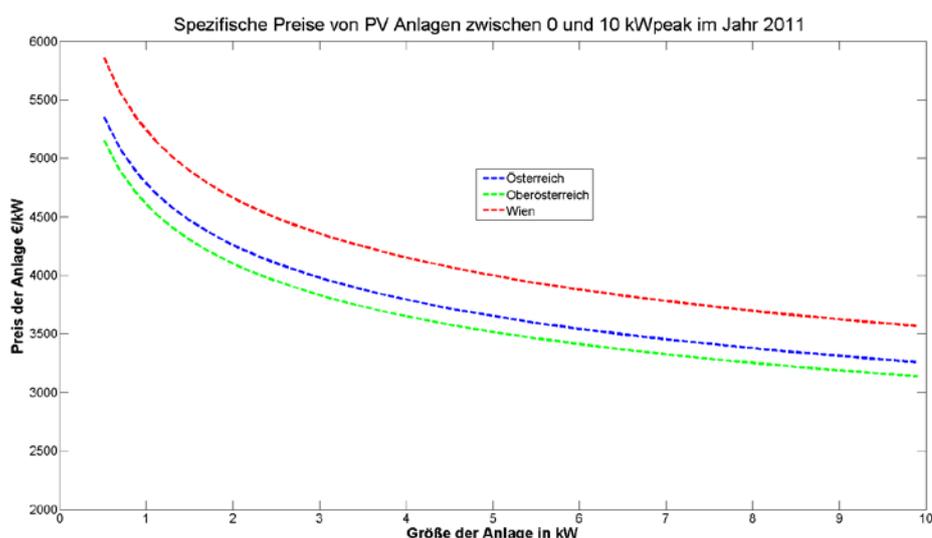


Abbildung 6.1: Entwicklung der PV-Systemkosten in Österreich und Wien für Anlagen zwischen 2 und 5 kW_p

Quelle: Haas et al. (2012a)

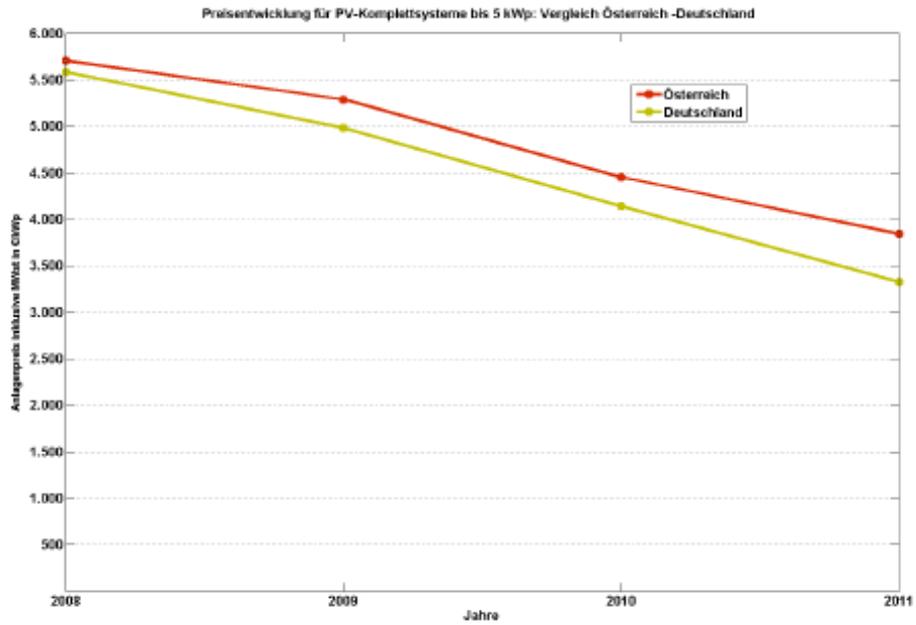


Abbildung 6.2: Entwicklung der PV-Systemkosten in Österreich und Deutschland für Anlagen < 5 kW_p
Quelle: Haas et al. (2012a)

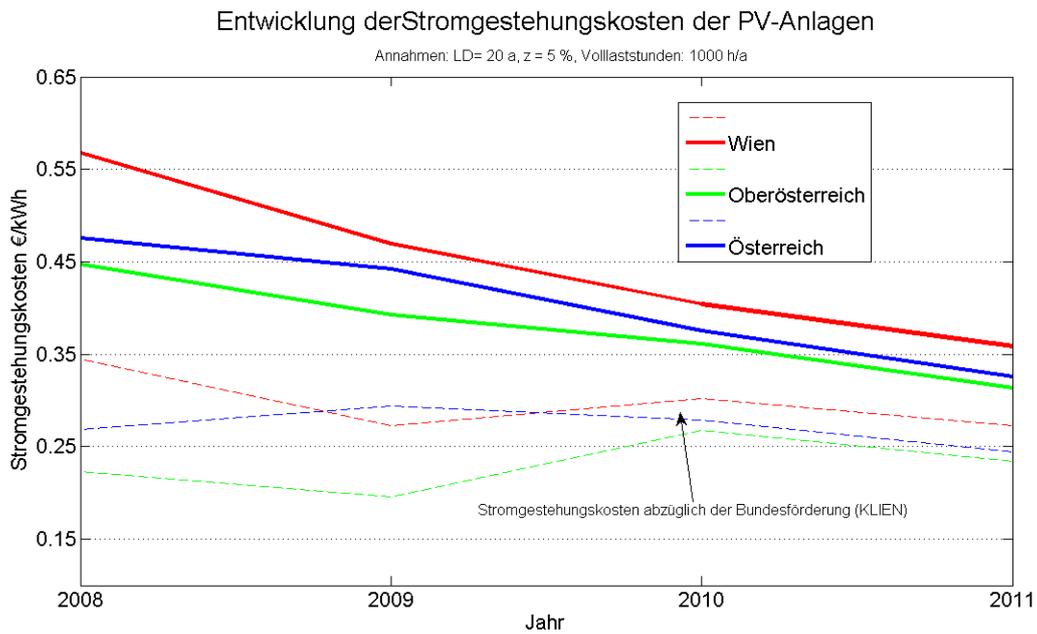


Abbildung 6.3: Entwicklung der Stromerzeugungskosten von PV-Anlagen in Deutschland und Österreich für Anlagen zwischen 2 und 5 kW_p und „Grid Parity“
Quelle: Haas et al. (2012a)

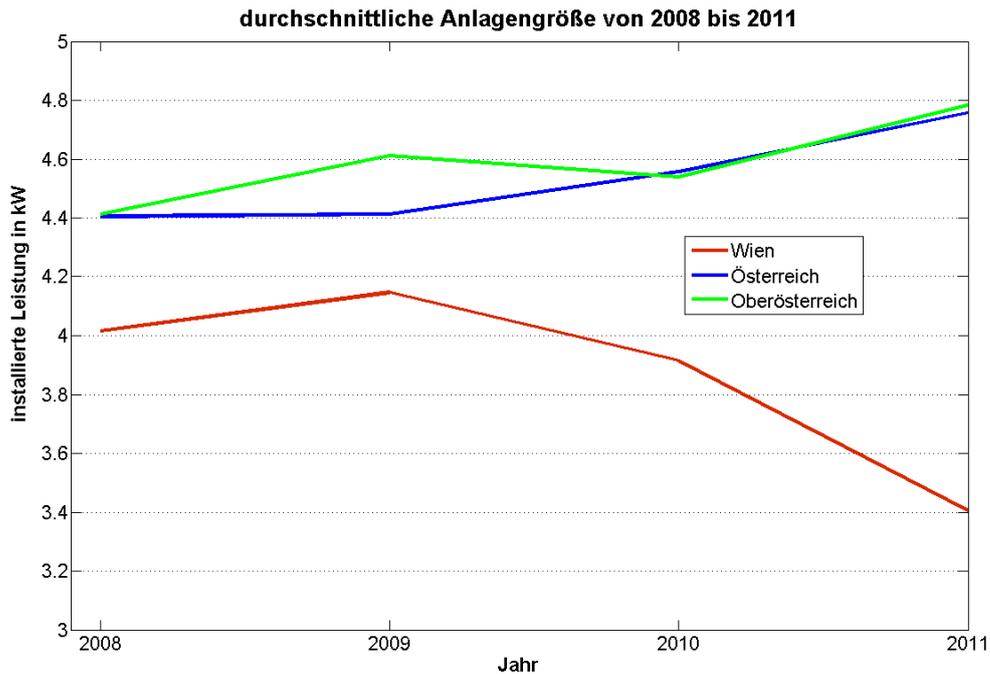


Abbildung 6.3: Entwicklung der Anlagengröße von PV-Anlagen in Deutschland und Österreich für Anlagen zwischen 2 und 5 kW_p
Quelle: Haas et al. (2012a)

Um die Wettbewerbsfähigkeit von Photovoltaikanlagen zu bewerten, gibt es – unter anderem – folgende wichtige unterschiedliche Perspektiven:

- Nutzung der Anlage als Endverbraucher,
- Nutzung der Anlage als Energieversorgungsunternehmen.

Wenn eine Anlage (z.B. Windrad, großes Photovoltaikkraftwerk) zur Einspeisung in das Stromnetz genutzt werden soll, dann müssen die Erzeugungskosten auf dem Niveau eines Kraftwerks liegen, damit die Anlage ohne staatliche Förderung oder besondere Einspeisevergütung wettbewerbsfähig ist.

Wenn ein Endverbraucher eine Anlage errichtet und die Möglichkeit hat, den Strom selbst zu nutzen, dann stellt sich die Frage, wie teuer der selbst erzeugte Strom im Vergleich zu dem Strom aus dem Stromnetz ist. Wenn die Kosten für den selbst erzeugten Strom gleich teuer wie oder billiger sind als der Strom aus dem Netz, lohnt es sich für den Endverbraucher, eine eigene Anlage zu errichten, um weniger Strom vom Energieversorger zu kaufen. In diesem Fall spricht man von Grid Parity (Netzparität). Netzparität wird deutlich früher erreicht als die Wettbewerbsfähigkeit für Energieversorger, denn der Strompreis, den der Endverbraucher an den Energieversorger zahlt, enthält u.a. auch noch die Kosten für die Netznutzung, Steuern und Abgaben.

Eine Abschätzung der Stromgestehungskosten (LCOE – Levelized Costs of Electricity) für PV-Neuanlagen in Wien kommt auf < 20 ct/kWh (ohne Förderung²⁹), während Haushaltsstrom mit > 20 ct/kWh zu Buche schlägt³⁰.

²⁹ Mit der Wiener PV-Förderung betragen die Stromgestehungskosten < 15 ct/kWh. (www.wien-pv.at)

³⁰ Eigene Abschätzung

Inzwischen hat auch Wien Energie Geschäftsmodelle entwickelt, um bei der Errichtung von Photovoltaikanlagen in der Kalkulation Endverbraucherpreise zugrunde legen zu können³¹.

Darüber hinaus sind bislang die Preise für Photovoltaikanlagen in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich hoch. So schwankten die Kosten für Anlagen mit 5 kW_p z.B. zwischen 9.000 € und 21.000 €. Diese Marktinhomogenität sollte jedoch in nächster Zeit durch mehr Wettbewerb aufgelöst werden.

Unterschiede in den Berechnungen ergeben sich, je nachdem welche Annahmen für die Kapitalkosten (bzw. erwartete Rentabilität der Anlage), die Lebensdauer und die Leistungsabnahme zugrunde gelegt werden. Bloomberg New Energy Finance [Bazilian et al. (2012)] hat zum Beispiel 6 % für die Kapitalkosten angesetzt. Demgegenüber wurden die Beteiligungen an dem BürgerInnen Solarkraftwerk in Wien mit einer Rendite von 3,1 % angeboten – und die Nachfrage war enorm³². Zum Vergleich: Die Renditen für Spareinlagen bewegen sich derzeit zwischen 0,5 und 1 %.

In Bezug auf Grid Parity sind die folgenden Feststellungen wichtig:

Die Tatsache, dass die Stromgestehungskosten aus Photovoltaik geringer sind als der Haushaltsstrompreis, bedeutet noch lange nicht, dass eine PV-Anlage für einen Haushalt wirtschaftlich sinnvoll ist. Grid Parity „funktioniert“ nur, wenn der Eigenverbrauch auch groß genug ist. Ohne Batterie liegt der mögliche direkte Eigenverbrauch meist nur bei circa 30 bis 40 %. In solchen Fällen muss in die Wirtschaftlichkeitsanalysen auch mit einbezogen werden, welcher Preis für den Strom erlöst wird, der ins Netz eingespeist wird. Dementsprechend werden zunehmend Batterien für PV-Strom angeboten. Zudem wird je nach Fördersituation die Anlage unterschiedlich groß dimensioniert, um ggf. den Eigenverbrauch hoch zu halten.

Für die zukünftige Entwicklung des westeuropäischen Strommarktes ist folgendes ausschlaggebend: Weil sich Grid Parity abzeichnet, wird in absehbarer Zeit ein weiteres Wachstum bei Photovoltaikanlagen für den Eigenverbrauch stattfinden. Diese Entwicklung wird den Wettbewerb zwischen den Anbietern fördern, sodass mit angepassten Produkten (z.B. Self-made-Kleinstanlagen mit Batterie), Dienstleistungen (z.B. Vermarktung von PV-Strom, der nicht selbst genutzt werden kann) und weiteren Preissenkungen (Anlagen, Installation) zu rechnen ist. Im Moment scheint es eher so, dass der Markt noch nicht „entdeckt“ wurde und es nur noch eine Frage der Zeit ist, bis findige Anbieter aufzeigen, dass es nicht nötig ist, auf Förderung oder Einspeisevergütungen zu warten. Wenn der Markt startet, wird sich hier eine starke Eigendynamik entwickeln.

Dass Strompreise für gewerbliche Verbraucher meist niedriger und zugleich je nach Unternehmen die Anforderungen an die Rentabilität von Investitionen höher sind, wirkt sich negativ auf die Rentabilitätsrechnung einer PV-Anlage zum Eigenverbrauch aus. Andererseits besteht dafür der Vorteil, dass in der Regel der Stromverbrauch höher ist, sodass auch größere Anlagen für die Eigennutzung eingesetzt werden können, was die

³¹ Beispielsweise werden auf dem Dach des neuen Bahnhofs Wien Mitte drei Anlagen errichtet, die in Summe eine Gesamtleistung von 450 kW_p haben werden. Die Eigentümer des Gebäudes pachten die Anlage, die Anlage bleibt im Eigentum von Wien Energie, Wien Energie stellt sicher, dass alle Wartungen, Genehmigungen und regelmäßige technische Prüfungen vorgenommen werden. Der Pächter hat den Nutznieß, das heißt er erhält den erzeugten Strom zur Verfügung. Er bezahlt also nicht für die Kilowattstunde Strom, sondern eine mengenunabhängige Pacht.

³² Die erste Anlage war innerhalb von 26 Stunden verkauft, die zweite in 7 Tagen und die dritte in 24 Stunden, auch die vierte Anlage ist ausverkauft.

Investitionskosten je Modul reduziert und sich somit positiv auf die Investitionsrechnung auswirkt. Daher wird auch hier in absehbarer Zeit ein Markt entstehen.

Dass die Schwelle zu Netzparität erreicht wurde und die Anlagen sich zunehmend ohne externe Förderung rechnen – sofern man den Strom selber verbraucht –, ist jedoch nur ein Aspekt. Weitere Vorteile von Solarstrom sind, dass die Erzeugungskosten über die Gesamtlebensdauer der Anlage unabhängig von Inflation und der Entwicklung der Brennstoffkosten und für die Stromverbraucher somit berechenbar sind.

6.2 Solarthermie

Die aktive thermische Nutzung der Sonnenenergie erfolgt hauptsächlich mit Sonnenkollektoren, die die einfallende Strahlung in Wärme umwandeln. Im Niedertemperatur-Bereich von 15 bis 30 °C werden einfache Kunststoff-Kollektoren vornehmlich für die Schwimmbad-Erwärmung eingesetzt. Für die Warmwasserbeheizung und Raumheizung werden in Österreich fast ausschließlich Flachkollektoren verwendet. Vakuum-Kollektoren mit deutlich höheren Ausbeuten auf kleiner Fläche haben nur einen sehr kleinen Marktanteil. Flachkollektoren haben Wirkungsgrade von 50 bis 70 %, Vakuum-Röhrenkollektoren von 65 bis 90 %. Der gesamte Systemwirkungsgrad liegt zwischen 40 und 60 %.

Um den Bedarf an Warmwasser und Raumwärme auch während der Dunkelstunden decken zu können, sind Wärmespeicher unverzichtbare Bestandteile solarthermischer Systeme. Ihre Weiterentwicklung ist entscheidend für die weitere Entwicklung der Solarthermie.

Potenzial für Wien

Laut Wiener Solarpotenzialkataster [Stadtvermessung Wien (2012a)] gibt es in Wien Dachflächen im Umfang von in Summe 21 km², die sehr gut (Einstrahlung > 1.100 kWh/m²) und weitere 8 km², die gut (> 900 kWh/m²) geeignet für die Solarenergienutzung sind. Die hier tatsächlich nutzbare Wärme hängt von Kollektortyp, den weiteren Anlagenkomponenten und der Temperatur ab.

Das technische Solarpotenzial in Wien wurde in mehreren Studien [z.B. Arsenal Research (2001), Stanzer et al. (2010)] untersucht und variiert je nach getroffenen Annahmen zwischen 15 und 25 TWh pro Jahr. Diese Studien haben das erst später fertig gestellte Solarpotenzialkataster nicht genutzt.

Genaue Zahlen über den Ausbaustand der Solarthermie in Wien sind nicht verfügbar. Ausgehend von den verfügbaren Quellen (Förderstatistik Magistrat der Stadt Wien, kommunalkredit public consulting) liegt die derzeit installierte Kollektorfläche in Wien zwischen 70.000 und 100.000 m² (0,07 bis 0,1 km²), das entspricht knapp 2 % der österreichischen Kollektorfläche [Mühlberger und Cerveny (2012)]. Die Solarwärmenutzung in Wien spielt daher bis dato keine Rolle in der Energieaufbringung.

Zielsetzungen zur Solarthermie in Wien

Im rot-grünen Regierungsübereinkommen für Wien von 2011 wurde festgelegt: „300.000 m² Kollektorfläche thermische Solaranlagen werden entsprechend dem Ziel des zweiten Klimaschutzprogramms (KliP 2) bis 2020 installiert und durch weitere legislative Maßnahmen sowie den Abbau von Hemmnissen forciert.“ Die installierte Kollektorfläche soll also verdrei- bis vervierfacht werden. Auch dann wären von den rund 21 km² gut geeigneter Dachfläche nur circa 2 % verbaut.

300.000 m² Kollektorfläche entsprechen für durchschnittliche Anlagendaten [vgl. z.B. BMVIT (2009)] rund

- 0,1 TWh Wärme
- 0,75 % des derzeitigen Wiener Raumwärmebedarfs
- 21.000 Tonnen weniger CO₂ im Vergleich zu Erdgas

Weiters ist im Klip 2 festgeschrieben: „Es werden in Wien Projekte zur Forcierung des Einsatzes von Solarenergie sowohl im eigenen Bereich (z.B. öffentliche Dienstleistungsgebäude) durchgeführt als auch die Nutzung von Solarenergie durch die übrigen Sektoren gefördert. So soll unter anderem weiterhin ein Schwerpunktprogramm zur Verbreitung und Unterstützung der kombinierten Solar-Gasbrennwert-Technologie im gewerblichen und privaten Bereich (Unterstützung im Knowhow und in der Umsetzung) im Gebäudebestand (falls keine Fernwärme verfügbar ist) durch Wien Energie Gasnetz durchgeführt werden.“ [MA 64 (2012)].

Perspektiven

Der überwiegende Teil aller bisher installierten Solaranlagen – privat und gewerblich – wird zur Warmwasserbereitung genutzt. Diese Anlagen decken 40 bis 80 % des jährlichen Warmwasserbedarfs.

Deutlich zunehmend ist der Anteil von Kombisystemen, die den Warmwasser- und Heizenergiebedarf decken können. Derzeit ist für Raumwärme die Kombination einer Solaranlage mit einem anderen Heizsystem (bivalentes System) erforderlich. Bei Neubauten ist im Falle einer Gasheizung die Kombination mit einer Wärmeerzeugung aus erneuerbarer Energie verpflichtend vorgeschrieben. Hier bietet sich eine Kombination eines Gas-Brennwert-Kessels mit einer Solaranlage an. Diese soll auch, siehe voriger Abschnitt, im Gebäudebestand außerhalb des Fernwärmegebietes forciert werden.

Hauptanwendungsfeld für solare Warmwasser- und Heizanlagen sind bisher Ein- und Zweifamilienhäuser. Größere Solaranlagen für Mehrfamilienhäuser oder Dienstleistungsgebäude (Hotels, Sportanlagen, Büros) haben erst in den letzten Jahren deutlich zugenommen [Mühlberger und Cerveny (2012)].

Für die Einspeisung von Solarwärme in Nah- und Fernwärmesysteme gibt es international mittlerweile eine Reihe an Beispielen erfolgreich installierter Anlagen, und in Österreich etwa in Graz und Wels. Die größte europäische Anlage in Dänemark hat 18.300 m², die weltgrößte Anlage mit 36.300 m² steht in Riad, Saudi Arabien.

Ein noch zu erschließender Anwendungsbereich ist die solare Kühlung von Gebäuden. Weltweit werden derzeit rund 600 Anlagen mit solarer Kälte betrieben, vornehmlich größere Anlagen in südlichen Ländern mit hoher Kühllast.

Die solarthermische Erzeugung von Prozesswärme ist noch weitgehend in der Forschungs- und Entwicklungsphase, wird aber national und international gerade intensiv bearbeitet.

Herausforderungen für forciertere Nutzung

Die verstärkte Erschließung der Solarpotenziale in Wiener Wohnhausanlagen ist derzeit in mehrfacher Hinsicht schwierig:

- **Neubau:** 90 % der Neubauten liegen im Fernwärmegebiet, wo es derzeit keine Förderung für Solaranlagen gibt.
- **Bestand:** Insbesondere im Althausbestand beträgt der Anteil der Wohnungen mit Hauszentralheizungen ohne Fernwärmeanbindung nur 6 %. Bei Etagenheizung, Gaskonvektoren und Öfen ist vor Einbau einer Solaranlage ein aufwändiger Umbau der Heizanlage notwendig.

- **Einstimmigkeit:** NutzerInnen und EigentümerInnen sind entweder unterschiedliche Personen (Mietshaus) oder jeweils eine Gruppe von Personen (MiteigentümerInnen). Der Zwang zur Zustimmung und zur Einstimmigkeit bei Entscheidungen im Wohneigentumsrecht blockiert oftmals die Entscheidung für Solaranlagen.
- **Solarthermie versus Fernwärme:** „Wir wollen Solarthermie ausbauen“ versus „Wir haben Fernwärme, wozu brauchen wir Solarthermie?“ sind die beiden Positionen, die von Politik und Verwaltung kommuniziert werden. Die Zielkonflikte werden nicht aufgelöst, sondern in die Umsetzungsebene hineingetragen. Die Solarwärme bleibt meist auf der Strecke. Um dies zu vermeiden, sollte ein Konzept entwickelt werden, wo Solarthermie besonders sinnvoll einzusetzen ist und wann andere Lösungen zur Wärmeversorgung vorteilhafter sind.

Derzeit dominiert die Photovoltaik in jeder Hinsicht die Aufmerksamkeit bei der Solarenergie. Solarthermische Anlagen haben ihre Reputation etwas verspielt, vor allem weil es die Unternehmen nicht geschafft haben, die Kosten zu reduzieren, sondern stattdessen immer noch im fast gleichen Ausmaß am Fördertropf hängen. Verfügbare Dachflächen werden daher bevorzugt für PV-Anlagen genutzt. Auch wenn insgesamt betrachtet die Flächenkonkurrenz noch keine große Rolle spielt, beim Einzelobjekt kommt sie bereits zum Tragen. Außerdem dringt die Photovoltaik in Kombination mit Wärmepumpen zunehmend in den Wärmemarkt ein und wird im Niedrig- und Passivhaus-Segment mit nur geringem Wärmebedarf so zur direkten Konkurrenz der Solarthermie.

Wirtschaftlichkeit

Die heute am Markt befindlichen Solarkollektoren und Anlagenkomponenten sind technisch weitgehend ausgereift. Ökonomisch hat die Solarthermie mit mehreren Faktoren zu kämpfen. Zum einen gibt es derzeit kaum Anlagen, die ein Gebäude allein mit Warmwasser und Raumwärme versorgen können. Daher ist ein zweites Heizsystem erforderlich, was die Investitionskosten entsprechend erhöht. Zum zweiten haben sich die Preise für Solarthermieanlagen trotz des beachtlichen Heimmarktes in Österreich kaum verändert und sind nach wie vor hoch. Im Gegensatz dazu sind bei der Photovoltaik in den letzten Jahren die Preise stark gefallen. Die konstant hohen Verkaufspreise werden auch durch die aufwändigen und damit teuren Vertriebsstrukturen in Österreich verursacht.

Bei kleineren Anlagen für private Einfamilienhausbesitzer sind lange Amortisationszeiten offensichtlich kein großes Hemmnis, wie der rasante Zuwachs in diesem Bereich zeigt. Für gewerbliche Investoren wie etwa Wohnbaugenossenschaften oder auch Unternehmen im Bereich der Prozesswärme sind die Amortisationszeiten sehr wohl bedeutend, wenn auch nicht allein ausschlaggebend. Dass bei der Wirtschaftlichkeit noch einiges möglich ist, zeigt Dänemark: Dort sind die Systemkosten für solarthermische Flachkollektoranlagen für die KundInnen mit 250 bis 300 €/m² halb so hoch wie in Österreich.

6.3 Windkraft

Technologie

Windkraftanlagen (WKA) (Synonym: Windenergieanlagen) wandeln über Rotorblätter die kinetische Energie des Windes in mechanische Energie und über einen Generator weiter in Strom um.

Entscheidend für die Leistung, die dem Wind entzogen werden kann, ist die von den Rotorblättern überstrichene Fläche bzw. spezielle Bauart der Rotorblätter sowie die Windgeschwindigkeit. Die Windgeschwindigkeit fließt – physikalisch betrachtet – mit ihrer dritten Potenz ein. Bei einer Verdoppelung der Windgeschwindigkeit verachtfacht sich also die Windleistung [Bundesverband Windenergie (2012)].

Die grundsätzliche Technologie des Windrads ist über 2.000 Jahre alt. Die moderne Windkraftnutzung zur Stromerzeugung begann Ende des 19. Jahrhunderts in Dänemark. Die Errichtung von Anlagen zur Einspeisung in das Stromnetz erfolgte erstmals in den 1980er Jahren [IG Windkraft (2010)].

Moderne Windkraftanlagen bestehen aus einem dreiflügeligen, horizontal gelagerten Rotor und Rotorblättern, die hauptsächlich aus glas- bzw. kohlefaserverstärkten Kunststoffen (GFK, CFK) bestehen, sowie aus einem Stahl- oder Betonturm mit Fundament. Es haben sich zwei verschiedene Konstruktionsprinzipien von Windkraftanlagen durchgesetzt. Windkraftanlagen mit Getriebe, das die Drehzahlanpassung zwischen langsam laufendem Rotor und schnell laufendem Generator vornimmt, und Windkraftanlagen ohne Getriebe. Bei den Generatoren verwendet man Synchron- oder Asynchrongeneratoren, die es ermöglichen, die Betriebsdrehzahl in Grenzen zu variieren. Für moderne Windenergieanlagen werden bevorzugt drehzahlvariable Generatorsysteme verwendet [Bundesverband Windenergie (2012)].

Die technische Entwicklung der Windenergie seit 1980 ist beeindruckend. Ermöglicht durch Einspeisevergütungen unter anderem in Deutschland, Österreich und Dänemark sowie unterstützt durch Fördermittel für Forschung und Entwicklung hat sich die Leistung der Windkraftanlagen um mehr als einen Faktor 160 vergrößert. Damit einher ging eine Vergrößerung der Rotordurchmesser von 15 Meter auf 115 Meter und der Nabenhöhe von 30 Meter auf 120 Meter.

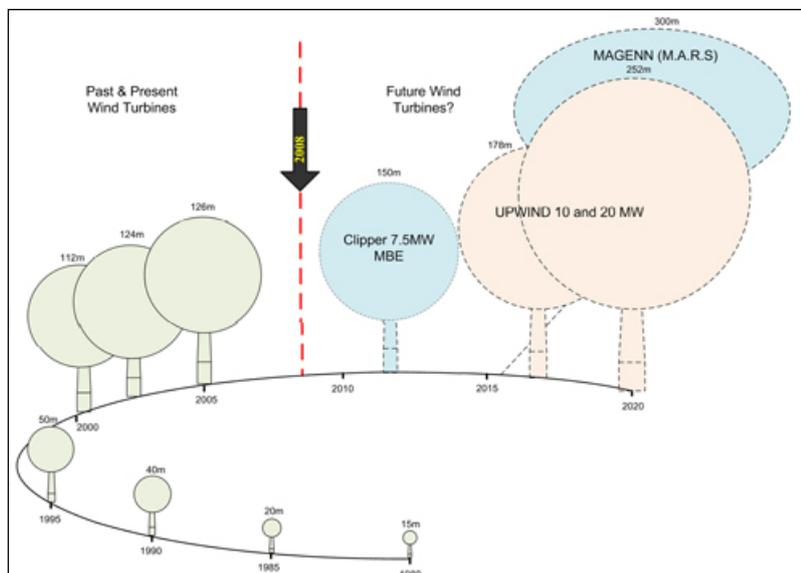


Abbildung 6.4: Wachstum kommerzieller Windturbinen seit den 1980er Jahren
Quelle: Garrad Hassan entnommen aus EWEA (2009)

Inzwischen wird bei Windenergieanlagen zwischen Onshore-Anlagen (Binnenlandanlagen) und Offshore-Anlagen (Anlagen auf See) unterschieden. Die Nennleistung – auch installierte Leistung genannt – einer Windkraftanlage liegt derzeit nach Herstellerangaben zwischen 2 und 3 Megawatt (Onshore) bzw. 3 und 5 Megawatt (Offshore). Die Nennleistung wird bei der für die jeweilige Anlage optimalen

Windgeschwindigkeit erreicht. Meist sind die Anlagen auf Windgeschwindigkeiten zwischen 11 und 15 Metern pro Sekunde (entspricht 40 bis 54 km/h) ausgelegt [Bundesverband Windenergie (2012)].

Die energetische Amortisationsdauer von Windanlagen, also die Zeitspanne, in der so viel elektrische Energie zu erzeugt wird, wie für Transport, Errichtung und Betrieb notwendig war, liegt bei Anlagen im Küstenbereich bei 3 bis 4 und im Binnenland bei 6 bis 7 Monaten [Dena (2012b)].

Hemmnisse und strukturelle Voraussetzungen

Europaweit decken Windkraftanlagen bereits 6,3 % des Stromverbrauchs (Stand 2011) [EWEA (2012)]. Bis 2020 soll die Windenergie bereits bis 18 % der gesamten EU-Stromproduktion liefern. Der derzeitige Anteil der Windenergie an der Stromversorgung Österreichs liegt bei 3,6 % [IG Windkraft (2012a)]. Das österreichische Ökostromgesetz 2012 sieht vor, bis 2020 zusätzliche 2.000 MW Leistung im Bereich der Windenergie zu errichten. Das entspricht rund 667 Windkraftanlagen mit der heute üblichen Kapazität von 3 MW.

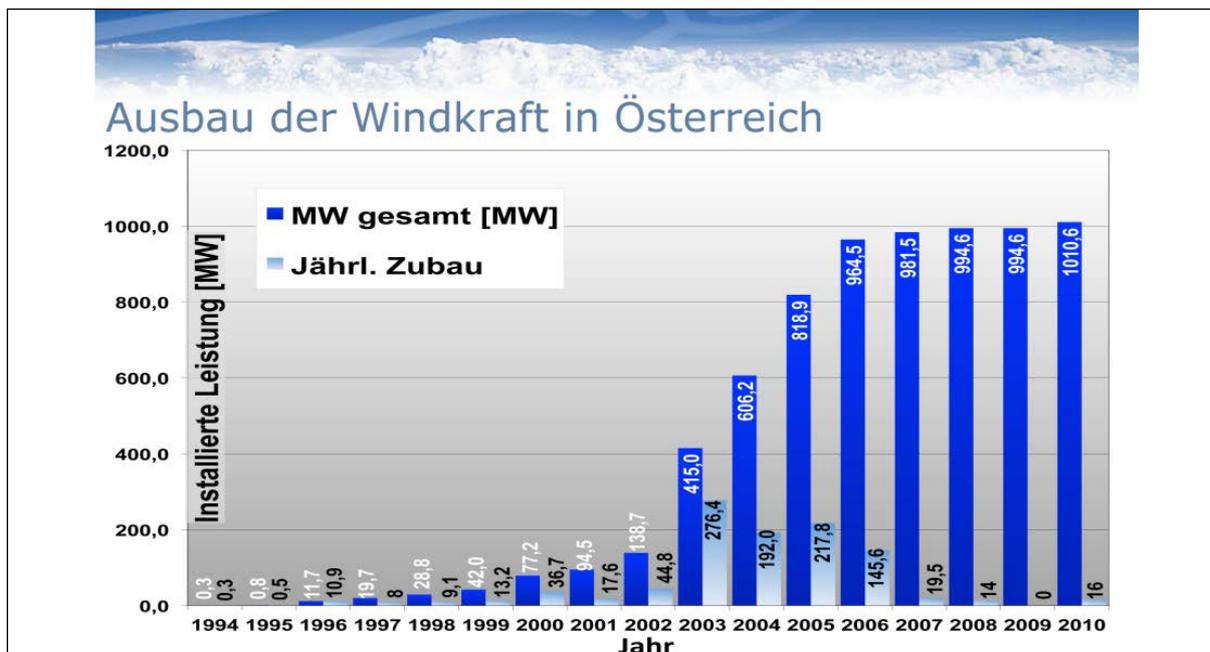


Abbildung 6.5: Ausbau der Windkraft in Österreich (Stand 2010)
Quelle: IG Windkraft (2011)

Die besten Standorte (Windklasse 1) für Windparks in Österreich liegen in Niederösterreich und im Burgenland. Allerdings sind die meisten dieser Standorte bereits vergeben. Südlich von Wien haben potenzielle Standorte meist die Windklasse 2. Da die Technologie der Windräder inzwischen deutlich verbessert wurde, können auch an Standorten dieser Windklasse gute Erträge erzielt und rentable Investments durchgeführt werden.

Ein grundsätzliches Problem bei der Nutzung der Windenergie bleiben die vom Wind abhängigen Schwankungen der elektrischen Einspeiseleistung. Diese kann sich bei einer einzelnen Windenergieanlage innerhalb weniger Stunden zwischen Null und der Nennleistung bewegen. Die Integration der fluktuierenden Windenergie bleibt also nach

wie vor eine der zentralen Herausforderungen für die forcierte Nutzung der Windenergie.

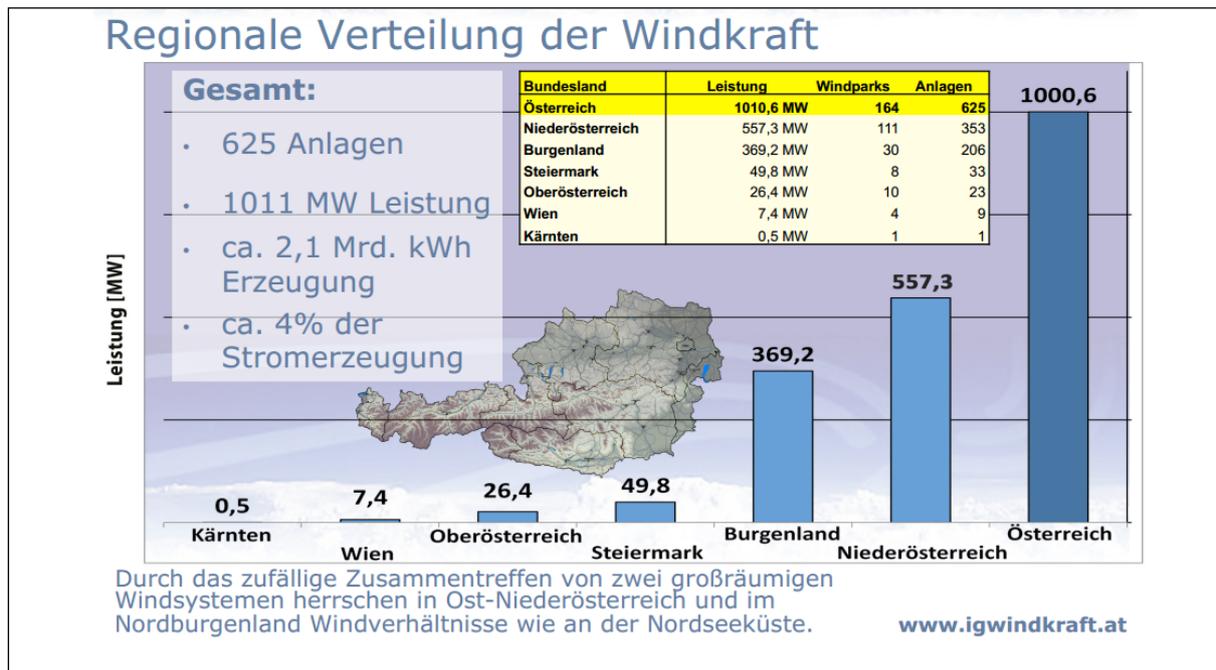


Abbildung 6.6: Regionale Verteilung der Windkraft in Österreich (Stand 2010)

Quelle: IG Windkraft (2011)

Auch die Akzeptanz bei den BürgerInnen sowie der Landschaftsschutz sollte beim Ausbau der Windkraft berücksichtigt werden. Nach wie vor gibt es zahlreiche Bürgerproteste und Initiativen, die sich zum Teil gegen einen weiteren Ausbau der Windkraft aussprechen. Neben der durch Windkraftanlagen verursachten Beeinträchtigung des Landschaftsbildes gibt es auch Befürchtungen bezüglich Verschattung und Lärmbelästigung. Für den Umweltdachverband in Österreich scheint zwar die Zielsetzung von zusätzlichen 2.000 MW Windkraftleistung unter Berücksichtigung ökologischer Kriterien bis zum Jahr 2020 verträglich realisierbar. Jedoch fordert er, dass die Beeinträchtigung der Ökosystemfunktionen und des Landschaftsbildes berücksichtigt werden müssen. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Umsetzung ist nach Auffassung des Dachverbandes daher eine überregionale strategische Energieraumplanung [Umweltdachverband Österreich (2012)].

Ein Ansatzpunkt, um mehr Akzeptanz bei Anwohnern in der Nachbarschaft von Windparks zu gewinnen, sind Bürgerwindparks, also ökonomisch attraktive Beteiligungsmöglichkeiten. Ein Beispiel ist Bürgerwindpark in Hollich (D) [Windpark Hollich (2012)].

Wirtschaftlichkeit

Was die regulativen Rahmenbedingungen für die Nutzung von Windkraft betrifft, so gilt in Österreich laut Ökostromverordnung 2012 ein fester Einspeisetarif für Windkraftanlagen von 9,5 Cent pro Kilowattstunde. Die Förderung erfolgt über die Ökostromabwicklungsstelle OeMAG, die solange zum Abschluss von Förderverträgen verpflichtet ist, solange die gesetzlich vorgesehenen Mittel für neue Anlagen noch nicht ausgeschöpft sind. Die Dauer der Tarifaufzeit für Windkraftanlagen beträgt 13 Jahre [IG Windkraft (2012b)].

Derzeit liegen die Investitionskosten für Windkraftanlagen in Europa (und auch in Österreich), nach Angaben von Wien Energie, bei durchschnittlich circa 1,5 Millionen € je 1 MW bei einer Betriebsdauer von circa 20 bis 25 Jahren.

Die Kosten zur Errichtung von Windkraftanlagen setzen sich zusammen aus Investitionskosten (Turm, Rotor, Generator, Getriebe, Fundament, Montage, Netzanschluss etc.) und Betriebskosten (Wartung etc.). Die Investitionskosten machen bei Windkraftanlagen den überwiegenden Teil der Kosten aus. Aktuelle Kalkulationen gehen von Betriebs- und Wartungskosten von 1,5 bis 2 Prozent der Investitionskosten einer Anlage pro Jahr aus. Je länger die Anlage Strom produziert, desto höher werden auch die Betriebs- und Wartungskosten. Moderne Windkraftanlagen sind darauf ausgelegt, zwanzig Jahre lang Strom zu erzeugen. In Windparks reduzieren sich die Wartungskosten je Einzelanlage.

Die Stromgestehungskosten von Windkraftanlagen sind stark abhängig von den Standortbedingungen und den erreichbaren Volllaststunden. In Deutschland liegen nach einer Studie des Kost et al. (2012) die Stromgestehungskosten für Onshore-Anlagen an windstarken Standorten mit 2.700 Volllaststunden bei 5,9 ct/kWh bei einer mittleren Investition von 1.400 €/kW. Standorte mit einem schwächeren Windangebot liegen bei 9,0 ct bis 11,5 ct/kWh abhängig von den spezifischen Investitionen. Standorte mit durchschnittlichen Windverhältnissen liegen mit 2.000 Volllaststunden bei 6,5 bis 8,1 ct/kWh. Offshore-Anlagen erreichen derzeit an sehr guten Standorten Stromgestehungskosten von 10,5 bis 15,0 ct/kWh [Kost et al. (2012)].

Für Offshore-Anlagen wird mittelfristig trotz höherer Installations- und Anschlusskosten eine bessere Wirtschaftlichkeit erwartet. Die Windverhältnisse und damit die Erträge auf offener See sind deutlich besser als an Land und die Anlagenhersteller gehen von einer längeren Laufzeit der Anlagen aufgrund geringerer Turbulenzen aus [Dena (2012b)].

Status der Anwendung in Wien und Potenziale

Auf der Gemarkung von Wien wurden seit Mitte der 1990er Jahre mehrere Windkraftanlagen errichtet. Zu nennen sind hier:

- Donauinsel, eine Anlage, 0,2 MW, errichtet 1997, Eigentümerin Wien Energie
- Freudenau, eine Anlage, 0,6 MW, errichtet 1998, Eigentümerin Wien Energie
- Breitenlee, drei Anlagen, je 0,85 MW, errichtet 2002, Eigentümerin WEB Windenergie
- Bezirk Favoriten, zweigeteilter Windpark (Unterlaa Ost und Unterlaa West), vier Anlagen, je 1 MW, Eigentümerin Wien Energie

Weiters wurde eine Reihe an Anlagen direkt am Stadtrand errichtet, wie z.B. in Vösendorf, Parabasdorf oder Hagenbrunn.

Aufgrund des oben skizzierten technischen Fortschritts sind die Leistungen der inzwischen älteren Windkraftanlagen in Wien nicht vergleichbar mit denen neuer Anlagen. Sie waren aber zur damaligen Zeit Teil der ersten Schritte zum Aufbau der Stromerzeugung aus Windenergie.

Möglichkeiten für weitere große Windkraftanlagen in Wien werden nicht gesehen. Im städtischen Raum sind aufgrund des Flächenmangels die Möglichkeiten für größere Windkraftanlagen oder Windparks begrenzt. Denn in der Regel müssen Minimalabstände zwischen Anlagen und bewohnten Gebieten gemäß Raumordnungsvorgaben

eingehalten werden. Das Potenzial für weitere Windkraftanlagen in Wien ist gering und kaum realisierbar. Allenfalls kommt ein Repowering bestehender Anlagen in Betracht.

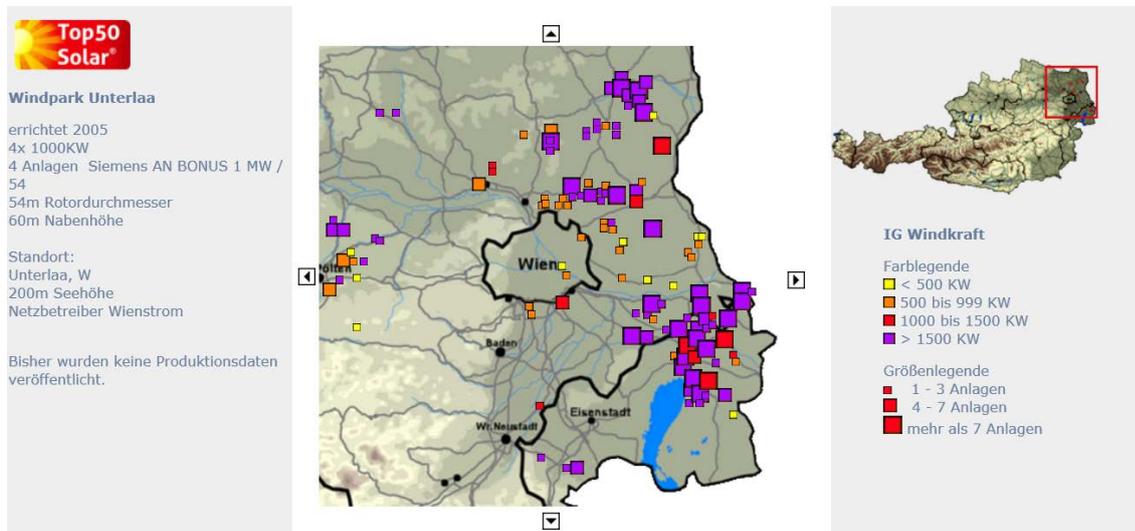


Abbildung 6.7: Landkarte (interaktiv) mit Windkraftanlagen in Wien und Umgebung

Quelle: IG Windkraft (o.J.)

Von Bedeutung sind vielmehr die Möglichkeiten in der Region. Insbesondere im benachbarten Niederösterreich ist das Windangebot hoch (siehe oben Seite 66 und unten Abbildung 6.7)

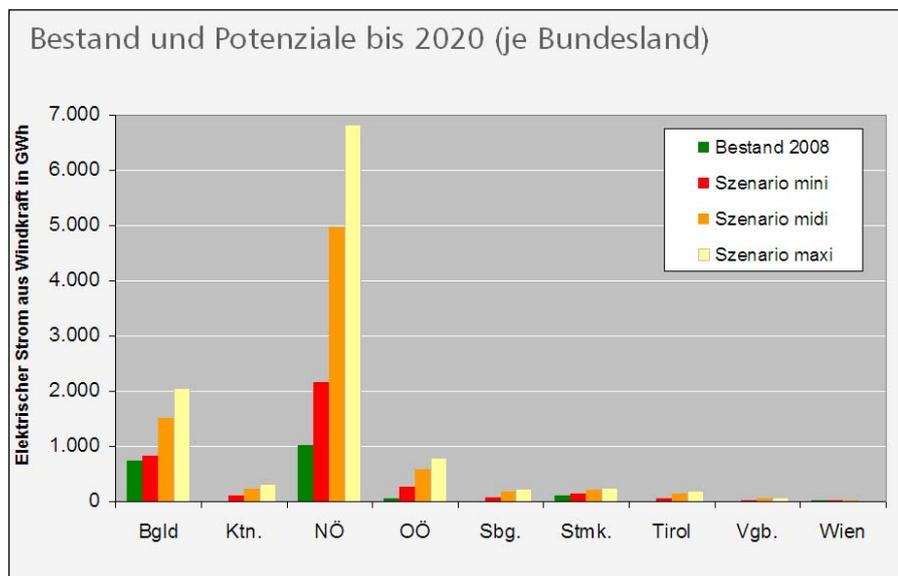


Abbildung 6.8: Bestand und realisierbare Potenziale von elektrischem Strom aus Windkraft in Österreich.

Quelle: Stanzer et al. (2010)

Kleine Windanlagen

Als weitere Nutzungsmöglichkeiten von Windenergie in Städten werden Kleinwindkraftwerke oder urbane Windkraftanlagen diskutiert. Hier gibt es bislang jedoch noch verhältnismäßig wenige Erfahrungen. In Floridsdorf wurde 2012 auf dem Dach des Passivhauses der „Energybase“ die erste urbane Kleinwindkraftanlage Wiens mit einer Kapazität von 5 kW errichtet. Allerdings verursachte das Vertikalwindrad so große Vibrationen, dass es nach drei Wochen wieder gestoppt werden musste.

„Die Schwingungen waren so stark, dass im Büro darunter die Bildschirme zu wandern begannen.“ [Energie Bau (2012)]



Abbildung 6.9: Windrad auf den Dach der Energy Base in Wien

Quelle: CleanVerTec GmbH (2012)

Um das Bild zu vervollständigen, sei darauf verwiesen, dass kleine Windkraftanlagen als solche technologisch ausgereift sind und weltweit eingesetzt werden, vorwiegend in den USA und in China. Bis Ende 2010 war weltweit eine Kapazität von circa 440 MW installiert [WWEA (2012)].

Aktivitäten von Wien Energie

Wien Energie verfügt in Österreich über Windparks mit einer Kapazität von derzeit insgesamt 60 MW und hat derzeit Windparks mit einer Gesamtkapazität von 500 MW in Planung, darunter auch Windparks in osteuropäischen Ländern. Die meisten Windparks sind aber in Niederösterreich geplant, also im nahen und weiteren Umland von Wien. Es ist vorgesehen, einige osteuropäischen Projekte zu verkaufen, um Mittel frei zu setzen, mit denen Windparks in Österreich entwickelt werden können.

Der Planungs- und Genehmigungsprozess eines Windparks dauert in der Regel zwei bis vier Jahre. Erforderlich sind verschiedene Gutachten, insbesondere Wind-, Ornithologie- und Schattenwurfgutachten.

6.4 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie hat je nach Situation im Untergrund ein nahezu unerschöpfliches Wärmeenergiepotenzial. In Wien soll Tiefengeothermie als Einspeiser in das Fernwärmenetz genutzt werden.

Technologie

Die Tiefengeothermie nutzt die in Form von Wärme gespeicherte Energie im tiefen Untergrund zur Wärmebereitstellung sowie zur Stromerzeugung. Für die energetische Nutzung dieser Wärmeenergie eignen sich insbesondere zwei Verfahren:

- Hydrothermale Geothermie (Verfahren der Geothermie Aspern)
- Petrothermale Geothermie

Hydrothermale Geothermie

Bei der hydrothermalen Geothermie wird Thermalwasser aus wasserführenden Gesteinsschichten im tiefen Untergrund an die Oberfläche gefördert, die Energie über Wärmetauscher gewonnen und das abgekühlte Thermalwasser wieder in den Untergrund zurück geführt. Auf diese Weise entsteht ein natürlicher Kreislauf. Je nach Temperatur des Thermalwassers eignet sich die hydrothermale Geothermie zur Wärmeabgabe bzw. zur Stromerzeugung. Mit der hydrothermalen Geothermie steht eine bereits bewährte und ausgereifte Technologie zur Verfügung, die schon seit Jahrzehnten in Europa erfolgreich angewendet wird.

Neben geologischen Kriterien spielt vor allem auch die Nähe zu einer geeigneten Abnehmerstruktur (Fernwärmenetz) eine entscheidende Rolle bei einer geothermischen Wärmeversorgung.

Im Stadtgebiet von Wien sind große hydrothermale Vorkommen vorhanden, welche sich bestens für eine Wärmebereitstellung eignen. Das Geothermie-Projekt Aspern/Eßling der Wien Energie, Geothermiezentrum Aspern GmbH, erschließt dieses Potenzial erstmalig für Heizzwecke in Wien. Diese Vorkommen im Wiener Becken sind auch zur Stromerzeugung geeignet.

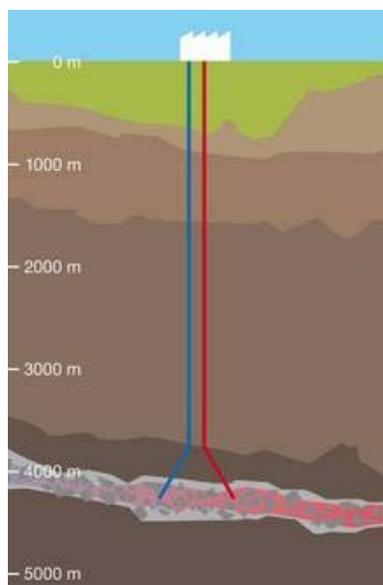


Abbildung 6.10: Hydrothermale Geothermie

Quelle: Stadt St. Gallen (o.J.)

Petrothermale Geothermie

Die Petrothermale Geothermie wird auch als Hot-Dry-Rock-Verfahren oder als Enhanced Geothermal System bezeichnet.

Bei der Petrothermalen Geothermie werden trockene Gesteinsschichten im tiefen Untergrund erbohrt und anschließend unter hohem Druck gefrackt (aufgebrochen). Wasser wird in die künstlich erzeugten Riss- und Kluftsysteme injiziert, erwärmt sich dort und steigt über die Förderbohrung wieder zu Tage.

Bei diesem Verfahren der Tiefengeothermie kann somit thermische Energie zur Wärmeversorgung oder Stromerzeugung an praktisch jedem Standort gewonnen werden, also auch an Standorten, an denen keine hydrothermalen Wasservorkommen vorhanden sind. Die Petrothermale Geothermie befindet sich jedoch derzeit noch im Entwicklungsstadium.

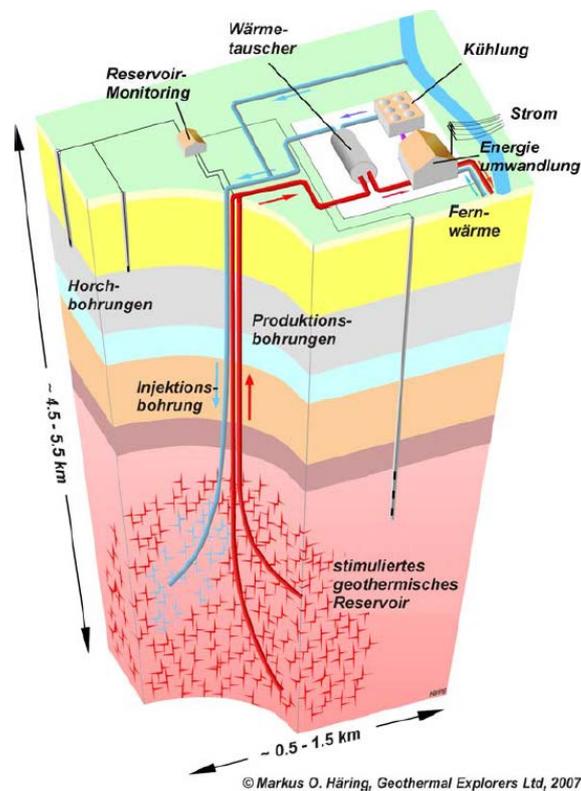


Abbildung 2: Petrothermale Geothermie

Quelle: Häring (2007)

Bestehende Anlagen zur Wärmeerzeugung aus Tiefengeothermie

In Österreich sind bislang neun Anlagen zur Wärmeerzeugung errichtet worden – sechs in Oberösterreich und drei in der Steiermark. Drei dieser Anlagen erzeugen als „Nebenprodukt“ auch Strom mittels ORC-Prozessen. Derzeit wird in Oberösterreich die zehnte Anlage mit einer geplanten Wärmeleistung von 25 MW_{th} errichtet.

In Deutschland wurden in den letzten Jahren zahlreiche Anlagen errichtet, zudem ist eine große Anzahl weiterer Anlagen geplant. Das Ziel liegt hier aufgrund des deutschen Erneuerbaren Energien-Gesetzes in der Stromproduktion (Förderung von rund 25 Cent/kWh Strom) mit einer gekoppelten Wärmeausschleusung. Die Standorte liegen vor allem in der bayrischen Molassezone und im Oberrheingraben. In München wurden bereits zwei Anlagen (Riem, Sauerlach) realisiert, bis zu 17 Anlagen im Stadtgebiet sind

geplant, um das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung zu erreichen [Stadtwerke München (2011)].

Anlagen und Technologien zur Stromerzeugung aus Tiefengeothermie

Bei der konventionellen geothermischen Stromerzeugung werden hydrothermale Heiß- und Trockendampfvorkommen mit Temperaturen von über 150 °C (Hochenthalpie-Reservoire) direkt zur Verstromung in einer Dampfturbine genutzt. Die direkte Stromerzeugung aus Geothermie erfolgt hauptsächlich in Ländern, die über Hochenthalpie-Reservoire verfügen, in welchen Temperaturen von circa 150 bis 250 °C in vergleichsweise geringen Tiefen angetroffen werden. Diese direkte Verstromung wird z.B. in Italien angewendet, dort werden derzeit bereits über 800 MW_{el} aus der Geothermie erzeugt und laufend weiter ausgebaut.

Stehen nicht ausreichend hohe Temperaturen für die direkte Verstromung des Thermalwassers zur Verfügung, werden sogenannte Organic Rankine Cycle-Anlagen (ORC) eingesetzt. Die ORC-Anlagen arbeiten mit einem organischen Medium, welches bei geringeren Temperaturen als Wasser verdampft, und ermöglichen so eine Nutzung von Temperaturen ab 80 °C zur Stromerzeugung. Der Dampf des organischen Mediums treibt über eine Turbine den Stromgenerator an. Eine Alternative zum ORC-Verfahren ist das Kalina-Verfahren, welches mit einem Ammoniak-Wasser-Gemisch arbeitet. Das dann zur Verfügung stehende Temperaturniveau ist jedoch für gängige Haustechnik nicht geeignet, sondern nur für speziell darauf ausgelegte Niedertemperatursysteme.

Der geothermische Temperaturgradient im Wiener Becken beträgt rund 30 °C pro Kilometer Tiefe. Somit erreicht man in Tiefen von über 5.000 Metern, welche in Wien vorhanden sind, die geeigneten Thermalwassertemperaturen für eine direkte Verstromung.

Wirtschaftlichkeit

Die spezifischen Investitionskosten für Bohrungen hydrothormaler Geothermieprojekte im bayrischen Molassebecken liegen zwischen 0,84 und 1,96 Mio. €/MW_{th}. Die Kostenunterschiede resultieren aus den unterschiedlichen Leistungen (Temperatur und Förderraten) der jeweiligen Projekte.

- Typische Wärmeprojekte im bayrischen Molassebecken: circa 3.000 m Tiefe, 6 bis 10 MW_{th}
- Typische Stromprojekte im bayrischen Molassebecken: circa 4.500 m Tiefe, 5,5 MW_{el} [Reif (2011)]

Bei der petrothermalen Geothermie ist die Kostenabschätzung noch deutlich schwieriger, da die Technologie sich noch im Entwicklungsstadium befindet. Der European Geothermal Energy Council gibt an, dass sich zur Nutzung Petrothormaler Geothermie für die Stromerzeugung die spezifischen Investitionskosten auf circa 7 bis 12 Mio. €/MW_{el} belaufen, dies ist aber unter anderem stark von den Gesteinsschichten vor Ort abhängig [EGEC (2008)].

Status der Anwendung in Wien und Potenziale im Wiener Becken

Wien Energie Fernwärme hatte 2011 begonnen, ein Geothermiekraftwerk (Aspern/Eßling) zu errichten. Die Anlage sollte eine Leistung von 40 MW_{th} in das Fernwärmenetz einspeisen. Dazu waren zwei Bohrungen mit 5.000 m Tiefe vorgesehen und es wurde eine Wassertemperatur von 150 °C erwartet. Die in 2012 vorgenommene Erkundungsbohrung stieß jedoch bei circa 4.000 m Tiefe auf Gesteine, die bohrtechnisch sehr schwierig sind, und der Bohrmeißel blieb stecken. Dazu kam, dass

der gesuchte Hauptdolomit, in dem das Thermalwasser erwartet wird, nun deutlich tiefer liegend vermutet wurde. Dies würde jedoch die Ausbeute beeinträchtigen. Somit wurde das Projekt angehalten (Sistierung³³). Künftige Erschließungen, ggf. an anderen Stellen, werden weiter für möglich gehalten [David-Freihsl (2012)].

Vor dieser Erkundungsbohrung wurde das mittelfristig erschließbare geothermische Potenzial im Stadtbereich von Wien und am Rand der Stadtgrenze auf mindestens 300 MW geschätzt [Goldbrunner (2012)]. Zum Vergleich: die Wiener Müllverbrennungsanlagen bringen eine Wärmeleistung von 240 MW_{th} und die Gas-KWK-Anlagen 1.615 MW_{th}.

Weiter entfernt liegende Wärmepotenziale im Wiener Becken können nicht für die Wärmeversorgung von Wien genutzt werden, da Wärme in Fernwärmeleitungen nicht beliebig weit transportiert werden kann.

In einer Abschätzung für das Jahr 2050 wird von Streicher et al. (2010) unter anderem angenommen, dass die Technologien zur Erzeugung von Strom aus Tiefengeothermie bis dahin deutlich weiter entwickelt werden können. Dann wäre es möglich im Wiener Becken ein Erzeugungspotenzial von 18 TWh_{el}/a zu erschließen, das wäre etwa so viel wie der gemeinsame Stromverbrauch von Wien und Niederösterreich in 2010.

6.5 Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung

Das unterste Leistungssegment der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit einer elektrischen Leistung kleiner als 15 kW_{el} (bzw. maximalen thermischen Leistungen von circa 70 kW_{th}) wird als Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage bezeichnet. Sie ist vor allem für den gebäudeintegrierten Einsatz bei Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie im Kleingewerbe geeignet.

Mikro-KWK haben zwar ähnliche Vorteile wie Groß-KWK und Fernwärme, allerdings mit einem schlechteren elektrischen Wirkungsgrad als diese, haben aber auch die gleichen Nachteile: gleiche (derzeit) ungünstige energiewirtschaftliche Situation, gleicher fossiler Primärenergieträger, aber dafür deutlich höhere spezifische Investitionskosten. Sie machen energetisch nur dort Sinn, wo die Fernwärme nicht sinnvoll ist.

Als Technologien werden derzeit am häufigsten Mikro-KWK-Anlagen mit Gasmotoren (aber prinzipiell auch Mikro-Gasturbinen, Brennstoffzellen und Sterlingmotoren) mit Abwärmenutzung eingesetzt. Ein wesentlicher Vorteil von Mikro-KWK-Anlagen ist, dass durch dezentrale Energieumwandlung elektrische und vor allem thermische Übertragungsverluste minimiert werden. Der Vorteil des besseren elektrischen Wirkungsgrades einer Groß-KWK-Anlage ist allerdings höher als der Leitungsverlust. Er beträgt bei Fernwärme in Wien nur circa 9 %. Die Abwärme wird in das Heizungssystem des Gebäudes eingekoppelt. Der Strom wird selbst genutzt, der Saldo über das Netz ausgeglichen. Unter optimalen Bedingungen erreichen diese Anlagen 30 % elektrischen und 60 % thermischen Nutzungsgrad.

Der Betrieb der Anlagen erfolgt vorwiegend wärmegeführt, wobei ein zusätzlicher Wärmespeicher einige Vorteile bietet. Er entkoppelt zumindest temporär die Wärme von der Stromlieferung und erlaubt weiters eine taktungsarme Fahrweise sowie den Betrieb zu Zeiten mit hohem Eigenstrombedarf.

³³ Sistierung ist der „vom Auftraggeber formell geforderte Stillstand in der Auftrags- bzw. Projektabwicklung, bei dem zunächst offen bleibt, ob der Auftrag bzw. das Projekt weitergeführt wird“ (DIN 69905).

Die Stromerzeugungskosten von Anlagen mit circa 10 kW_{el} lagen 2009 bei circa 6 bis 10 Cent/kWh. Der genaue Wert ist vor allem von der Höhe des Wärmepreises und vom Ausmaß der Nutzung der Abwärme sowie von der Auslegung des ergänzenden Wärmespeichers abhängig [Haas et al. (2010)].

In Bezug auf Wien sei festgestellt, dass die Idee des Einsatzes dezentraler Mikro-KWK-Anlagen bereits seit den 1980er Jahren diskutiert wird. Im Wesentlichen scheiterte der Durchbruch dieser Technologie letztendlich an Wirtschaftlichkeitsaspekten samt der Erkenntnis einer „sinnlosen“ Konkurrenz zur Fernwärme.

Gründe für die schlechte Wirtschaftlichkeit sind die durch die Heiztage zeitlich limitierten jährlichen Volllaststunden von circa 2.000 h/a sowie vergleichsweise hohe Investitionskosten von Anlagen in kleinen Leistungsbereichen im Vergleich zu größeren Anlagen.

Außer den hohen Kosten sind folgende Aspekte derzeit eher hinderlich für eine breitere Markteinführung der Technologie: Neben den ökonomischen Gesichtspunkten stellt sich mit Blick auf Wien auch die Frage, in welchen Stadtvierteln diese Anlagen aus energetischen und ökologischen Gesichtspunkten sinnvoll wären. Die nicht energetisch vollsanierbaren Gebäude in der Innenstadt sollten an die Fernwärme angeschlossen werden. In der Peripherie kommen anstelle von Mikro-KWK-Anlagen ebenso Solarthermie, Wärmepumpen und Pellets-Heizungen als klimaschonende Lösungen in Betracht.



Abbildung 6.11: Aufbau einer Mikro-KWK-Anlage
Quelle: Senertec, entnommen aus ASUE (o.J.)

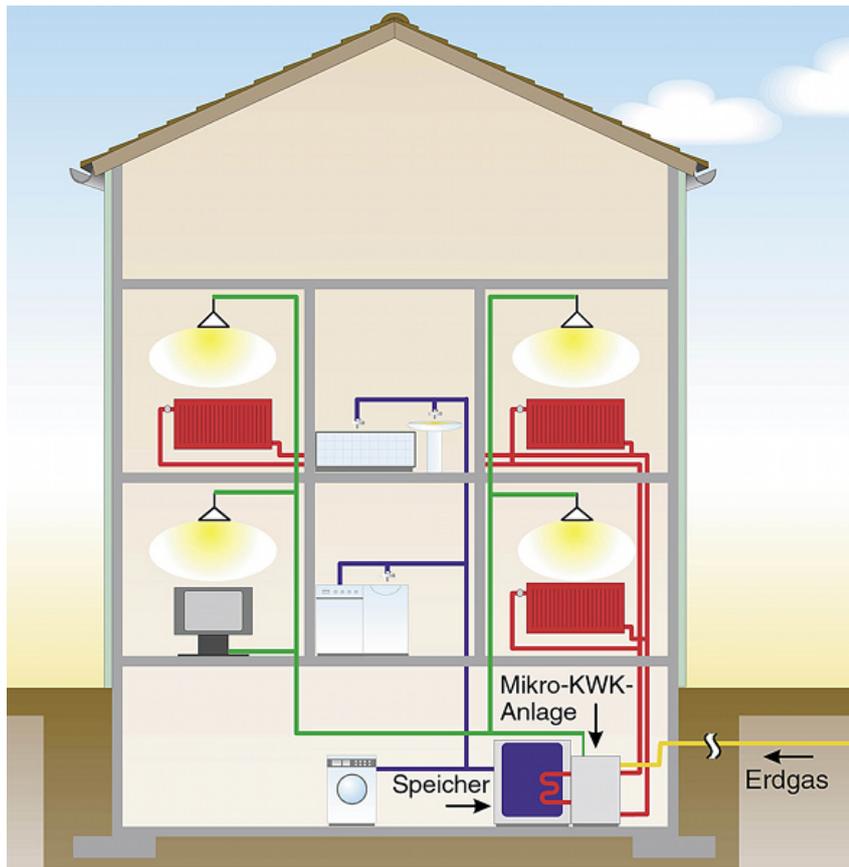


Abbildung 6.12: Integration einer mKWK-Anlage in das Heiz- und Stromversorgungssystem eines Gebäudes.

Quelle: DAA (o.J.)

6.6 Wärmepumpen

Technologie

Wärmepumpen sind Anlagen, die einem Bereich Wärme entziehen und diese Wärme an einer anderen Stelle abgeben. Wärmepumpen werden sowohl zum Kühlen (z.B. Kühlschrank) als auch zum Heizen verwendet. Die Anlagen nutzen die physikalischen Auswirkungen von Druckänderungen bei Gasen (Joule-Thomson-Effekt). Je nach Druck und Temperatur kann sich Gas beim Entspannen (Dekomprimieren) erwärmen oder abkühlen³⁴. In letzterem Fall entzieht ein Gas seiner Umgebung Wärme. Dies kann man z.B. bei einer Spraydose beobachten.

Wärmepumpen zur Raumwärmeversorgung nutzen diesen Joule-Thomson-Effekt, um Wärme aus der Umgebung auf ein höheres nutzbares Temperaturniveau anzuheben. Diese Kompressions-Wärmepumpen sind folgendermaßen aufgebaut (Abbildung 6.13): In einem Verdampfer wird unter Zufuhr von Energie (Antriebsenergie, in der Regel elektrischer Strom oder Gasmotor) eine Flüssigkeit zum Verdampfen gebracht. Dabei nimmt die verdampfende Flüssigkeit („Kältemittel“) Wärme aus ihrer Umgebung auf. Das nun gasförmige Kältemittel wird in einem Kompressor verdichtet. Durch den Druckanstieg erhöht sich die Temperatur des Gases weiter. Im nächsten Schritt wird die

³⁴ Der Joule-Thomson-Koeffizient ist abhängig vom Druck und der Temperatur; er kann sowohl positive (Gas kühlt sich beim Entspannen ab) als auch negative Werte (Gas erwärmt sich beim Entspannen) annehmen. [Universität Mainz (2012)]

Wärme des Gases über einen Wärmetauscher an das Wärmeträgermedium des Heizsystems abgegeben. Durch die Abgabe der Wärme kühlt das unter Druck stehende Gas ab und verflüssigt sich wieder. Damit es wieder Wärme aufnehmen kann, wird es über ein Drosselventil entspannt und erneut zum Verdampfer geführt [BWP (2012), Wien Energie (2012b)]. Welche Flüssigkeit in einer Wärmepumpe eingesetzt wird, hängt unter anderem von den Temperaturen ab, bei denen die Wärme aufgenommen werden soll. Bis 1990 wurden in Kühlschränken vorwiegend FCKW eingesetzt, heute verwendet man Fluorkohlenwasserstoffe (FKW). Bei Wärmepumpen zum Heizen kommen unter anderem Ammoniak, Kohlendioxid oder Wasser in Betracht.

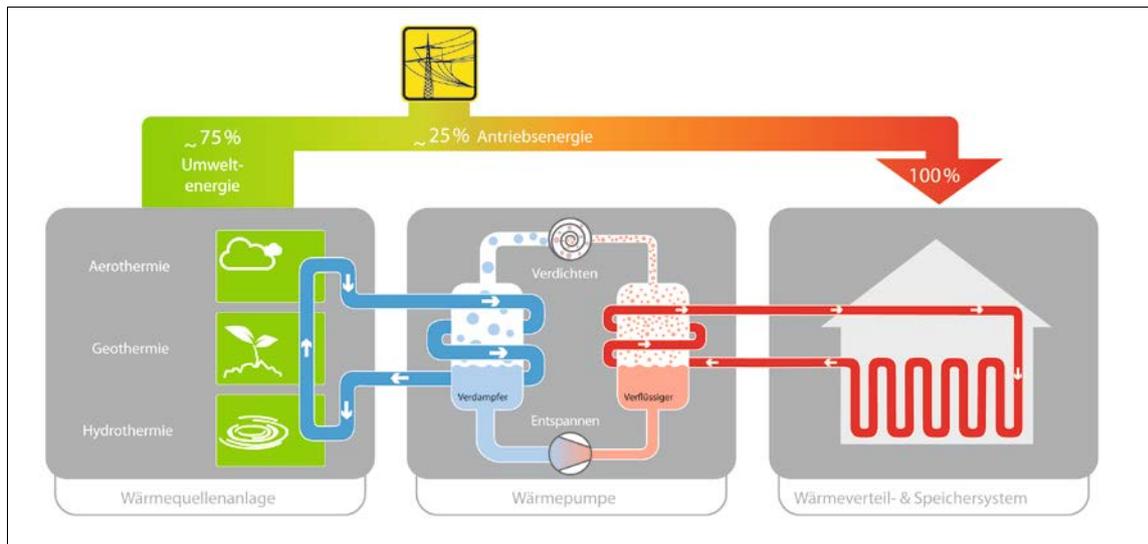


Abbildung 6.13: Funktionsweise einer Wärmepumpe
Quelle: BWP (2012)

Effizienz von Wärmepumpen

Die Effizienz einer Wärmepumpe wird mit der sogenannten Jahresarbeitszahl angegeben. Sie zeigt auf, wie viel Heizungswärme im Verhältnis zum eingesetzten Strom (Antriebsenergie) von der Wärmepumpe im Laufe eines Jahres erzeugt wurde. Je höher die Jahresarbeitszahl, desto effizienter ist die Wärmepumpe. Die Effizienz hängt nicht nur von der Pumpe selbst, sondern auch von den Temperaturverhältnissen der Medien ab, aus denen die Wärme entnommen und in die die Wärme abgegeben wird. Daher kann ein sicherer Wert nur ex post angegeben werden. Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme [Miara et al. (2010)] hat die Effizienz von neuen Wärmepumpen im Betrieb untersucht. Dabei wurden im Neubau im Durchschnitt Jahresarbeitszahlen von 3,8 für erdgekoppelte Wärmepumpen und 3,0 für Luft-/Wasser-Wärmepumpen ermittelt. Das heißt, mit 1 kWh elektrischem Strom zum Antrieb der Wärmepumpe wurden durchschnittlich 3,8 kWh bzw. 3,0 kWh nutzbare Wärme erzeugt.

Die Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria und klima:aktiv vertraten 2008 die Auffassung, dass „unter klimapolitisch sinnvollen, effizienten Wärmepumpen [nur] solche zu verstehen sind, die [...] eine Jahresarbeitszahl von vier und größer aufweisen“ [Österreichische Energieagentur (2008)]. Der Bundesverband Wärmepumpen Austria (2012) empfiehlt die Verwendung von Wärmepumpen, die mit dem Gütesiegel der European Heat Pump Association (EHPA-Gütesiegel) zertifiziert sind. Die Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen, die dieses Gütesiegel erhalten, liegen derzeit bei 5,1 für Wasser-Wärmepumpen, bei 3,1 für Luft-Wärmepumpen und bei 4,3 für erdgekoppelte Wärmepumpen [EHPA (2012)].

Klimaschutz und Wärmepumpen

Wärmepumpen werden schon seit längerer Zeit gerne als Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energien eingestuft, da sie vorwiegend vorhandene Wärme aus der Umgebung und nur teilweise Strom nutzen. Umweltverbände [z.B. BUND (2008)] haben in der Vergangenheit immer wieder darauf hingewiesen, dass Wärmepumpen eine schlechte CO₂- Bilanz aufweisen, sofern der eingesetzte Strom vorwiegend in Kohlekraftwerken erzeugt wird. Vor diesem Hintergrund hat das deutsche Umweltbundesamt die Treibhausgasemissionen von Wärmepumpen mit jenen von anderen Heizungssystemen verglichen [Schuberth und Kaschenz (2008)]. Dabei wurden der deutsche Strommix 2005³⁵ und optimale Bedingungen für die Wärmepumpen angenommen (Abbildung 6.14).

Sicherlich sind aufgrund des technologischen Fortschritts die Wärmepumpen inzwischen effizienter geworden. Dennoch dürfte die Untersuchung des Umweltbundesamts weiterhin ein guter Anhaltspunkt sein. Bei einem verstärkten Ausbau von Wärmepumpen müsste jedoch eine Grenzbetrachtung zugrunde gelegt werden. Wenn zusätzlich Wärmepumpen hinzugebaut werden – wie wird dann der zusätzlich benötigte Strom erzeugt? Unter heutigen Bedingungen dürfte zusätzlicher Stromverbrauch – gerade in der kälteren Jahreszeit – durch fossile Kraftwerke abgedeckt werden. Das gilt auch für Österreich, dessen Strom zu einem großen Anteil aus Wasserkraft stammt, denn seit 2001 hat Österreich mehr Strom im- als exportiert [Statistik Austria (2012), Statistik Austria (o.J.b)]. Demnach ist bei einer Grenzbetrachtung nicht der nationale Strommix, sondern der fossile Baseload anzusetzen, mithin fällt die ökologische Vorteilhaftigkeit deutlich geringer aus. Erst seitdem Kraftwerke und Wärmepumpen effizienter geworden sind, ist die Klimabilanz dennoch positiv.

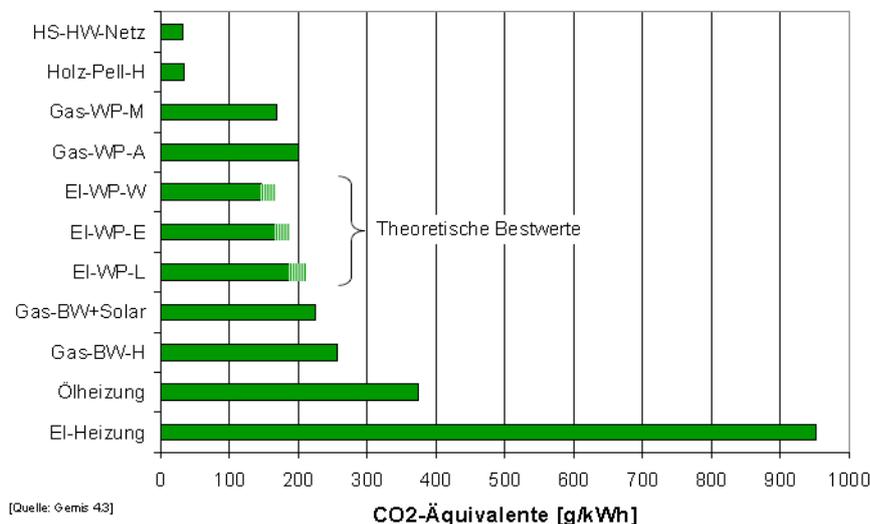


Abbildung 6.14: Vergleich von Wärmepumpen mit anderen Heizungssystemen

Quelle: Schuberth und Kaschenz (2008)

Mit dem Ausbau der Erzeugung von Strom aus Wind und Photovoltaik steigen die Schwankungen beim Energieangebot. Wärmepumpen haben das Potenzial, hier zum Ausgleich beizutragen, indem sie dann zugeschaltet werden, wenn ein hohes

³⁵ Mix 2005: 46,6 % Kohlekraftwerke, 26,3 % Kernenergie, 11,3 % Erdgas, 8,8 % Wind- und Wasserkraft; Rest: Mineralöl und Sonstige; spezifischer Treibhausgas-Emissionsfaktor Endenergie: 646 Gramm CO₂-Äquivalent/kWh_{el}

Stromangebot vorliegt und die Geräte dann vorübergehend abgeschaltet werden, wenn sich z.B. wegen einer Wetterveränderung das Energieangebot aus Wind und Sonne kurzfristig verändert hat. Im Moment ist das Potenzial insgesamt noch klein. In Deutschland gibt es einen Bestand von 450.000 Wärmepumpen mit einer elektrischen Anschlussleistung von rund 1.700 MW. Die interessierten Branchenverbände halten es in einem aktuellen Positionspapier zu Wärmepumpen und Smart Grid für machbar, bei einer gezielten Förderung von Wärmepumpen bis 2030 in Deutschland auf eine Anschlussleistung von 3.600 bis 4.600 MW zu kommen [BDH et. al (2012)].

Dänemark plant, bis 2020 den Anteil der Stromerzeugung aus Windkraft auf 50 % anzuheben. Um das Netz stabil zu halten, sollen Wärmepumpen und Elektroboiler als Puffer eingesetzt werden. Man geht also zugleich von einem Anstieg des Stromverbrauches aus [Jørgensen (2012)].

Wärmepumpen werden auch eingesetzt, um energieautarke Gebäude zu bauen. Zum Beispiel wurde 2009 die Hauptverwaltung der Firma Werner und Mertz (Marke Frosch, Erdal) als energieautarkes Verwaltungsgebäude errichtet. Hier werden bei optimaler Gebäudedämmung Wärmepumpen mit Photovoltaik und Dachwindrädern kombiniert [Werner und Mertz (2012)].

Technische Entwicklungen

Laut einer Studie des Geothermiezentrums Bochum [Platt et al. (2010)] kommt folgenden Technologien und Einsatzmöglichkeiten in Zukunft eine zunehmend größere Bedeutung zu:

- Alternative Wärmepumpentechniken wie z.B. Gas-Wärmepumpen,
- Einsatz alternativer Kältemittel wie z.B. Kohlendioxid,
- Erschließung alternativer Wärmequellen wie z.B. Abwasser,
- Erweiterung des Leistungs- und Temperaturspektrums z.B. für den industriellen oder gewerblichen Einsatz,
- Kombination von Wärmepumpenanlagen mit anderen Erneuerbaren Energien,
- Optimierung der hydraulischen Einbindung von Wärmepumpen.

In einem vom Klima- und Energiefonds geförderten Forschungsprojekt, an dem unter anderem auch Wien Energie Fernwärme beteiligt ist, wurden 2010 bis 2012 die Möglichkeiten und Anforderungen zur Nutzung der Wärme im Abwasser untersucht. Im Rahmen des Vorhabens wurde auch eine Abwasserwärmenutzungsanlage in Amstetten (NÖ) gebaut und eine Machbarkeitsstudie für die Abwasserwärmenutzung am Wiener Stadtwerke Standort TownTown in Wien erstellt [Energie Agentur (2012)]. Der Endbericht wird Anfang 2013 vorliegen. Gemeinsam mit einem Hersteller wird derzeit ein Projekt beantragt, um Wärmepumpen technologisch weiter zu entwickeln.

Der Heiztechnik-Hersteller Viessmann hat 2012 eine Kombination aus Wärmepumpe, Wohnungslüftung und Photovoltaik-Modul präsentiert. *„Das Lüftungsgerät ergänzt die Wärmepumpe, indem es bis zu 98 Prozent der Wärme aus der Abluft zurückgewinnt und sie den Räumen wieder zuführt. Die Photovoltaik-Module und darauf abgestimmte Wechselrichter sorgen für die Umwandlung der Solarstrahlung in Strom. Die Wärmepumpenregelung steuert die gesamte Anlage, optimiert den Eigenverbrauch des PV-Stroms und ermöglicht die thermische Speicherung im integrierten Warmwasserspeicher.“* [Cleantalking (2012)]

Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten für Wärmepumpenanlagen beinhalten die Gerätekosten, Kosten für die Wärmequellenschließung sowie Kosten für Material und Montage. So betragen 2009 zum Beispiel die durchschnittlichen Investitionskosten für Wasser-Wasser-Wärmepumpen (Entnehmen die Wärme aus dem Grundwasser) 17.000 € im Neubau und 15.800 € im Gebäudebestand (Anteil Gerätepreis circa 60 %) [Platt et al. (2010)]. Weiterhin können zusätzliche Kosten für Genehmigungen und Grundwassergutachten anfallen.

Werden die Unterschiedskosten zu konventionellen Öl- oder Gas-Heizungen in die Wirtschaftlichkeitsrechnung mit einbezogen, so kann sich nach Herstellerangaben die Investition in eine Wärmepumpe innerhalb von zehn Jahren oder weniger amortisieren.

Förderung von Wärmepumpen in Wien

Die Stadt Wien hat bis zum 31.12.2012 Wärmepumpen mit Jahresarbeitszahlen von mindestens 4,0 in Verbindung mit der Errichtung eines Ein-, Zweifamilien- oder Kleingartenwohnhauses gefördert. Luft-Wasser-Wärmepumpen (nutzen Umweltenergie der Außenluft) wurden beispielsweise mit 3.500 € und Sole-Wasser-Wärmepumpen (nutzen Erdwärme) mit 7.000 € gefördert. Bei einer solaren Unterstützung der Wärmepumpe wurde eine zusätzliche Förderung je nach Netto-Kollektorfläche von 1.000 oder 2.000 € gewährt.

Wien Energie unterstützt bei der Planung, Finanzierung und Installation von Wärmepumpen. Für NutzerInnen von Wärmepumpen gibt es bei Wien Energie einen speziellen günstigen Stromtarif (13,7 ct/kWh (Nachtstrom); zum Vergleich: 17,2 ct/kWh beim Tarif Optima Garant (jeweils Stand 6.11.2012) [Wien Energie (2012b)].

Potenzial von Wärmepumpen im Zusammenhang mit Netzverdichtung

Das Fernwärmeleitungsnetz ist gerade im innerstädtischen Gebiet an manchen Stellen bereits vollständig ausgelastet. Dadurch können in diesen Gebieten neue KundInnen nur mit zusätzlichen, teuren Investitionen an das Leitungsnetz angeschlossen werden. Mit Hilfe von Hochtemperatur-Wärmepumpen, die das Rücklaufwasser der Fernwärme als Wärmequelle verwenden, besteht dennoch die Möglichkeit, geeignete Niedertemperaturabnehmer mit Fernwärme zu versorgen.

Zwischenfazit zu Wärmepumpen

Aus ökologischer Sicht ist als Zwischenfazit festzustellen, dass die ökologische Vorteilhaftigkeit von Wärmepumpen nicht nur von der Effizienz der Wärmepumpen, sondern auch von der Gestaltung des regionalen und nationalen Energieversorgungssystems abhängt. Wärmepumpen sind nicht per se eine sehr gute Lösung, können aber ein wichtiger Baustein in einem auf erneuerbare Energien ausgerichteten Energiesystem sein. Dies erfordert allerdings eine vorausschauende Planung des Energiesystems.

6.7 Fernkälte

Aufgrund des steigenden Lebensstandards und immer häufiger auftretender heißer Sommerwochen ist in Wien die Nachfrage nach Klimatisierung deutlich angestiegen (siehe Abschnitt Raumklimatisierung ab Seite 29). Zur Deckung des Kältebedarfs können entweder Maschinen (z.B. Absorptionskältemaschinen, Kompressionskältemaschinen) oder natürliche Kältequellen (z.B. Flusswasser, Grundwasser, Luft) genutzt werden [Urbanek et al. (2006)]. Für geringe Kühlbedarfe und somit nicht für Fernkälte eignen sich auch Kältemischungen. Welche dieser Technologien für Fernkälte genutzt wird, ist letztlich unerheblich. Fernkälte zeichnet sich „nur“ dadurch aus, dass das

Kaltwasser oder das zur Kälteerzeugung eingesetzte Warmwasser über isolierte Rohrleitungen über größere Distanzen transportiert wird.

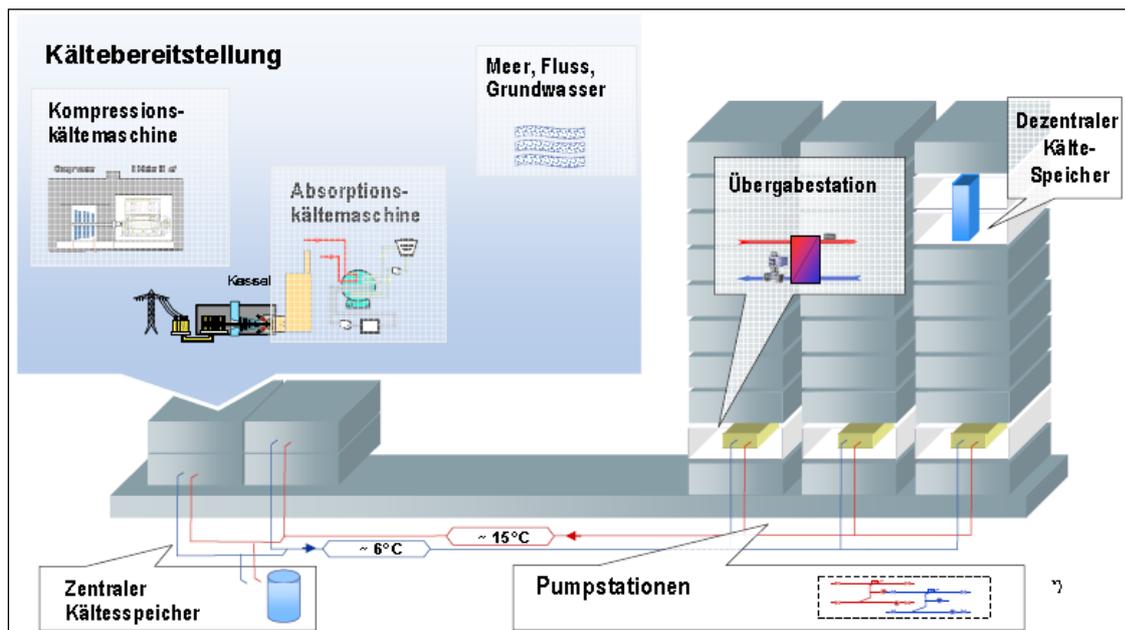


Abbildung 6.15: Grundstruktur Fernkälte
Quelle: Girbig (2011)

Technologie

Für Fernwärmeunternehmen ist die Erzeugung von Kälte aus Fernwärme ökonomisch besonders interessant. Dazu werden Absorptionskältemaschinen verwendet. Die Technologie beruht auf dem gleichen Prinzip wie Kältepumpen, die in Kühlschränken eingesetzt werden (siehe Abschnitt Wärmepumpen ab Seite 75). Zusätzlich wird ein Absorptionsmittel (z.B. ein Salz) eingesetzt, das zunächst Wasser aufnimmt. Um es im Kreislauf führen zu können, muss das Absorptionsmittel wieder getrocknet werden – hier kommt die Fernwärme zum Einsatz.

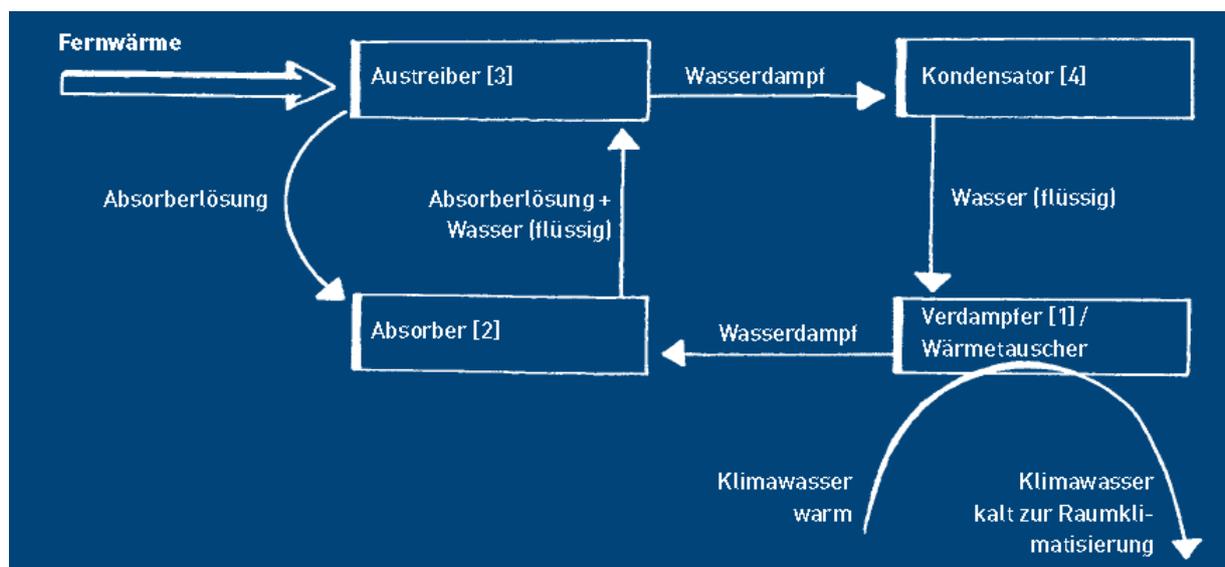


Abbildung 6.16 Absorptionstechnik in der Kältezentrale
Quelle: Wiener Stadtwerke (2010)

Den Ablauf in Abbildung 6.16 beschreiben die Wiener Stadtwerke (2010) wie folgt:

[1] Im Verdampfer verdampft Wasser bei sehr niedrigem Druck und niedriger Temperatur. Dabei entzieht es dem Klimakaltwasser der KundInnen über einen Wärmetauscher Wärme, die diese loswerden wollen. Diesen Effekt kennen wir auch vom Schwitzen, wo an der Körperoberfläche Wasser verdampft und dem Körper damit Wärme entzieht – diesen also kühlt.

[2] Der Wasserdampf gelangt in den Absorber, wird dort von einer Salzlösung (Absorptionsmittel) bei niedrigerer Temperatur komplett aufgenommen (absorbiert) und verflüssigt. Dabei gibt das Wasser die Wärme wieder frei, die an das Kühlwasser (Donauwasser, wird über die bestehende Rückkühlanlage der MVA Spittelau in den Donaukanal abgeleitet; hier nicht eingezeichnet) abgegeben wird.

[3] Um das Wasser wieder vom Absorptionsmittel zu trennen, wird das Wasser im Austreiber mittels Wärmezufuhr bei höherer Temperatur als im Verdampfer aus der Absorptionslösung ausgetrieben. Die hierfür benötigte Wärme wird bei Wien Energie in Form von Abwärme über Fernwärme bereitgestellt.

[4] Der erneut entstandene Wasserdampf wird anschließend in einem Kondensator wieder verflüssigt – wobei die Wärme aus dem Wasserdampf ebenfalls an das Kühlwasser (hier nicht eingezeichnet) abgegeben wird. Das Wasser gelangt erneut zum Verdampfer (...)

Wirtschaftlichkeit

Fernkälte wird bereits in mehreren Städten – unter anderem in Stockholm, Amsterdam, Göteborg (alle mit Meerwasser), Chemnitz, Maastricht, Barcelona (alle Absorption) – genutzt [Wien Energie Fernwärme (o.J.)]. Auch in Wien wird von Wien Energie Fernwärme Fernkälte angeboten. Angaben zu den Kosten sind nicht öffentlich verfügbar. Der Sachverhalt, dass Fernkälte mehrfach angeboten wird, lässt darauf schließen, dass die Technologie mit anderen Technologien zur Klimatisierung wettbewerbsfähig ist.

Grundsätzlich ist Fernkälte bislang nur für größere Anlagen ab circa 2 MW ökonomisch und technisch sinnvoll.

Derzeitiger Status der Fernkälte in Wien

In Wien sind derzeit 38,6 MW an Fernkälteanlagen installiert, wobei mehr als die Hälfte der Kälte in Absorptionskältemaschinen erzeugt wird. Die Lieferung von Fernkälte an die KundInnen erfolgt über Fernkälteleitungen. Unter anderem werden das AKH Wien, das Immobilienprojekt Skyline, die Universität für Bodenkultur, das Ö3-Gebäude, das SMZ Ost und TownTown mit Fernkälte gekühlt.

Durch die derzeit in Betrieb befindlichen Fernkälteanlagen werden jährlich rund 13.600 Tonnen an klimaschädigendem CO₂ gegenüber der herkömmlichen Kälteerzeugung eingespart.

Geplante und in Bau befindliche Fernkälteprojekte

In Wien werden bis 2014 vier weitere Kältezentralen gebaut. An diesen Projekten lassen sich die technischen Herausforderungen wie etwa bei der Verlegung der Kühlleitung oder die Standortwahl für Kühltürme gut erkennen.

Fernkältezentrale Schottenring

Die Kältezentrale Schottenring wird seit Sommer 2012 in der Zelinkagasse im ersten Wiener Gemeindebezirk errichtet. Im Zuge der Errichtung einer Tiefgarage erfolgte der zeitgleiche Einbau der Fernkältezentrale. Eine sehr große Herausforderung stellt die Rückkühlung der Kältemaschinen dar, da ein Weg gefunden werden musste, die Rückkühlleitung mit der Dimension „DN600“ von der Kältezentrale zum Donaukanal zu verlegen. In diesem Bereich queren unterirdisch zwei U-Bahn Linien und oberirdisch gilt es, mit dem Franz-Josef-Kai eine der sehr stark befahrenen Straßen Wiens zu überwinden. Obwohl bereits viele Kälteleitungen mit Dimensionen von DN300 bis DN500 in der Innenstadt verlegt wurden, stellte diese Situation alle Beteiligten vor eine große Herausforderung. Zur Verlegung dieser Rückkühlleitung wurde letztendlich ein bestehender Überlaufkanal genutzt.



Abbildung 6.17: Bau der Fernkältezentrale am Schottenring
Foto: © Wien Energie

Fernkältezentrale Hauptbahnhof

Am gerade im Bau befindlichen Hauptbahnhof wird im Gleisbaukörper ein Bauwerk für eine Kältezentrale errichtet. Hier werden Kältemaschinen mit einer Leistung von rund 20 MW installiert, die ab 2014 Fernkälte an die KundInnen liefern werden. Da im Nahbereich keine Möglichkeit zur Aufstellung der notwendigen Kühltürme bestand, wird ein rund 600 Meter entfernter Standort über Rückkühlleitungen aufgeschlossen. Dieses Projekt zeigt den Schlüsselfaktor für Fernkälteprojekte, unabhängig von deren Größe – die Rückkühlung. Wenn für die Rückkühlung kein Fluss zur Verfügung steht, müssen Kühltürme oder andere Rückkühler aufgestellt werden, die im Freien stehen. Wenn diese am Dach angebracht sind, beanspruchen sie wertvollen Platz, verursachen Lärmemissionen und verdunsten im Fall von Kühltürmen wertvolles Wasser.

Kältezentrale Rudolfstiftung

Dieses Projekt stellt eine andere Kategorie eines Fernkälteprojekts dar. Es entsteht eine dezentrale Kälteanlage für ein KundInnenobjekt mit einer Kälteleistung von etwa 7,8 MW im Endausbau. Die Besonderheit dieses Projekts ist die Verschaltung mehrerer Kältezentralen, wodurch die bestehenden Kältemaschinen sinnvoll weiter genutzt werden können. Überdies wird im zu errichtenden Rechenzentrum eine Kältezentrale errichtet, die über Kälteleitungen an die Kältezentrale der Rudolfstiftung angebunden wird. Dadurch ist sowohl eine optimale Ausnutzung der Absorber als auch die notwendige Ausfallsicherheit gewährleistet. So weit wie möglich wird über die Kühl-

türme auch Free Cooling³⁶ bewerkstelligt – was insbesondere für das Rechenzentrum durch die höheren Klimakaltwassertemperaturen über einen langen Zeitraum zu gewährleisten sein wird. In der Heizperiode wird die Abwärme des Rechenzentrums über die Kältemaschinen als Wärmepumpe zur Niedertemperaturheizung verwendet.

Ausblick Fernkälte in Wien

In Summe werden mit den bestehenden Anlagen und den oben genannten in Bau sowie in Planung befindlichen Projekten in Wien **ab 2015 über 80 Megawatt Fernkälte** zur Verfügung stehen. Für die neuen Fernkälteprojekte sind in Summe Investitionen in Höhe von 45 Millionen Euro geplant [Wien Energie (2012d)].

Wien Energie Fernwärme hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 mindestens 200 MW an Kundenkälteleistung zu installieren [Wiener Stadtwerke (2012)]. Mit Realisierung dieser Fernkältekapazität würden in Wien – verglichen mit konventioneller Kühlung – jährlich Emissionen von mehr als 60.000 Tonnen CO₂ vermieden.

6.8 Virtuelle Kraftwerke, demand und supply side management

Technologie

Seit gut zehn Jahren arbeiten ExpertInnen und Unternehmen an Konzepten, um kleinere dezentrale Stromerzeugungsanlagen, insbesondere Blockheizkraftwerke, zentral zu steuern, sodass die so zusammengefasste Erzeugungskapazität mit der eines großen konventionellen Kraftwerks vergleichbar ist [vgl. z.B. Santjer et al. (2002), Arndt et al. (2006), Bitsch (2008), VDE (2008), Neubarth (2011), Obersteiner et al. (2010)]. Die Funktionsweise sei anhand eines Blockheizkraftwerks skizziert: Da Heizungssysteme eine gewisse Trägheit aufweisen, ist es möglich, die Steuerung der Blockheizkraftwerke an die Stromnachfrage anzupassen, ohne dass dadurch die Heizleistung beeinträchtigt wird. Es muss nur darauf geachtet werden, dass eine bestimmte untere Temperatur der Heizung nicht unterschritten wird. Dieser Sachverhalt wird für die Errichtung eines virtuellen Kraftwerks genutzt. Man verbindet z.B. über das Internet die Einzelsteuerungen mehrerer Blockheizkraftwerke mit einer zentralen Steuerung. Diese kann nun die angeschlossenen Blockheizkraftwerke entsprechend der aktuellen Bedürfnisse des Stromnetzes steuern. Besteht ein höherer Bedarf an Strom, dann können die Blockheizkraftwerke angefahren werden. Gibt es überraschend einen Stromüberschuss im Netz, werden die Blockheizkraftwerke eine Zeit lang angehalten. Die durch die zentrale Steuerung erreichbare Gesamtkapazität erlaubt es dann, den Strom an Strombörsen³⁷ anzubieten. In Deutschland wurden und werden derartige virtuelle Kraftwerke mit kleinen Blockheizkraftwerken u.a. von den Firmen Lichtblick, Vattenfall und der GASAG aufgebaut. Um Regelenergie bereitzustellen, können auch Notstromaggregate in virtuelle Kraftwerke eingebunden werden.

Speziell für Regelenergie werden auch virtuelle Kraftwerke über den Zusammenschluss von stromverbrauchenden Anlagen erstellt. In Betracht kommen unter anderem

³⁶ Free Cooling oder auch freie Kühlung nutzt die kühleren Umgebungstemperaturen, um kaltes Wasser für den Einsatz in Klimaanlage zu erzeugen.

³⁷ An den Strombörsen werden Strom und Kapazitäten für Regelenergie gehandelt. Beim Stromhandel unterscheidet man nach Fristigkeit zwischen dem Terminhandel (mit Fristigkeiten bis zu 2 Jahren) und dem Spotmarkt (Stromangebot für den nächsten Tag). EXXA Energy Exchange Austria ist die österreichische Strombörse. Aufgrund des grenzüberschreitenden Handels ist unter anderem auch die europäische Strombörse in Leipzig EEX für den österreichischen Strommarkt relevant. Siehe auch unter 5.2 *Strommarkt*.

Klimaanlagen, Kühlhäuser oder Wärmepumpen. Diese Anlagen können im Fall von Versorgungsengpässen kurzfristig vom Netz genommen werden. Dies wirkt sich dann auf das Stromnetz so aus, als ob ein Kraftwerk hinzugeschaltet würde. Auch lassen sich Stromüberschüsse abpuffern, indem die Anlagen kurzfristig zugeschaltet werden. Auch hier gibt es in Deutschland bereits Anbieter wie u.a. Next Kraftwerke, TeraJoule Energy oder energy & meteo systems.

Die eigentliche Technologie zur Errichtung von virtuellen Kraftwerken besteht nicht in den dezentralen stromverbrauchenden oder stromerzeugenden Anlagen, sondern in der Steuerungstechnik, mit der diese Anlagen zentral gesteuert werden. In Anbetracht dessen, dass bereits virtuelle Kraftwerke im Ausland errichtet werden, ist die Technologie offensichtlich verfügbar. Ein bekannter Anbieter ist Siemens (Siemens Decentralized Energy Management System (DEMS)). Es kann davon ausgegangen werden, dass es weitere Anbieter und Eigenbau-Lösungen gibt. Obersteiner et al. (2010) weisen auf unterschiedliche Optionen für die Verbindung zwischen den Anlagen und der zentralen Steuerung hin. In Betracht kommen Funk, Mobilfunk und Internet. Eine sehr hohe Zuverlässigkeit der einzelnen Verbindungen wird nicht als erforderlich angesehen, weil die Anlagen auch weiterhin autonom betrieben werden können und bei einzelnen Verbindungsausfällen die betreffende Anlage nur einen kleinen Erlösausfall hat.

Probleme, Hemmnisse, strukturelle Voraussetzungen für forcierten Ausbau/Nutzung

Technische Hemmnisse bezüglich der Steuerungstechnik wurden nicht identifiziert. Die notwendige Technologie ist zur Serienreife entwickelt und wird bereits in Deutschland angewendet.

Technische Hemmnisse bei gegebenenfalls zu steuernden Klimaanlagen, Kühlhäusern, Wärmepumpen müssten fallweise geklärt werden. Für die vorliegende Studie wurden diese nicht recherchiert. In Anbetracht dessen, dass es in Deutschland mehrere Anbieter (z.B. Next Kraftwerke, TeraJoule Energy) gibt, die derartige Anlagen zu virtuellen Kraftwerken verbinden, ist davon auszugehen, dass es keine grundsätzlichen Probleme gibt, mithin die Machbarkeit aber fallweise zu klären ist.

Allerdings werden technische Hemmnisse bei der stromgeführten Steuerung von Blockheizkraftwerken insbesondere von kleinen Anlagen gesehen. Diese sind von besonderer Bedeutung, da es im Ausland mehrere Anbieter (z.B. Lichtblick, GASAG, Vattenfall) gibt, deren Geschäftsmodelle die Errichtung und teilweise auch den Betrieb von kleinen Blockheizkraftwerken einbeziehen. In Österreich wurden von Obersteiner et al. (2010) in dem Forschungsprojekt „BHKW-Netz“ technische, ökonomische und ökologische Charakteristika von kleinen Blockheizkraftwerken (Leistungsbereich bis 30 kW_{el}) untersucht. Dabei wurde ein besonderer Fokus auf den Zusammenschluss zu einem virtuellen Kraftwerk gelegt. Die Studie kommt u.a. zu dem Ergebnis, dass mit kleinen Blockheizkraftwerken erhebliche CO₂-Einsparungen erreicht werden können, jedoch nicht alle Anlagen gleichermaßen gut für die Einbindung in ein virtuelles Kraftwerk geeignet sind. Um nicht nur in der Übergangszeit, sondern auch im Winter ein kleines Blockheizkraftwerk stärker stromgeführt zu steuern, muss die Anlage eine größere Wärmeleistung aufweisen als eine Anlage, die auf eine wärmegeführte Steuerung ausgelegt ist. Denn eine kleinere Anlage muss an kalten Wintertagen nahezu durchgängig laufen, um genügend Wärme für die Heizung bereit zu stellen. Um das Potenzial für eine stromgeführte Steuerung zu steigern, sind zusätzliche Wärmespeicher zu installieren.

Wirtschaftlichkeit

Obersteiner et al. (2010) kommen bei ihren Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu dem Ergebnis, dass die am Markt angebotenen kleinen Blockheizkraftwerke unter den gegebenen Rahmenbedingungen in Österreich für die Eigentümer nicht rentabel sind, und zwar unabhängig davon, ob sie zu einem virtuellen Kraftwerk zusammengeschlossen sind oder nicht.

Der ökonomische Vorteil einer zentralen Steuerung von kleinen Blockheizkraftwerken ist in Österreich eher gering. In dem Forschungsprojekt „BHKW-Netz“ wurden durch eine stromgeführte Steuerung jährliche Mehrerlöse zwischen 47 € und 73 € (bzw. 3,8% bis 6,0% des Stromerlöses) errechnet.

Die Kosten für kleine Blockheizkraftwerke können deutlich gesenkt werden, wenn Skaleneffekte nutzbar gemacht werden, z.B. durch große Stückzahlen bestimmter Typen oder Vereinheitlichung der Wartung. Dieser Ansatz wird z.B. von Lichtblick in Zusammenarbeit mit Volkswagen verfolgt.

Größere Blockheizkraftwerke sind aufgrund von Skaleneffekten früher rentabel. Daher ist es möglicherweise (zunächst) sinnvoll, hierauf den Fokus zu legen. Dies müsse – so Obersteiner et al. (2010) – gegebenenfalls näher geprüft werden.

Die Kosten für die Steuerungstechnik, um eine einzelne Anlage an eine zentrale Steuerung anzuschließen, dürften niedrig sein. Dies wird daraus geschlossen, dass entsprechende Kalkulationen oder allgemeine Aussagen dazu nicht identifiziert wurden, anscheinend wird hier kein prohibitives Hemmnis gesehen. Für diesen Rückschluss sprechen auch die Vergütungen, die im deutschen Markt etwa für die Einbindung von Notstromaggregaten in virtuelle Regelergiekraftwerke angeboten werden.

Status der Anwendung in Wien und Potenziale

Es ist nicht bekannt, dass es in Wien oder auch in Österreich bereits Anbieter für virtuelle Kraftwerke gibt, geschweige denn, dass bereits virtuelle Kraftwerke errichtet sind. Dies ist in Anbetracht der eher geringen ökonomischen Vorteile, die sich derzeit zum Beispiel durch eine stromgeführte Steuerung von Klein-BHKW erzielen lassen, nicht überraschend.

Das technische Potenzial für Wien hängt am Vorhandensein von und Potenzial für geeignete stromerzeugende oder stromverbrauchende Anlagen ab. Mit Blick auf die Verbreitung von und das Potenzial für geeignete Klein-Blockheizkraftwerke ist auf die mangelnde Wirtschaftlichkeit unter den gegebenen Rahmenbedingungen hinzuweisen (siehe oben unter 6.5 Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung.) Die Technik selbst ist ausgereift.

Für die Bereitstellung von Regelergie könnten Notstromaggregate zusammengeschlossen werden. Da Notstromaggregate in Wien genehmigungspflichtig sind, konnte uns die Magistratsabteilung 64 folgendes mitteilen:

„Nach dem Stand unserer Akten wurden seit 2008 56 Notstromaggregate in ganz Wien genehmigt. Eine Statistik, welche nähere Daten (Größe, Anschlussleistung) zu diesen Anlagen aufweist, ist in der Magistratsabteilung 64 nicht vorhanden. Eine Statistik für die vor 2008 genehmigten Notstromaggregate ist bei der Magistratsabteilung 64 ebenso nicht verfügbar.“ [MA 64 (2012)]

Verbrauchsseitig kommen in städtischen Gebieten insbesondere Klimaanlage, Kühllhäuser und Wärmepumpen in Betracht. In Wien wird ein großes Kühllhaus mit 150.000 m³ bzw. 36.000 Euro-Paletten Lagerkapazität von der Wiener Kühllhaus - WKF Gesellschaft m.b.H betrieben. Kühlräume dürfte es in Supermärkten, Fleischereien und in der Gastronomie geben, deren Anschlussleistung dürfte in der Summe nennenswert,

deren Höhe jedoch nur schwer ermittelbar sein. Größere Klimaanlage sind in Kaufhäusern, Büro- und Verwaltungsgebäuden anzutreffen. Anzahl und Relevanz von Wärmepumpen könnten über Wien Energie ermittelt werden. Wien Energie bietet einen speziellen Stromtarif „Wärmepumpe“ an und die Stadt Wien bezuschusst Wärmepumpen mit bis zu 7.000 € [Wien Energie (2012b)].

Um das technische Potenzial für Mikro-KWK-Anlagen abzuschätzen, muss der Wohnungsbestand in Wien nach Art der Wärmeversorgung betrachtet werden. Hier zeigt sich, dass rund 80.000 Haushalte (circa 10% aller Wiener Haushalte) mit Hauszentralheizungen ausgestattet sind. Hier ließen sich im Rahmen von Modernisierungen die Heizungsanlagen technisch gesehen problemlos durch Mikro-KWK-Anlagen ersetzen. Schwieriger würde es bei den rund 375.000 Haushalten mit Etagenheizung oder Gaskonvektor, weil hier eine umfassende Umstellung des Heizungssystems erforderlich wäre. Zu beachten ist, dass unter derzeitigen Rahmenbedingungen Mikro-KWK-Anlagen ökonomisch nicht rentabel sind.

6.9 Smart Grid

Technologie

Die Nationale Technologieplattform Smart Grids Austria (2012) definiert Smart Grids als „Stromnetze, welche durch ein abgestimmtes Management mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation zwischen Netzkomponenten, Erzeugern, Speichern und Verbrauchern einen energie- und kosteneffizienten Systembetrieb für zukünftige Anforderungen unterstützen.“ Insbesondere geht es darum, den Energieverbrauch und die Energiespeicherung an die zunehmend schwankende Energieerzeugung und die Auslastung des Stromnetzes automatisiert anzupassen.

Die Basis eines Smart Grid ist ein intelligentes System, das mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation ein Gleichgewicht zwischen schwankender Stromaufbringung und dem Stromverbrauch herstellt. Dieses Gleichgewicht soll durch ein automatisiertes Management von Energieverbrauch, Energieerzeugung, Energiespeicherung und der Auslastung des Stromnetzes erzielt werden. Darüber hinaus sind in den Smart Grid-Konzepten von Städten auch die Kopplungen mit Gas-, Wärme- und Wassernetzen von Bedeutung.

Es gibt im Detail etwas unterschiedliche Ansätze zur Ausgestaltung von Smart Grids. Aber alle Ansätze haben gemeinsam, dass auf Basis einer geeigneten und flächendeckenden Informations- und Kommunikationsinfrastruktur verschiedenste Daten und Informationen flächendeckend erfasst und verteilt werden können. Flächendeckend muss nicht bedeuten, dass quasi an jeder Stelle gemessen wird. Vielmehr geht es darum, die Gesamtsituation im Netz abzubilden und eine intelligente Selbststeuerung zu implementieren.

Hemmnisse, strukturelle Voraussetzungen für forcierten Ausbau

Es gibt Ansätze, die davon ausgehen, dass ausreichend EnergiekundInnen mit Smart Metern (intelligenten Zählern) und smarten elektrischen Geräten (die je nach Stromangebot automatisch an- oder abgeschaltet werden können) ausgestattet sein müssen, bevor ein Smart Grid aufgebaut werden kann. Dies wird noch mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Dem gegenüber geht die deutsche Bundesnetzagentur in ihrem Eckpunktepapier zu Smart Grid [Bundesnetzagentur (2011)] davon aus, dass Smart Meter nicht unbedingt die Voraussetzung für Smart Grid sind. So wird auch daran gearbeitet, Smart Grids auf den unterschiedlichen Ebenen des Stromnetzes einzurichten. Hinzu kommt, dass es

Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Sicherheit vor unberechtigten Eingriffen (Cyber Kriminalität) gibt [FTD (12.11.2011), EEX (2012), EEX (2013), Elsberg (2012)].

Wirtschaftlichkeit

Die Implementierung von Smart Grids erfordert in den nächsten Jahren beträchtliche Investitionen, vor allem in sogenannte „Smart Meter“ – den Herzstücken von Smart Grids.

Status der Anwendung in Wien und Potenziale

Aus unserer Sicht ist vor übertriebener Eile zu warnen. Derzeit zeichnen sich diese Smart Meter vor allem dadurch aus, dass sie schnell und viel zählen können. Es ist allerdings sehr wahrscheinlich, dass in absehbarer Zeit noch weitaus „smartere“ Zähler verfügbar sein werden, die zusätzlich tatsächlich versuchen, auch zu steuern und den Stromverbrauch zu beeinflussen, in dem sie den in jedem Moment erforderlichen Bedarf an Energiedienstleistungen mit dem minimalen Aufwand an Strom bereit stellen werden.

Allerdings wird durch die derzeitigen Bestrebungen der EU und der Österreichischen Regulierungsbehörde die Einführung dieser Smart Meter aus unterschiedlichen Gründen bereits vorangetrieben. Die Integration dieser Smart Meter in Smart Grids bleibt dann den Energieunternehmen vorbehalten.

Dazu ist jedoch das generelle Smart Grid-Konzept von zentraler Bedeutung: Der erste Schritt in Richtung „smart“ muss die Integration der bestehenden Netze – Kombination bzw. Kopplungen von Strom- Gas-, Wärme- und Wassernetze – sein, zumindest auf einem international üblichen Standard.

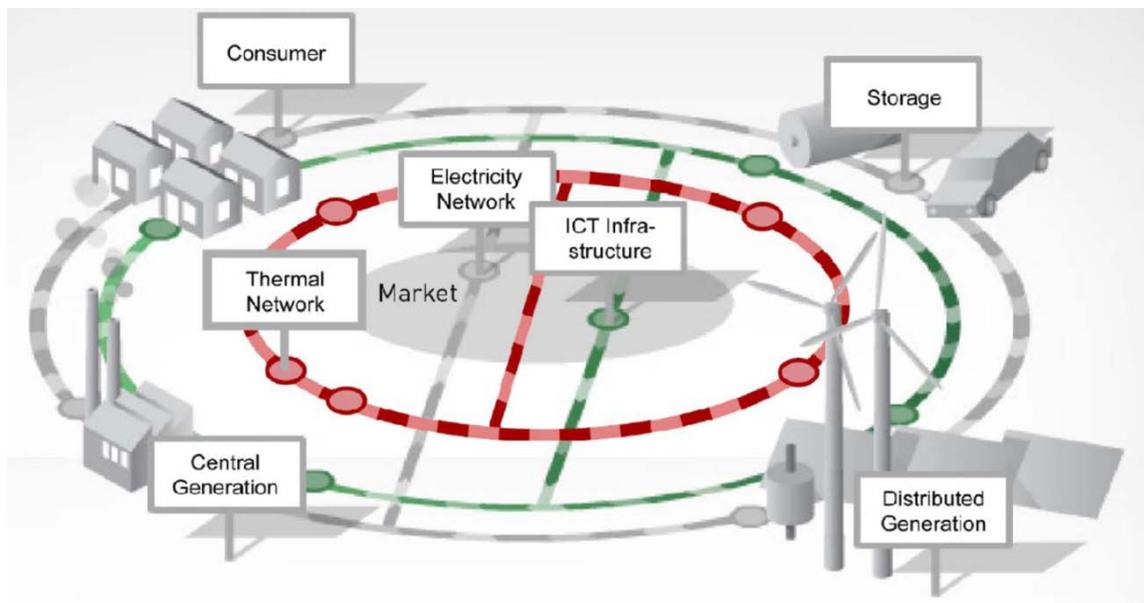


Abbildung 6.18: Komponenten eines Smart Grids: Strom-, Gas-, Wärme- und Wassernetze gekoppelt mit intelligenter IT-Infrastruktur

Quelle: Lugmaier et al. (2011)

6.10 Power to gas

Seit etwa fünf Jahren befassen sich Forschungsprojekte und Pionierunternehmen mit der Weiterentwicklung von Technologien, bei denen unter Einsatz von Strom Gase erzeugt werden. Ziel ist es, eine Speichermöglichkeit für überschüssigen Strom zu entwickeln.

Da insbesondere von der Windkraft je nach Wetterlage und Ausbaugrad deutliche Stromüberschüsse erzeugt werden, wird hier oftmals auch von Windgas gesprochen. Als Synonym werden in anderen Quellen auch die Begriffe Solargas, EE-Gas, EE-Methan, und EE-Wasserstoff verwendet [Sternner et. al (2012)]. In Deutschland werden auch die Begriffe Power to Gas und synthetisches Gas verwendet [siehe z.B. Dena (2012a), Power to Gas (2013)]. Für diese Bezeichnungen spricht, dass es bei der Technologie letztlich unerheblich ist, aus welcher (erneuerbaren) Quelle der eingesetzte Strom stammt. Der Begriff Power to Gas scheint aber international (noch?) nicht verwendet zu werden.

Mit Windgas bzw. synthetischem Gas sind hier sowohl Wasserstoff als auch Methan gemeint.

Technische Hemmnisse bei der Einspeisung von Wasserstoff in das Wiener Gasnetz

Die Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz ist technisch möglich. In Wien wurden jedoch einige Teile des Gasnetzes (letzter Meter zum/r HaushaltskundIn) mit Kunststoffrohren ausgestattet. Durch diese Rohre diffundiert der Wasserstoff. Somit müsste bei der Einspeisung von Wasserstoff in das Gasnetz darauf geachtet werden, dass dieses Gasgemisch nur in den Teilen des Netzes eingesetzt wird, in denen keine Kunststoffrohre installiert sind.

Methanisierung

Um die technischen Schwierigkeiten im Umgang mit Wasserstoff zu vermeiden, kann das dieser in Methan (CH_4), also den Hauptbestandteil von Erdgas, umgewandelt werden. Der chemische Prozess heißt Methanisierung (auch Methanierung) und erfolgt unter Einsatz von CO_2 .

Die Methanisierung wurde bereits in den 1970er Jahren industriell angewendet, um aus Kohle ein Erdgassubstitut zu erzeugen. Der Prozess läuft unter Druck und hohen Temperaturen. Nachdem er angestoßen ist, wird bei dem chemischen Prozess Wärme freigesetzt. Damit der Prozess kontinuierlich läuft, ist eine konstante, gleichmäßige Wärmeabfuhr erforderlich. Ein Pionierunternehmen in der Technologieentwicklung für synthetisches Methan ist die Firma SolarFuel. Das Unternehmen wurde 2007 in Salzburg gegründet und hat in einem Projekt mit der Johannes Kepler Universität Linz „photon to fuel“ - Technologien untersucht. Ergebnis war, dass die Kombination von erneuerbarer Erzeugung von Strom mit der Elektrolyse von Wasser und die Methanisierung von CO_2 und Wasserstoff wohl am besten geeignet sind. Mittlerweile wurde zur Umsetzung und weiteren Erforschung in Stuttgart die SolarFuel GmbH gegründet. Diese Gesellschaft kooperiert eng mit dem dort ansässigen Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und dem Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) (Kassel, Bremen) [SolarFuel GmbH (o.J.a)].

SolarFuel hat seit 2009 eine erste Pilotanlage in Betrieb. Bei dem Prototyp sind die Schritte Elektrolyse und Methanisierung direkt hintereinander geschaltet. Die Anlage ist in zwei Schiffscontainern untergebracht, hat eine Anschlussleistung von 25 kW und erreicht einen Wirkungsgrad (Energieinhalt Strom zu Energieinhalt Methan) von 40%.

Als CO_2 -Quelle dient die Umgebungsluft. Das erzeugte Methan erfüllt die Anforderungen der betreffenden DVGW- bzw. DIN-Vorgaben und wird zur direkten Betankung von Serienfahrzeugen eingesetzt [SolarFuel GmbH (o.J.b)].

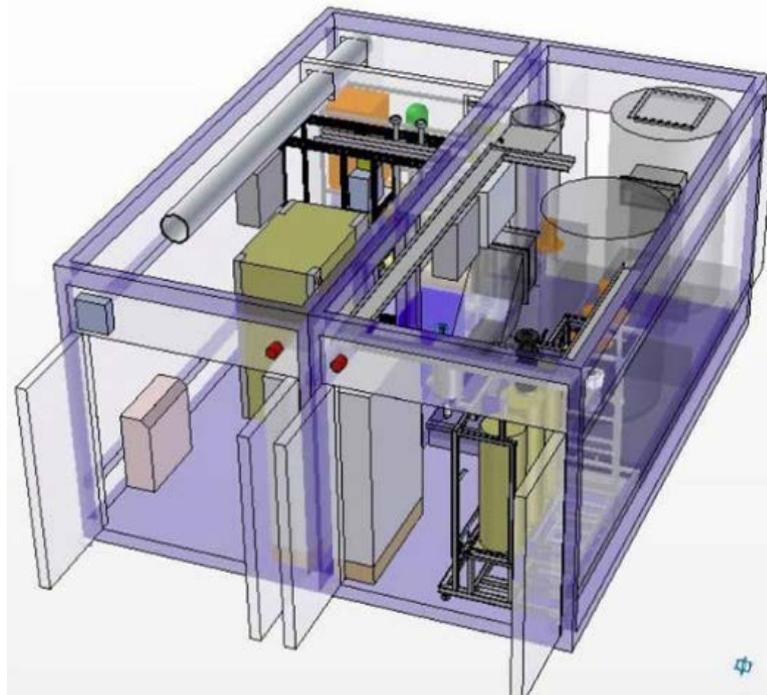


Abbildung 6.19: Erste Pilotanlage der SolarFuel GmbH.
Quelle: SolarFuel GmbH (o.J.a)

Power to gas-Demonstrationsanlage für 2013 geplant, Serienreife ab 2015

Bis 2013 soll eine Demonstrationsanlage mit einer Anschlussleistung von 6 MW und einem Wirkungsgrad von über 54% errichtet werden. Die Anlage soll täglich rund 4.000 Kubikmeter Methan erzeugen [SolarFuel GmbH (o.J.b)].

„Die Power-to-Gas-Anlage soll im Rahmen des Balanced Mobility-Projekt der Audi AG Kraftstoff für erdgasbetriebene Fahrzeuge aus erneuerbaren Energien erzeugen, um die Möglichkeit einer CO₂-neutralen Mobilität nachzuweisen. Dazu soll die Anlage überschüssige Energie aus Windkraft- und Solaranlagen nutzen und das daraus erzeugte synthetische Erdgas in das Erdgasnetz einspeisen. [...] Die elektrische Energie für den Wasserelektrolyse- und Methanisierungsprozess wird aus dem Stromnetz entnommen. Für die Elektrizitätserzeugung werden Offshore-Windenergieanlagen in der Nordsee errichtet. [...] Das CO₂ für die Methanisierung soll aus der Abfall-Biogasanlage des Unternehmens EWE Energie AG gewonnen werden, auf dessen Gelände die Power-to-Gas-Anlage errichtet wird.“ [Dena (2012b)]

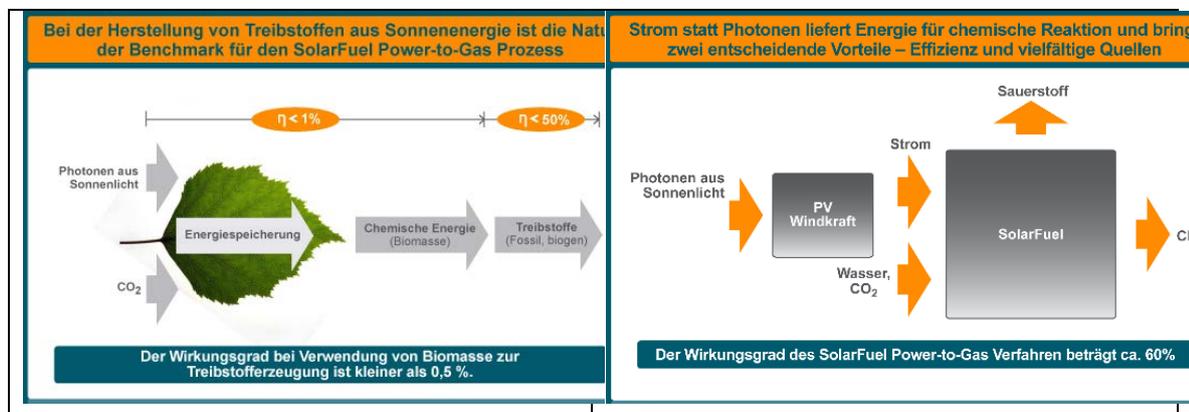


Abbildung 6.20: Vergleich der Erzeugung von Windgas mit der Erzeugung von Biotreibstoffen.
Quelle: SolarFuel GmbH (o.J.c)

Ab 2015 sollen schließlich kommerzielle SolarFuel-Anlagen modularisierbar mit einer elektrischen Anschlussleistung von bis zu 20 Megawatt gebaut werden. Diese sollen dann einen Strom-Gas-Wirkungsgrad von etwas mehr als 60 % erzielen (ohne Wärmenutzung). Mit integrierter Wärmenutzung ähnlich der KWK-Technik soll eine Energieausbeute (bezogen auf den Strom) von 75 Prozent möglich sein (Abbildung 6.20). Das Unternehmen argumentiert, dass diese Ausbeute deutlich höher ist als jene bei der Erzeugung von Biotreibstoffen oder gar der Entstehung von Erdöl (Abbildung 6.20).

Wirtschaftlichkeit

Zu den Kosten für die Speicherung und Rückgewinnung von Strom aus synthetischem Gas konnte nur ein Wert für Wasserstoff recherchiert werden. Laut einer Studie des Verbandes der Elektrotechnik [VDE (2009)] kostet die Speicherung von Strom über Wasserstoff circa 25 ct/kWh. Die Verfasser gehen davon aus, dass die Speicherkosten in circa zehn Jahren unter 10 ct/kWh gefallen sein werden.

Somit liegen die Speicherkosten noch deutlich über den Erzeugungskosten in einem modernen Gaskraftwerk (circa 6 bis 7 ct/kWh) und es bleibt abzuwarten, wie schnell die Kosten tatsächlich sinken werden.

Fazit zu Power to gas

In Anbetracht dessen, dass bei einer Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien in Europa erhebliche Energiespeicherkapazitäten erforderlich wären, die sich nach heutigem Wissensstand nicht allein über konventionelle Pumpspeicherwerke oder moderne Demand-side-management-Konzepte abdecken lassen, werden zu einer ganzen Reihe von Speichertechnologien, unter anderem Power to Gas, intensive Forschungen durchgeführt.

Wien Energie Gasnetz und Wien Energie sollten die Entwicklung in den Augen behalten, da denkbar ist, dass zukünftig der Anteil an Wasserstoff im Gas steigen könnte. Dies ist u.U. bei Investitionen zu beachten. Auch für die Einschätzung von langfristigen Investitionen in Regenergie dürfte es sinnvoll sein, den Entwicklungsstand dieser Technologie zu kennen.

6.11 Speichertechnologien

Als eine Antwort auf das zunehmend schwankende Stromangebot aus erneuerbaren Energien wird die Speicherung von Strom angesehen. Hierfür gibt es bereits einiges an Technologien, die bekanntesten sind sicherlich Pumpspeicherwerke und Batterien. Im vorstehenden Abschnitt wurde synthetisches Gas vorgestellt.

Doetsch vom Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik hat im Herbst 2012 eine Übersicht zum Stand der in 2010 weltweit installierten Kapazitäten für die bereits heute genutzten Technologien vorgestellt [Doetsch (2012)].

Dass bislang Pumpspeicherkraftwerke derartig stark präferiert wurden, ist nicht überraschend, wenn man die unterschiedlichen Kosten betrachtet. Mit diesen Anlagen kostet die Speicherung von Strom je nach Standort zwischen 3 und 10 ct/kWh. Aber auch eine ganze Reihe an technologischen Charakteristika (Reaktionsgeschwindigkeit, Ladegeschwindigkeit, Speicherverluste) spricht für Pumpspeicherkraftwerke. Dennoch wird davon ausgegangen, dass andere Speichertechnologien in Zukunft stärker an Bedeutung gewinnen werden.

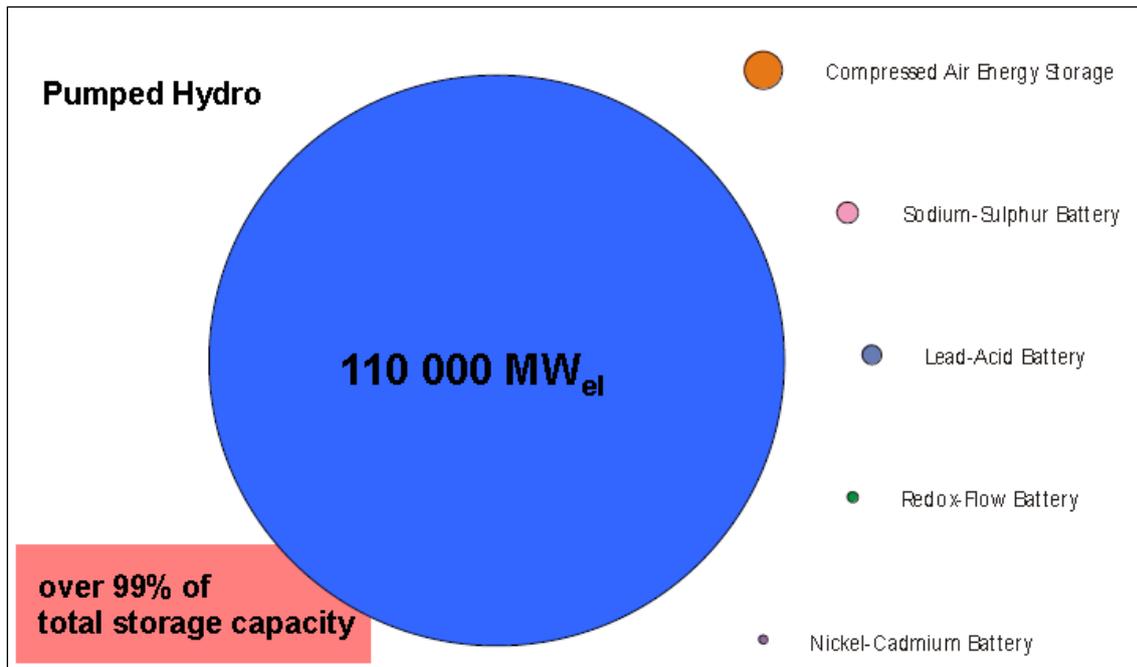


Abbildung 6.21: Kapazitäten der weltweit installierten Stromspeichertechnologien Stand 2010
Quelle: Doetsch (2012)

Der VDE (2009) geht einer Studie zu Energiespeichern zufolge davon aus, dass die Kosten mittelfristig stark sinken werden.

Wenngleich die anderen Speichertechnologien trotz technischer Weiterentwicklung wohl nicht die ökonomischen und technologischen Vorteile von Pumpspeichern erzielen werden, gibt es Überlegungen, dass Batterien und synthetisches Gas in Zukunft eine größere Rolle in den Stromnetzen spielen dürften. Denn während auf der Ebene der Übertragungsnetze die Kosten für die Speichertechnologien mit den Erzeugungskosten aus spitzenlastfähigen Kraftwerken konkurrieren müssen, sind auf Ebene der Verteilnetze die Strompreise, die die privaten und gewerblichen Stromverbraucher zahlen müssen, ausschlaggebend (siehe hierzu auch die obigen Darstellungen zu Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen, Grid-Parity ab Seite 57).

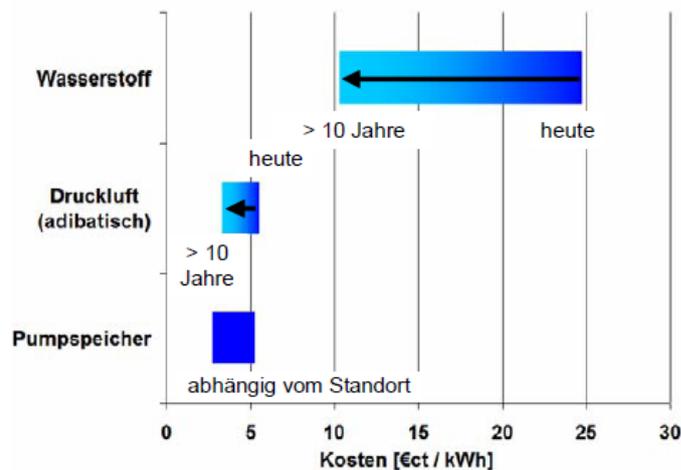


Abbildung 6.22: Prognosen für die Kostenentwicklungen von Energiespeichern bis circa 2019 (I)
Quelle: VDE (2009)

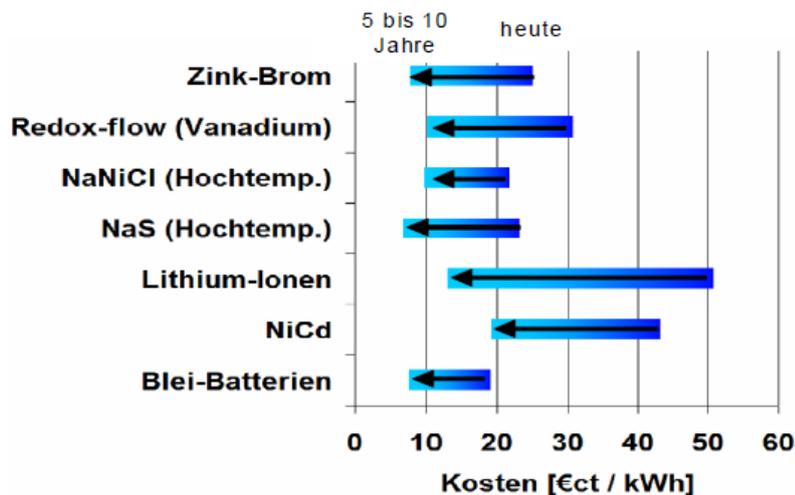


Abbildung 6.23: Prognosen für die Kostenentwicklungen von Energiespeichern bis circa 2019 (II)
Quelle: VDE (2009)

6.12 Versorgung von Wien mit erneuerbaren Energien

Um die möglichen Beiträge der vorgestellten Technologien besser vergleichen zu können, wurde ihr potenzieller Beitrag zur Energieversorgung von Wien grob abgeschätzt. Dazu wurde das reduzierte technische Potenzial der jeweiligen Technologie mit den installierten Kapazitäten und den Verbräuchen des Jahres 2010 verglichen.

Strom

Bei der Wasserkraft sind in Wien und Niederösterreich bereits die meisten Potenziale erschlossen. Der in den 1980er Jahren vorgesehene, aber am Widerstand der Öffentlichkeit gescheiterte Bau des Laufwasserkraftwerks Hainburg kommt aus Gründen des Umwelt- und Naturschutzes auch in Zukunft nicht in Betracht, denn die Hainburger Au ist seit 1996 Bestandteil des Nationalparks Donau-Auen. Es gibt noch ein paar kleinere Potenziale im weiteren Umland von Wien, sodass der bisherige Bestand mit einer Jahresleistung von etwa 11 TWh (2006) sich möglicherweise noch um etwa 0,3 TWh pro Jahr anheben lässt.

Weitere Windkraftanlagen kommen im Stadtgebiet von Wien nicht in Betracht, denn es gibt praktisch keine dafür geeigneten Standorte. Im benachbarten Niederösterreich werden derzeit zahlreiche Windparks errichtet. Man geht davon aus, dass dort ein Potenzial von etwa 10 bis 12 TWh pro Jahr erschlossen werden kann. Für Österreich wird bei einem Ausbau der Windkraft unter Berücksichtigung der Interessen der AnwohnerInnen und der Belange des Naturschutzes eine jährliche Erzeugung von insgesamt circa 13 bis 15 TWh pro Jahr für möglich gehalten.

In Wien selbst kommen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien neben Wasserkraft vorwiegend Biomasse und Photovoltaik in Betracht. Das Potenzial für Biomasse ist mit dem großen Wald-Biomassekraftwerk bereits ausgeschöpft. Es liefert (neben Wärme) etwa 0,1 TWh Strom im Jahr, was 0,8 % des jährlichen Stromverbrauchs von Wien entspricht. Mit Photovoltaik ließen sich rund 4,3 TWh im Jahr entsprechend rund 50 % des Stromverbrauchs erzeugen, sofern alle gut geeigneten Dächer mit Solarpaneelen bestückt würden. Dann könnten diese allerdings nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt für Solarthermie genutzt werden.

Unter Einbeziehung der Potenziale des Umlandes erscheint eine Versorgung Wiens samt Umland mit Strom allein auf Basis erneuerbarer Energien machbar.

Wärme

Da Wärme im Gegensatz zu Strom nicht verlustarm über größere Distanzen transportiert werden kann, werden hier nur Erzeugungsanlagen in Wien selbst betrachtet. Bei Geothermie beziehen die Abschätzungen von Goldbrunner (2012) auch Gebiete in der Nähe des Stadtrands ein. Bei der Abfallverbrennung wird nur der biogene Anteil des Abfalls berücksichtigt.

Die hier vorgenommene Abschätzung für die mögliche Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien ist eher grob und soll nur die Größenordnung verdeutlichen. Die Wärmemengen aus Abfallverbrennung und Biomasse gibt es bereits. In Anbetracht der jüngsten Erfahrungen mit den Bohrungen in Aspern muss die Berücksichtigung von Tiefengeothermie jedoch als langfristig orientiert und optimistisch eingestuft werden.

Tabelle 6-1: Bestand und Potenziale zur Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien in Wien

| Technologie | Gesamt aus Erzeugung und reduzierten technischen Potenzialen (p.a) | Anteil am Verbrauch | Bemerkungen |
|-------------------------------------|--|---------------------|--|
| Abfallverbrennung (biogener Anteil) | 1,1 TWh | 6,5 % | Gesamt 1,6 TWh [Wien Energie (2012a)]. Biogener Anteil am Gesamtkohlenstoffgehalt ist circa zwei Drittel [Pölz (2007)] |
| Biomasse (th) | 0,3 TWh | 1,5 % | 258 GWh = bestehende Produktion aus dem Wald-Biomassekraftwerk 2011 [Wien Energie (2012a)] |
| Tiefengeothermie | 2,6 TWh | 17 % | Wert aus 300 MW [Goldbrunner (2012)] abgeleitet ³⁸ . |
| Solarthermie | 3 TWh | 20 % | Gesamtpotenzial 9 TWh [Stanzer et al. (2010)]. Nutzung von einem Drittel der Dachflächen für Solarthermie angenommen. Möglicherweise ist es sinnvoller, Photovoltaikanlagen mit Wärmepumpen zu kombinieren. |
| Summe | 7,0 TWh | 45% | |

Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Solarthermie besteht die Einschränkung, dass die derzeitigen Anlagen vorwiegend für Warmwassererzeugung, nicht aber für die Raumwärmeversorgung eingesetzt werden. Es ist denkbar, dass es sich als sinnvoller heraus stellt, an Stelle von Solarthermie Photovoltaik zu installieren und diese mit Wärmepumpen zu kombinieren.

³⁸ 300 MW x 24h/d x 365 d/a = 2.628.000 MWh = 2,628 TWh.

Ungeachtet dieser Unsicherheiten bei einzelnen Abschätzungen lässt sich unmittelbar eine entscheidende Tatsache erkennen: Bei Wärme sind die Möglichkeiten zur Versorgung auf Basis von erneuerbaren Energien deutlich geringer als bei Strom. Rechnet man die bereits erschlossenen Kapazitäten mit den in verschiedenen Studien ermittelten technischen Potenzialen für Wärme aus Abfallverbrennung, Biomasse, Solarthermie und Geothermie zusammen, dann lässt sich damit – optimistisch gerechnet – nur knapp die Hälfte des heutigen Raumwärmebedarfs von Wien abdecken.

Die Lücke von rund 8 TWh_{th} kann aus heutiger Sicht nur über Energieeffizienz (thermische Sanierung!) und mit Wärmepumpen (dann aber auf Basis erneuerbarer Energieträger) geschlossen werden. Hinzu kommt unter anderem, dass – wie gerade geschildert – die Einschätzungen für Tiefengeothermie und Solarthermie optimistisch sind. Die tatsächliche Lücke dürfte somit eher noch größer sein.

7. ANSÄTZE ZUR FÖRDERUNG VON ENERGIEEFFIZIENZ UND ERNEUERBAREN ENERGIEN IN STÄDTEN UND KOMMUNEN

Bereits seit mehreren Jahrzehnten entwickeln Städte und Stadtwerke Ansätze, um Energieeffizienz bei Privathaushalten und Unternehmen in ihrem Versorgungsgebiet zu fördern. Um möglichst von guten Erfahrungen im internationalen Raum zu profitieren, wurden internationale energiepolitische Instrumente und unternehmerische Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz bei den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern und zur Förderung des Einsatzes von erneuerbaren Energien recherchiert. Unter anderem wurden Ansätze aus den USA und der Schweiz einbezogen, weil es dort Modelle gibt, die in Europa eher unbekannt sind. Bei der Suche nach deutschen Beispielen wurde beim Verband kommunaler Unternehmen (VKU) nach Hinweisen gefragt.

Das Ergebnis ist eine Sammlung an internationalen Beispielen, die ein breites Spektrum abdeckt, ohne dass garantiert werden kann, dass sie hinsichtlich der Ansätze vollständig ist oder in jedem Fall eine besonders herausragende Umsetzung identifiziert wurde. Die Bandbreite reicht von Normen, Standards und Kennzeichnungen über Energieberatung, Lenkungsabgaben, Förderfonds bis zu Zuschüssen, Prämien und Contracting. Es zeigt sich, dass diese Ansätze nach drei Kategorien differenziert werden können:

- Anforderungen an Gebäude und Geräte
- Information, Kommunikation, Beratung
- Finanzierung und andere ökonomische Ansätze

Ein Vergleich der internationalen Ansätze mit den Ansätzen, die in Wien bzw. österreichweit praktiziert werden, ergibt, dass zu den meisten internationalen Beispielen auch ein Pendant in Wien angeboten wird. Unter jenen Ansätzen, für die es kein direktes Pendant in Österreich und Wien gibt, sind unseres Erachtens folgende interessant:

- Energieeffizienz- und Umwelanforderungen an Gebäude, die bei deren Verkauf, Übertragung oder Sanierung zwingend verlangt werden (Berkeley Residential Energy Conservation Ordinance, USA [City of Berkeley (2010)])
- Pay-As-You-Save-Finanzierung: Stadtwerke oder Kommune vergeben einen langfristigen, zinsbegünstigten Kredit für Energieeffizienzinvestitionen oder Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Die nach der Investition zu zahlende Kreditrate wird so kalkuliert, dass sie die Energiekostensenkung nicht überschreitet. Teilweise wird die Rate auf die Energierechnung gesetzt (z.B. Manitoba Hydro (CAN), Stadtwerke Sacramento (USA)).

In Anbetracht dessen, dass die thermische Sanierung von Gebäuden ein zentraler Ansatzpunkt ist, um den Energieverbrauch von Städten substanziell zu senken und perspektivisch eine Umstellung der nationalen Energieversorgung auf erneuerbare Energien zu ermöglichen, sollten die Pay-As-You-Save-Finanzierungsmodelle näher auf ihre Anwendbarkeit in Wien untersucht werden.

Die folgenden Tabellen vermitteln eine Übersicht, wobei die Beispiele nur genannt werden. Die Ergebnisse der Recherchen sind als eigenständige PDF-Publikation mit dem Titel „*Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien bei Endverbrauchern – Internationale Beispiele von Städten und Stadtwerken*“ [Suna et al. (2013)] veröffentlicht.

Optionen für die Gestaltung des Wiener Energiesystems der Zukunft

Tabelle 7-1 Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien: Anforderungen an Gebäude und Geräte

| ANFORDERUNGEN AN GEBÄUDE UND GERÄTE | | |
|---|---|---|
| Ansätze | Internationale Beispiele | Beispiele aus Wien und Österreich |
| Normen, Standards und Energiekennzeichnungen | <u>MINERGIE®</u> Qualitätslabel für Gebäude (CH) <u>Energieeffizienzlabel</u> für Produkte (EU) | <u>Energieausweis</u> für Gebäude (AT). |
| Pflichtanforderungen an Gebäude | <u>Berkeley Residential Energy Conservation Ordinance</u> : Energieeffizienz- und Umwelanforderungen an Gebäude, die bei Verkäufen, Übertragungen oder Sanierungen zwingend verlangt werden (USA) | <u>Techniknovelle 2012 der Wiener Bauordnung</u> : Neubauten sowie Zu- und Umbauten dürfen künftig nur mehr mit Solaranlagen oder anderen <i>umweltfreundlichen Energiesystemen*</i> errichtet werden (W) |
| Energieeffizienzanforderungen in der öffentlichen Beschaffung | <u>Energy-Star Pflicht</u> : Anforderung der US-Administration im Rahmen der Beschaffung (USA) | <u>Ökokauf Wien (W)</u> <u>LED-Pilotvorhaben (W)</u> |
| * Fernwärme, Windenergie und Wärmepumpen sowie „Kraft-Wärme-Kopplung, Fern-/Nahwärme oder Fern-/Nahkälte, insbesondere wenn sie ganz oder teilweise auf Energie aus erneuerbaren Quellen beruht oder aus hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen stammt“ | | |

Tabelle 7-2: Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien: Information, Kommunikation, Beratung

| INFORMATION, KOMMUNIKATION, BERATUNG | | |
|---|--|---|
| Ansätze | Internationale Beispiele | Beispiele aus Wien und Österreich |
| Energieberatung und Energie-Audit | <u>Energieberatung</u> des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich (CH) <u>Öko-Kompass für KMU</u> der Stadt Zürich (CH) <u>Pflicht Energieaudit</u> vor Verkauf eines Gebäudes: Austin Energy Conservation Audit and Disclosure Ordinance (USA) | <u>ÖkoBusinessPlan Wien</u> Finanzierung von zum Teil fest definierter Umweltberatung privater Anbieter <u>Servicestelle für Energieförderungen der Stadt Wien (MA20)</u> Erstanlaufstelle für alle Fragen zur Förderung energierelevanter Projekte. <u>Energieberatung Wien Energie</u> Energiesparberatung, Beratung zu Erneuerbaren Energien, Heizkostenvergleich, zum Teil kostenlos. <u>Stromverbrauchs-Messgeräte</u> Kostenloser Verleih <u>Thermografie-Energieeffizienz-Analysen</u> für Business-Großkunden |

| INFORMATION, KOMMUNIKATION, BERATUNG | | |
|--------------------------------------|--|--|
| Ansätze | Internationale Beispiele | Beispiele aus Wien und Österreich |
| Energieeffizienznetzwerke | <u>Modell Hohenlohe (D)</u> <u>Projekt 30 Pilot-Netzwerke (D)</u> | <u>Energieeffizienznetzwerk Vorarlberg</u> : Mit zwölf Vorarlberger Unternehmen über eine Laufzeit von drei Jahren (AT) |
| Informationsangebote | www.tuebingen-macht-blau.de Internetauftritt mit breitem und übersichtlichem Informationsangebot (D) | <u>SEP – Technologieleitfäden und Broschüren</u> mit Übersicht zu Förderungen, Blog zu Energiethemen, Links zu CO ₂ -Rechnern und anderen Online-Tools. www.energieleben.at |
| Online-Informationstools | <u>Energy Star Online Energie-Benchmarking</u> für gewerbliche Gebäude (USA) | www.energiesparcheck.at Wien Energie Online Energie Spar Check <u>Wien Umweltgut Solarpotenzialkataster</u> : Tool zur Ermittlung des Solarpotenzials von einzelnen Dächern |
| Kampagnen | <u>„Tübingen macht blau“</u> Klimaschutzkampagne | <u>Geplant: Informationskampagnen</u> für Hausverwalter, Eigentümer und Mieter über energieeffiziente technische Gebäudeausrüstung (Kesselwirkungsgrad, Pumpen, Wärmedämmung der Verteil-Leitung, Regelungen (KliP II B 2.12) |

Tabelle 7-3: Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien: Finanzierung und andere ökonomische Ansätze

| INFORMATION, KOMMUNIKATION, BERATUNG | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Ansätze | Internationale Beispiele | Beispiele aus Wien und Österreich |
| Energiespar- und Förderfonds | <u>Förderabgabe</u> im Kanton Basel-Stadt: Aufschlag auf die kWh Strom. Die eingenommenen Mittel werden zur Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen verwendet. (CH) | <u>Ökostromfonds</u> : Jedes Bundesland erhält Finanzmittel aus den Ökostromeinnahmen zur Förderung neuer Ökostromtechnologien und Energieeffizienzprogrammen. (AT) |
| „Konventionelle“ Förderungen | | <u>THEWOSAN-Förderung</u> – Althausanierung (Darlehen) <u>Neubau-Ökoförderung</u> für Eigenheime Wiener <u>Förderaktion solarthermische Anlagen</u> in 2012 und 2013 |

| INFORMATION, KOMMUNIKATION, BERATUNG | | |
|---|--|--|
| Ansätze | Internationale Beispiele | Beispiele aus Wien und Österreich |
| Zuschüsse für energieeffiziente Geräte | <u>Aktion „Licht an“</u> von Badenova in Baden-Württemberg (D) | <u>Aktion energieeffiziente Wärmepumpe</u> : Zuschüsse für energieeffiziente Wärmepumpe <u>Gas-Gerätetauschaktion 2011</u> Zuschuss bei Umrüstung auf Erdgasbrennwerttechnik von April 2011 bis April 2012 |
| Pay-As-You-Save – Finanzierung (Grundidee: Kreditrate maximal so hoch wie die Energiekostensenkung) | <u>Manitoba Hydro - Utility-On-Bill-Financing</u> Energieversorger vergibt Kredit – Tilgung über Energierechnung (CAN) <u>Stadtwerke Sacramento – Off-Bill-Financing</u> Energieversorger vergibt Kredit – Tilgung über separate Rechnung (USA) | |
| Contracting | <u>Anlagen-Contracting</u> z.B. Stadtwerke Düsseldorf (D) <u>Einspar-Contracting</u> z.B. im Auswärtigen Amt Berlin (D) | <u>Lichtcontracting</u> : Komplettservice für die öffentliche Beleuchtung <u>Anlagencontracting Energieperformance Contracting</u> Energiecomfort finanziert sich ausschließlich über die für ihr Unternehmen erzielten Energie- und Kosteneinsparungen |
| Beteiligungsmodelle an PV-Anlagen | <u>Stadtwerke Sacramento – SolarShare-Programm (USA)</u> | <u>BürgerInnen Solarkraftwerk</u> Vier Kraftwerke auf Initiative von Wien Energie und der Stadt Wien www.buergersolarkraftwerk.at |
| Prämien für Einsparerfolge | <u>Stromspar-Prämie</u> der Stadtwerke Aachen AG (STAWAG) (D) | |
| Fixed Volume Verträge | <u>Trondheim Energie</u> Pilotprojekt Fixed Volume-Vertrag: Haushalt vereinbart festen Stromverbrauch zu einem Terminpreis. Für Mehrverbräuche wird Spotmarkt-Preis berechnet. Für geringeren Verbrauch wird Spotmarktpreis erstattet.(N) | |
| Lenkungsabgaben | <u>Lenkungsabgabe</u> im Kanton Basel-Stadt: Aufschlag auf die kWh Strom. Die eingenommenen Mittel werden an die Kunden zurück verteilt, wobei die Anzahl der Mitglieder des Haushalts oder die Lohnsumme des Betriebs ausschlaggebend sind. (CH) | |

8. ENERGIEARMUT

8.1 Veranlassung

Sowohl internationale Einflüsse wie auch Gestaltung der Energiesysteme auf europäischer, nationaler und städtischer Ebene wirken sich auch auf die Entwicklung der Energiepreise aus.

Während durchschnittliche Haushalte Preisanstiege bislang eher gut „wegstecken“ konnten, wurden und werden Haushalte mit besonders niedrigen Einkommen von steigenden Preisen hart getroffen. Daher wird das Thema Energiearmut zu Recht verstärkt diskutiert.

Dass das Thema bedauerlicherweise an Bedeutung gewinnt, liegt jedoch in erster Linie nicht an steigenden Energiepreisen, sondern an der Zunahme an Armut. Weil es europaweit wie leider auch in Wien immer mehr Haushalte gibt, die mit sehr wenig Geld auskommen müssen, gibt es auch immer mehr Menschen, bei denen sich Schwierigkeiten in der finanziellen Situation auch auf ihre Versorgung mit Energie auswirken. Damit sind auch Energieversorger mit dem Problem konfrontiert.

Ein im Kontext mit der vorliegenden Studie erstellter Bericht *„Herausforderung Energiearmut und der Beitrag der Wiener Stadtwerke“* [Wiener Stadtwerke (2013b)] geht ausführlich auf die Ursachen und Auswirkungen von Energiearmut ein und beschreibt die Arbeitsweise der Wien Energie Ombudsstelle für soziale Härtefälle. Er enthält unter anderem auch drei Fallbeispiele, die die Problematik und die Lösungsansätze verdeutlichen³⁹. Das vorliegende Kapitel skizziert wesentliche Eckpunkte dieses Berichts.

8.2 Armut

Energiearmut ist ein Aspekt von Armut. Zu Armut gibt es mehrere Definitionen, die alle gemein haben, dass sie auf Konventionen beruhen. In den Medien wird am häufigsten über von Armutsgefährdung gesprochen.

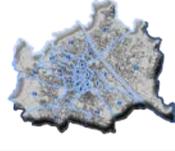
Armutsgefährdung (im Sinne der EU-Statistik EU-SILC): Gemäß EU-Definition gilt als armutsgefährdet, wer weniger als 60% des Medians des nationalen Äquivalenzeinkommens zur Verfügung hat. Um deutlich zu machen, dass es sich bei dieser Personengruppe nicht nur um Menschen handelt, die in Gefahr sind, arm zu werden, sondern zu dieser Gruppe auch viele manifest arme Menschen zählen, wird teilweise auch der Begriff „Einkommensarmut“ verwendet oder von „Armutsschwelle“ gesprochen. Denn mit Einkommen unterhalb dieser Schwelle sind zuallermeist auch Einschränkungen bei der Teilhabe am gesellschaftlichen Leben verbunden.

Manifeste Armut: Manifeste Armut bedeutet, wenn Einkommensarmut mit Einschränkungen in zentralen Lebensbereichen verbunden ist. *„Von Einschränkungen in zentralen Lebensbereichen betroffen zu sein, bedeutet zum Beispiel abgetragene Kleidung nicht ersetzen, sich nicht gesund ernähren, die Wohnung nicht warm halten und keine unerwarteten Ausgaben tätigen zu können.“* Hinzu kommt, es sich nicht mehr leisten zu können, Freunde oder Verwandte zu sich zum Essen einzuladen, gelegentlich ins Café, Kino oder zum Sport gehen zu können [Armutskonferenz (2010)].

³⁹ Download unter www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at.

Die Zahl der Menschen mit einem Einkommen unterhalb der Armutsschwelle wird jährlich statistisch erfasst. In Österreich waren 2010 rund eine Million Menschen betroffen. Auf Wien entfallen davon 305.000 Menschen. Weiters gibt es laut Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz in Wien 105.000 Menschen⁴⁰, die aus finanziellen Gründen ihre Wohnung nicht angemessen beheizen können [BMASK (2011)].

Tabelle 8-1: Zahlen zu Armut in Österreich und Wien (2009/2010)

| | | |
|---|--|---|
|  |  |  |
| 8,283 Mio. | EinwohnerInnen | 1,664 Mio. |
| 1,004 Mio. (12,1 %) | EinwohnerInnen in Armutsgefährdung (Einkommensarmut) | 305.000 (18,3 %) |
| 313.000 (3,8 %) | EinwohnerInnen, die ihre Wohnung aus finanziellen Gründen nicht angemessen beheizen können | 105.000 (6,3 %) |

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2011a), Statistik Austria (2011b)

8.3 Energiearmut – Definition, Ursachen und Konsequenzen für die Betroffenen

8.3.1 Definition

Eine allgemein anerkannte Definition des Begriffes Energiearmut gibt es bislang nicht. Dazu der Europäische Wirtschafts- und Sozialausschuss: *„Energiearmut bedeutet die Schwierigkeit oder Unmöglichkeit, seine Wohnstätte angemessen und zu einem korrekten Preis zu heizen ... sowie über weitere grundlegende Energiedienstleistungen wie Beleuchtung, Verkehr oder Strom für Internet und sonstige Geräte zu einem angemessenen Preis zu verfügen. ... im Vereinigten Königreich gilt als energiearm, wer mehr als 10 % seines Einkommens für Heizkosten ausgeben muss. Selbst in den EU-Dokumenten sind unterschiedliche Begriffsbestimmungen enthalten.“* [Europäische Union (2011)]

Der 10 %-Ansatz hat allerdings methodische Schwächen. So reagiert er beispielsweise nicht sensibel auf Schwankungen beim Energiepreis und lässt nicht erkennen, wie groß die Diskrepanz zwischen Bedarf an und Leistbarkeit von Energie ist. [z.B. Hills (2011), Hills (2012)].

8.3.2 Energiepreise und unzumutbarer Wohnkostenanteil

Grundsätzlich ist zunächst festzustellen, dass in den vergangenen 40 Jahren Energie relativ gesehen billiger geworden ist. Die indizierte und um Inflation bereinigte Betrachtung der Preise für Strom, Erdgas und Benzin zeigt, dass das Preisniveau etwa auf dem Level von 1970 liegt, während sich das Bruttoinlandsprodukt (BIP) fast verdreifacht hat, vgl. Abbildung 8.1.

⁴⁰ In dieser Zahl sind nach Angaben der Caritas Wien auch Haushalte über der Armutsgrenze enthalten.

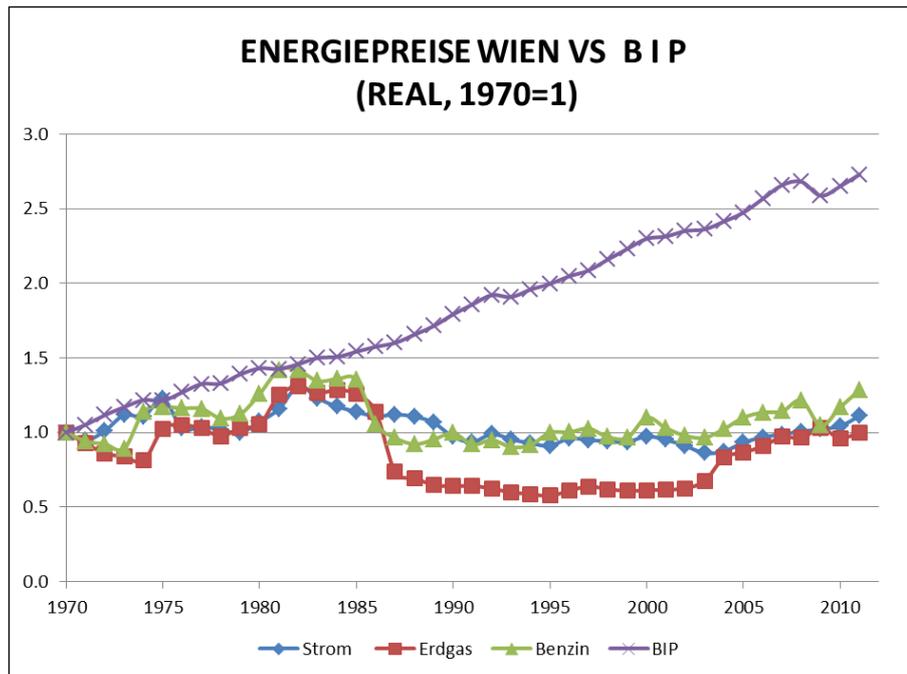


Abbildung 8.1: Langfristige Entwicklung der Energiepreise für österreichische Haushalte
Quelle: Eigene Darstellung

Für einkommensschwache VerbraucherInnen ist jedoch diese langfristige Perspektive und der Vergleich mit dem BIP nicht ausschlaggebend. Für ihre finanzielle Situation ist die aktuelle Entwicklung relevant. Und hier ist festzustellen, dass in Österreich zwischen den Jahren 2000 und 2011 die Endverbraucherpreise für Gas und Steinkohle um über 60 % und für Ofenheizöl sogar um 103 % angestiegen sind (Abbildung 8.2). Hingegen haben sich die Kosten für Strom⁴¹ und Fernwärme parallel zum Verbraucherpreisindex (VPI) entwickelt.

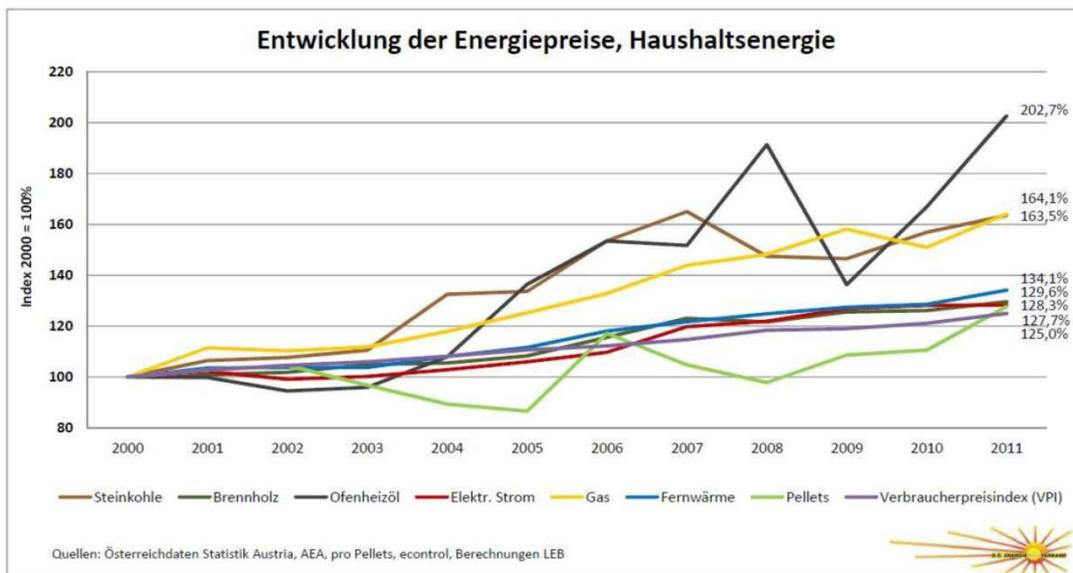


Abbildung 8.2: Entwicklung der Energiepreise in den letzten 10 Jahren
Quelle: O.Ö. Energiesparverband (2012)

⁴¹ Seit der Energiemarktliberalisierung sind „die verbrauchsunabhängigen Kosten bei Gas- und Strom ungleich stärker gestiegen als verbrauchsabhängige. Es ergibt sich somit, dass bei einem Verbrauch unter 3.500 kWh die Stromkosten stärker stiegen als im VPI ausgewiesen“ [Benke et al. (2012)].

Der Anstieg der Energiepreise stellt vor allem für Menschen und Haushalte ohne oder mit nur geringem Erwerbseinkommen ein Problem dar. Staatliche Transferleistungen sind oft nicht bedarfsdeckend bemessen und/oder werden nicht dem Preisanstieg entsprechend angepasst. Steigen die Energiekosten an, müssen die betroffenen Haushalte an anderer Stelle sparen, also bei Nahrungsmitteln, Hausrat, persönlichen Bedürfnissen etc. Ein Anstieg der Energiepreise wirkt sich also direkt und unmittelbar auf den Lebensstandard der Betroffenen aus.

Steigende Energiekosten führen dazu, dass der sogenannte „Wohnungsaufwand“, in dem die Kosten für Miete, Energie und weitere Wohnnebenkosten zusammengefasst betrachtet werden, schnell eine unzumutbare Höhe erreicht. Nach Statistik Austria liegt ein „unzumutbarer Wohnkostenanteil“ vor, wenn der Wohnungsaufwand abzüglich erhaltener Wohn- oder Mietbeihilfen ein Viertel des jährlich verfügbaren Haushaltseinkommens der betreffenden Personen übersteigt. Im Jahr 2010 waren 18 % der Gesamtbevölkerung Österreichs von einem „unzumutbaren Wohnkostenanteil“ betroffen [BMASK (2011)], bezogen auf die Wiener Bevölkerung waren es sogar **31 %** (510.000 Personen) [Statistik Austria (2011b)]. *„Insbesondere Armutsgefährdete waren von steigenden Energiekosten und Mietpreisen überdurchschnittlich betroffen“* so das BMASK (2011).

8.3.3 Höherer Energieverbrauch

Ein im Vergleich zu anderen Haushalten höherer Energieverbrauch armutsbetroffener Haushalte ist nach Erfahrungen der Caritas der Erzdiözese Wien (2011) in erster Linie **nicht** eine Folge verschwenderischen Verhaltens. Ursächlich sind vielmehr strukturelle Bedingungen, die außerhalb der Beeinflussbarkeit durch die Haushalte selbst liegen: So führt das Leben in unsanierten, ungedichteten, wenig energieeffizienten Gebäuden mit häufig schlecht dichtenden Türen und Fenstern zu weit überdurchschnittlichen Heizkosten. Ein hoher Anteil Betroffener lebt im Erdgeschoss. Geringere Sonneneinstrahlung und erhöhter Heizbedarf (weil die Kellerdecke darunter nicht isoliert ist) tragen ebenfalls zu einem höheren Energieverbrauch bei. „Luxusgeräte“ wie Geschirrspüler oder Wäschetrockner sind nur unterdurchschnittlich häufig vorhanden. Im Rahmen des Projekts „Stromhilfe-Fonds“ hat sich herausgestellt, dass der hohe Stromverbrauch in vielen Haushalten hauptsächlich auf veraltete Boiler zurückzuführen ist.

„Gravierend wirkt sich auch aus, wenn die Heizung kaputt ist, die Reparatur nicht leistbar ist und auf eine Beheizung mit Strom umgestellt wird. Strom zum Heizen und zur Warmwasseraufbereitung kommt in armutsbetroffenen Haushalten überdurchschnittlich häufig vor. Personen, die in einkommensarmen Haushalten leben, verbringen sehr häufig den Großteil des Tages zuhause und haben deshalb untermals zwangsläufig einen höheren Energieverbrauch als etwa vollzeiterwerbstätige Personen, die sich zu dieser Zeit am Arbeitsplatz außer Haus befinden und deshalb z.B. tagsüber die Heizung zurückdrehen können.“ [Caritas der Erzdiözese Wien (2011)]

Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs und damit der Energiekosten wie Sanierung des Wohngebäudes, Tausch bzw. Sanierung der Heizanlage und der Fenster liegen im Zuständigkeitsbereich der Vermieter. Hier kommt dann meist das Mieter-Vermieter-Dilemma zum Tragen: *„Der Eigentümer investiert nicht in die thermische Struktur des Wohnobjektes, da mehr thermische Effizienz „nur“ den MieterInnen zu Gute kommt. Ebenso besteht die Gefahr, dass sanierte Immobilien an Wert gewinnen, die Mieten in weiterer Folge ansteigen und einkommensschwache Haushalte wiederum in finanzielle Bedrängnis geraten.“* [Berger (2011)]. Andere langfristig ökonomisch sinnvolle Maßnahmen wie der Austausch veralteter ineffizienter Elektrogeräte (Boiler,

Kühlschrank, Herd) oder der Anschluss an die Fernwärmeversorgung ist für die Betroffenen nicht leistbar [Caritas der Erzdiözese Wien (2011)].

Der schlechte Wohnstandard mit seinem überdurchschnittlich hohen Energieverbrauch und zu hohen Energiekosten kann finanzschwache Haushalte schnell in einen Abwärtsspirale der Verschuldung führen. Wenn Rechnungen nicht oder nicht fristgerecht bezahlt werden, sind in der Regel Mahnungsgebühren und weitere Spesen (Anwaltskosten des Gläubigers) sowie über kurz oder lang eine Abschaltung die Folge. Bei Wien Energie bewegt sich die Zahl der jährlichen Stromabschaltungen im fünfstelligen Bereich, wobei es sich hier um unterschiedlich gelagerte Ursachen (unangemeldeter Umzug, Unaufmerksamkeit der KundInnen) handelt, also nur ein Teil dieser Abschaltungen im Kontext Energiearmut steht.

Verursacher von Energiearmut

Vorstehend wurde ausführlich auf einen Anstieg der Energiepreise als ein Verursacher von Energiearmut eingegangen. Zu beachten ist, dass es mehrere Auslöser für Energiearmut gibt, die sich gegenseitig verstärken. Zu nennen sind hier

- Anstieg der Energiepreise,
- persönliche Krisen oder Krisen im Lebensumfeld (Siehe 8.8.2 Fallbeispiel ab Seite 109),
- andere Gründe, die jemanden in Geldnöte gebracht haben.

8.3.4 Abschaltungen

Wer seine Kosten für Strom und Gas nicht bezahlt, muss über kurz oder lang mit einer Abschaltung rechnen. Allein bei Wien Energie bewegt sich die Zahl der jährlichen Stromabschaltungen im fünfstelligen Bereich. Die Ursachen für die Abschaltungen sind vielfältig. Sie reichen vom schlichten Versehen seitens der KundInnen (z.B. Änderung der Bankverbindung, Urlaub) über Wohnungswechsel bis hin zu finanziellen Problemen (die jeweils auch wieder unterschiedliche Ursachen haben). Zugleich summiert sich bei großen Energieversorgern wie Wien Energie die Summe der unbezahlten Rechnungen auf mehrere Millionen Euro. Vor diesem Hintergrund werden Abschaltungen weiterhin als notwendiges Mittel gesehen, um – sofern die KundInnen auf Mahnungen nicht reagieren – die jeweilige Situation mit den KundInnen zu klären und ein weiteres Auflaufen an Rechnungen zu vermeiden. Richtig ist, dass hierbei soziale Härtefälle eine andere, sensiblere Behandlung erfahren sollten.

Mit den Änderungen des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes (ElWOG) 2010 und des Gaswirtschaftsgesetzes (GWG) 2011 haben die VerbraucherInnen unter anderem auch mehr Schutzrechte erhalten. So gibt es nun eine Obergrenze für Gebühren für Mahnungen, Abschaltungen und Wiederanschluss nach Abschaltungen. Auch dürfen die Netzbetreiber im Falle einer Nichtzahlung nur nach einem entsprechend geregelten Verfahren abschalten. Konkret sind die Netzbetreiber in Fällen der Vertragsverletzung (z.B. Nichtzahlung) zur physischen Trennung der Netzverbindung (= Abschaltung) nur berechtigt, wenn dem eine zweimalige Mahnung inklusive jeweils mindestens zweiwöchiger Nachfristsetzung vorangegangen ist. *„Die zweite Mahnung hat auch eine Information über die Folge einer Abschaltung des Netzzuganges nach Verstreichen der zweiwöchigen Nachfrist sowie über die damit einhergehenden voraussichtlichen Kosten einer allfälligen Abschaltung zu enthalten. Die letzte Mahnung hat mit eingeschriebenem Brief zu erfolgen.“* Wenn dann keine Zahlung erfolgt, hat der Versorger das Recht zur Abschaltung. Das Entgelt für die Abschaltung und spätere Wiederherstellung des Netzzuganges darf insgesamt 30 € nicht übersteigen. Im Falle

von Zahlungsverzug und drohender Abschaltung empfiehlt E-Control, mit dem betreffenden Versorger eine Ratenzahlung zu vereinbaren [E-Control (2012a)]. Dazu gibt es aber keine gesetzliche Verpflichtung für den Versorger.

Weiters haben die VerbraucherInnen das Recht auf eine Grundversorgung durch einen Energielieferanten (§ 77 ElWOG, § 124 GWG, siehe auch BMASK (2012)). So müssen die sogenannten „Versorger letzter Instanz“ alle HaushaltskundInnen, die sich ihnen gegenüber auf die Grundversorgung berufen, zu keinem schlechteren Tarif beliefern als die meisten ihrer anderen KundInnen. Allerdings wird die Regelung zumindest bislang selten in Anspruch genommen und es gibt einige Detailfragen in der praktischen Umsetzung.

Im Gegensatz zu Strom und Gas gibt es kein Recht auf Grundversorgung mit Fernwärme. Wenn ein Haushalt aufgrund zu großen Zahlungsverzugs von der Fernwärme abgeschaltet wird, ist er – trotz aller Suffizienzstrategien und trotz vorhandenen Fernwärmeanschlusses im Haus – gezwungen, mit anderen Energieträgern zu heizen. Zumeist beginnen die betroffenen Haushalte dann, (teurer) mit Strom zu heizen. Dadurch steigen ihre Energiekosten wieder stark an – Kosten, die sie weiter in den Teufelskreis der Verschuldung treiben.

Auch schließt Wien Energie Fernwärme keine Neuverträge ab, solange alte Schulden – unabhängig vom aktuellen Wohnort – nicht beglichen sind bzw. keine Ratenvereinbarung geschlossen wird. Bei Nichteinhaltung der Ratenvereinbarung kann an der aktuellen Wohnadresse die Energielieferung eingestellt werden, auch wenn die laufende Fernwärmerechnung bezahlt wird. Dies kann u.a. auch die Wiedereingliederung von ehemals wohnungslosen Menschen gravierend erschweren.

In Gebäuden mit alten Heizungssystemen und einem hohen Anteil an MieterInnen mit niedrigem Einkommen würde es helfen, veraltete Heizungssysteme auf Fernwärme umzurüsten. Dies ist bei Gebäuden mit vorinstalliertem Fernwärmeanschluss denkbar. Allerdings entstehen auch dann noch Kosten zwischen 4.000 € und 5.000 € pro Anschluss. Die Kosten für die Umrüstung auf Fernwärme müssen in Österreich grundsätzlich vom Mieter getragen werden – für von (Energie)Armut betroffene Haushalte ein klares k.o.-Kriterium. Um Haushalte mit sehr niedrigen Haushaltseinkommen auf Fernwärme umzustellen, müsste also eine Lösung zur Finanzierung dieser Umstellungskosten gefunden werden.

8.3.5 Zwischenfazit

Aufgrund struktureller Bedingungen, die außerhalb der Beeinflussbarkeit durch die Haushalte selbst liegen, haben arme Haushalte oftmals einen höheren Energieverbrauch als nicht arme, und sie müssen absolut gesehen mehr Geld für Energie ausgeben als diese. Zudem leiden sie unter dem Anstieg der Energiepreise besonders, weil staatliche Transferzahlungen nicht oder erst später angepasst werden. Die gesetzlichen Regelungen für die Grundversorgung mit Strom und Gas sind bereits hilfreich, lösen jedoch das Grundproblem der zu knappen Mittel nicht. Auch sollten die gesetzlichen Regelungen zur Grundversorgung auf Fernwärme erweitert werden. Dies gilt letztlich auch für alle anderen Heizenergieträger (Heizöl, Kohle und Holz).

8.4 Auswege aus der Energiearmut

Um Energiearmut zu bekämpfen, müssen **in erster Linie die Ursachen der Armut** bekämpft werden, d.h. durch Bildung, Qualifizierung, auskömmliches Erwerbseinkommen, arbeitszeitverträgliche Kinderbetreuungsangebote und anderes mehr. Den Fokus allein auf Energiearmut zu richten, greift zu kurz. Zugleich ist leider davon

auszugehen, dass bei der Armutsbekämpfung nicht Fortschritte in dem Umfang erreicht werden, dass die Betroffenen besser als bislang ihre Energiekosten selbst finanzieren können. Somit müssen sich Energieversorger und die Hilfesysteme weiterhin darum bemühen, die Auswirkungen von Energiearmut zu lindern.

8.5 Maßnahmen gegen Energiearmut auf EU-Ebene und in anderen Mitgliedsstaaten

Energiearmut wird als wachsendes Problem in der Gemeinschaft anerkannt. Betroffene Mitgliedstaaten sollen deshalb nach dem Willen der EU **nationale Aktionspläne** oder einen anderen geeigneten Rahmen zur Bekämpfung der Energiearmut schaffen, um die Zahl der darunter leidenden Menschen zu verringern. Weiters sollen Regelungen in Betracht gezogen werden, die es verbieten, schutzbedürftige KundInnen in schwierigen Zeiten von der Energieversorgung auszuschließen (Richtlinie 2009/72/EG, Richtlinie 2009/73/EG).

Bereits 2011 hat der Europäische Wirtschafts- und Sozialausschuss (EWSA) mehr Priorität für das Thema Energiearmut gefordert. Als grundlegend wird die Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden angesehen. Hierzu sollten anspruchsvolle Vorgaben in die Neufassung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (KOM(2008 780 endg.) aufgenommen werden [Europäische Union (2011)].

Seit 2007 gibt es ein von der EU-Kommission initiiertes Bürgerforum Energie, das Vorschläge für die Verbesserung der verbraucherbezogenen Regulierung macht. In seinem Schlussbericht von 2012 empfiehlt das Bürgerforum, dass schutzbedürftige VerbraucherInnen auch persönliche Beratung benötigen. Bei der weiteren Empfehlung, für MigrantInnen mehrsprachige Informationen anzubieten, wird Österreich als Best Practice hervorgehoben: *„The Working Group notes, for example, that the Austrian energy regulator provides the most important messages on their website not only in German but also in Turkish and Croatian“* [Citizens' Energy Forum (2012)].

8.6 Energieeffizienzpaket des Bundes 2014-2020

Im Dezember 2012 hat das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend seinen aktuellen Begutachtungsentwurf für ein „Energieeffizienzpaket des Bundes“ vorgelegt [BMWFJ (2012)]. Dieses Paket besteht aus acht Artikeln, wovon Artikel 1 den Vorschlag für ein Bundes-Energieeffizienzgesetz enthält.

Mit diesem soll ein nationales Energieeffizienzverpflichtungssystem für Energie verbrauchende Unternehmen, Lieferanten und den Bund selbst eingeführt werden. Danach sollen zwischen dem 1.1.2014 und dem 31.12.2020 Maßnahmen gesetzt werden, die zu einer Energieeffizienzsteigerung von 1,5 % des Endenergieverbrauchs in Österreich führen. Als Basis gilt der Mittelwert des Endenergieverbrauchs der letzten drei Jahre vor Anwendungsbeginn der Richtlinie minus Eigenverbrauch und Sektor Verkehr.

Energieversorgungsunternehmen sollen danach verpflichtet werden, den Energieverbrauch ihrer KundInnen um 0,6 % pro Jahr zu senken. Erreicht werden kann dies durch **Energiedienstleistungen**. Dabei müssen mindestens 40 % der Energieeffizienzmaßnahmen bei Haushalten gesetzt werden. Maßnahmen bei einkommensschwachen Haushalten sollen mit dem Faktor 1,5 stärker gewichtet werden. Derzeit ist allerdings noch nicht geklärt, wie die Regeln über die Bewertung und Zurechnung genau aussehen und wie die Energieeffizienzmaßnahmen gemessen und evaluiert werden sollen.

Der Faktor von 1,5 zur stärkeren Gewichtung der Maßnahmen bei einkommensschwachen Haushalten wird von Fachleuten allerdings als zu gering angesehen. So fordern die Armutskonferenz und GLOBAL 2000, dass 5 % der Energiesparverpflichtung einkommensschwachen Haushalten zu Gute kommen soll. Durch eine entsprechende Änderung des Entwurfs könnte nach einer groben Schätzung von GLOBAL 2000 etwa 7.000 bis 8.000 Haushalten pro Jahr geholfen werden [Armutskonferenz und „GLOBAL 2000“ (2013)].

Weiters enthält der Entwurf des Bundes-Energieeffizienzgesetzes eine Verpflichtung für größere Energieversorgungsunternehmen⁴², eine Anlauf- und Beratungsstelle für ihre KundInnen für Fragen zu den Themen Energieeffizienz und Energiearmut einzurichten (Ombudsstelle für Energieeffizienz und Energiearmut).

8.7 Handlungsmöglichkeiten von Energieversorgungsunternehmen

In anderen europäischen Ländern und auch in Österreich wurden in der Vergangenheit zahlreiche Modell- und Pilotprojekte zur Bekämpfung und Linderung von Energiearmut durchgeführt [EPEE (2011), Kopatz et al. (2010), Berger (2011), Santjer et al. (2002), Christanell und Spitzer (2011)]. Nach den vorliegenden Erfahrungen gibt es eine Vielzahl von Maßnahmenvorschlägen [a.a.O. und auch Benke et al. (2012)], von denen die meisten gegebenenfalls im Bereich der Energieversorgungsunternehmen lägen. Dazu gehören u.a.:

- **Beratung:** eine (verbesserte) Beratung: aufsuchend, vor Ort, im Haushalt der KlientInnen, persönlich, zielgruppenspezifisch und an den Bedürfnissen einkommensschwacher Haushalte orientiert; BeraterInnen mit hoher sozialer Kompetenz bzw. Peer-to-Peer-Beratung, d.h. Beratung durch geschulte Betroffene
- **Betreuung:** Einrichtung und Bekanntgabe einer eigenen Ansprechstelle für Energiearmut, individuelle Betreuung seitens der EVU im Falle von sozialen Härtefällen, sozialverträglich gestaltetes Mahnwesen
- **Abschaltungs-Prävention:** Frühwarnsystem mit sozialer Intervention, PrePayment, Versorgung mit Energie während laufender Schuldenregulierung
- **Tarif:** angepasste Tarifstruktur / Sozialtarife
- **Abrechnungen/Verbrauchsmittelungen:** monatlich (zur besseren Verbrauchskontrolle), transparent, muttersprachlich für MigrantInnen
- **Technische Hilfen:** PrePaid-Meter, Smart Metering, ggf. mit Leistungsbegrenzung
- **Materielle Leistungen:** Austauschaktionen, direkte Installation von Effizienzmaßnahmen, Sponsoring (Gratis-Bereitstellung) von energieeffizienten Geräten
- **Finanzielle Leistungen:** Beihilfen für Austausch ineffizienter Geräte (Heizung, Kühlgeräte, Energiesparlampen), Mikrokredite / Überbrückungsfinanzierung, kleine monatliche Raten, Heizkostenzuschuss etc.

⁴² Kriterien: mehr als 49 Beschäftigte und ein Umsatz von über 10 Millionen € ODER eine Bilanzsumme von über 10 Millionen Euro; keine Verpflichtung für Energielieferanten, die weniger als 10 GWh an Energie pro Jahr liefern UND die weniger als 5 Personen beschäftigen ODER deren Jahresumsatz durch Energieverkäufe oder deren Jahresbilanz 1 Million Euro nicht übersteigt.

- **Fondslösung:** Energieeffizienzfonds = Fonds für energieeffiziente Geräte
- **Bewusstsein:** Schaffung von Bewusstsein, sodass betroffene Haushalte auch in ihrem eigenen Wirkungsbereich tätig werden können.

Die vorstehend genannten Ansatzpunkte sind unterschiedlich gut erprobt und zum Teil ist eine weitere Spezifikation erforderlich. Zum Beispiel sind Erfolge bei der Schaffung von Bewusstsein zu begrüßen, jedoch wird dieser Ansatz schon seit längerem von verschiedenen Seiten verfolgt und ist aber aus unterschiedlichen Gründen nur teilweise erfolgreich. Mit Blick auf das Thema Abschaltungsprävention werden unterschiedliche Herangehensweisen diskutiert. Für monatliche Verbrauchsmittelungen müssten zuerst Smart Meter installiert sein. Es verbleibt also bei manchen der in der Fachwelt diskutierten Maßnahmen noch Klärungsbedarf im Detail.

Weiterhin werden bei den Darstellungen dieser Vorschläge meist nicht die Kosten und die Finanzierung mit betrachtet. Diese Fragen sind für eine Realisierung jedoch entscheidend.

8.8 Wien Energie Ombudsstelle für soziale Härtefälle

Größere Energieversorger sollen nach dem Willen der Regierung ab dem 1.1.2014 eine Ombudsstelle für Energiearmut und Energieeffizienz einrichten [BMWFJ (2012)]. Wien Energie hat bereits im Jahr 2011 eine Ombudsstelle für Energiearmut eingerichtet. Ihre Aufgaben sind insbesondere die Betreuung und Begleitung von Kundinnen und Kunden in sozialen Krisensituationen sowie beratende und konzeptionelle Aufgaben innerhalb der Wien Energie. Dabei erfolgt auch eine zum Teil intensive Zusammenarbeit mit sozialen Einrichtungen. Darüber hinaus vernetzt sich die Ombudsstelle mit sozialen Einrichtungen und weiteren Fachleuten zum Thema, bearbeitet Pilotprojekte und fungiert unternehmensintern wie auch für Externe als Ansprechpartnerin in Sozialfragen [Wien Energie Ombudsstelle (2012a)].

8.8.1 Betreuung und Begleitung von KundInnen in sozialen Krisensituationen

Zentrale Aufgabe der Ombudsstelle ist die Betreuung, gemeinsam mit sozialen Einrichtungen, von KundInnen, die sich in sozialen Härtefallsituationen befinden beziehungsweise arm oder armutsgefährdet und auch von Energiearmut betroffen sind. Zu Beginn mussten erst einmal Kriterien aufgestellt werden, anhand derer Wien Energie für sich festlegt, welche KundInnen als „Soziale Härtefälle“ eingestuft werden (siehe Tabelle 8-2). Häufig handelt es sich hier um KundInnen mit akuten Zahlungsschwierigkeiten, aber es kommt ebenso vor, dass sich auch KundInnen melden, bevor sie in Zahlungsverzug geraten.

Die Aufstellung der Kriterien und insbesondere die interne Klarheit in der Festlegung, ab wann eine schwierige Lebenssituation intern als Härtefall eingestuft wird, hat unter anderem zu einer starken Sensibilisierung der MitarbeiterInnen nicht nur in der Rechnungsstelle, sondern insgesamt im Konzernbereich Energie geführt.

Tabelle 8-2: Wien Energie: Kriterien für die Definition von „sozialen Härtefällen“ (mindestens drei Punkte müssen zutreffen)

| Wien Energie stuft KundInnen als soziale Härtefälle ein, wenn in mindestens drei der Kriterien eine Härtesituation vorliegt. Diese KundInnen erhalten dann über einen gewissen Zeitraum eine besondere Unterstützung, um Energiearmut zu vermeiden oder zu beenden. | |
|---|---|
| Kriterium | Sachverhalte zur Einstufung des Kriteriums als Härtefallsituation |
| Einkommen | <ul style="list-style-type: none"> • Personen, die eine Mindestsicherung, eine Mindestpension mit Ausgleichszulage beziehen • langzeitarbeitslose Personen, die sich in einem arbeitsmarktpolitischen Projekt befinden • Haushalte, bei denen die Energiekosten mehr als 10 % des Haushaltseinkommens ausmachen • Personen, die keinen Anspruch auf Mindestsicherung haben (Personen mit befristetem Aufenthaltstitel und AsylwerberInnen) • Personen, die Kinderbetreuungsgeld und Zuschuss / Beihilfe erhalten |
| Krankheit | <ul style="list-style-type: none"> • Haushalte, in denen BezieherInnen von Pflegegeld leben • Personen mit lebenserhaltenden Geräten • behinderte Personen (Behindertenausweis) • chronisch Kranke (z. B. Krebserkrankung) • Personen, die besachwaltet sind • Psychisch Kranke • Personen mit aktuellem Suchtproblem |
| Wohnsituation | <ul style="list-style-type: none"> • Ehemals obdachlose Personen oder Familien, die in einer betreuten Einrichtung wohnen • Personen, die von Delogierung bedroht sind |
| Familien-situation | <ul style="list-style-type: none"> • AlleinerzieherInnen mit Kindern (0 bis 15 Jahre) • Alleinstehende werdende Mütter oder Familien (0 bis 15 Jahre) |
| Verschuldung | <ul style="list-style-type: none"> • Mietrückstände • Rückstände bei Wien Energie (Energie/Netz, Strom/Gas/Wärme) oder bereits abgeschaltet bzw. davon bedroht • Verschuldete Personen / Personen mit Pfändungen • Personen, die an ihrer Schuldenregulierung arbeiten |
| Lebenskrisen | <ul style="list-style-type: none"> • Trennung / Scheidung • Todesfall in der Familie • Gewalt in der Familie (Wegweisung) • Arbeitsplatzverlust • Personen, die eine Bewährungshilfe haben (Verein Neustart) • Personen, die einen Flüchtlingsstatus haben • Personen mit laufendem Asylverfahren |

Quelle: Wien Energie Ombudsstelle (2012a), angepasst

8.8.2 Fallbeispiel: Alleinerziehend, geschieden, eines der Kinder chronisch krank

Die Ombudsstelle von Wien Energie hat drei Fallbeispiele aus ihrer Arbeitspraxis zusammengestellt, um die Situation der Betroffenen und die Arbeitsweise der Ombudsstelle zu erläutern. Hier wird eines der drei vorgestellt, die beiden anderen finden sich in der Langfassung zu diesem Kapitel [Wiener Stadtwerke (2013b)].

Situation aus Sicht der Betroffenen

„Ich bin Alleinerzieherin von zwei Söhnen. Der Ältere studiert und der Jüngere hat eine Stoffwechselerkrankung. Er nimmt ständig zu und ist aufgrund seiner körperlichen Entwicklung sozial isoliert. Ich arbeite seit 14 Jahren durchgehend in einem Betrieb als Verkäuferin. Seit 3 Jahren habe ich keine Energie zur Verfügung. Die Zähler sind seit langem abmontiert. Wir behelfen uns mit Kerzen und Gaskocher. Seit meiner Scheidung kämpfe ich um unsere Existenz. Ich muss für einen Kredit zahlen, den ich seinerzeit mit meinem Ex-Mann aufgenommen habe. Nach der Scheidung muss ich ihn nun alleine abbezahlen.

Derzeit habe ich Schulden in der Höhe von € 5.934,53 bei Wien Energie, dazu kommen noch die Gerichts- und Anwaltskosten – täglich wird es mehr. Ich habe mich nicht mehr um eine Lösung bemüht, weil ich diesen hohen Betrag nicht bezahlen kann. Unterstützung von sozialen Einrichtungen erhalte ich auch nicht, weil ich arbeiten gehe und ein Einkommen habe. Ich habe Angst, dass ich aufgrund der bevorstehenden Gehaltsexekution meinen Job verliere – dann haben wir überhaupt keine Chance mehr!

Wir können uns zu Hause nicht waschen, weil wir kein Warmwasser haben – zum Heizen verwende ich einen Holzofen. Meine Söhne und ich leiden unter dieser Situation. Ich habe über Mundpropaganda von der Wien Energie Ombudsstelle gehört und hoffe, dass mir geholfen werden kann. Ich bin bereit auch meinen Beitrag zu leisten. Ich weiß, dass ich diese Situation mit verursacht habe.“

Lösungsweg der Ombudsstelle

„Frau M. stellte ein Ansuchen um Unterstützung⁴³, bei der MA 40, der abgelehnt wurde. Die Wien Energie Ombudsstelle intervenierte und legte ein Konzept für eine Gesamtlösung vor. Aufgrund unserer Intervention und des vorhandenen nachhaltigen Lösungsansatzes übernahm die MA 40 die Gerichtskosten. Frau M. finanzierte die Fertigmeldung⁴⁴ mit ihrem Urlaubsgeld zusätzlich zu einer Eigenleistung von € 400,00. Es wurde ein PrePayment-Zähler montiert, mit dem die laufenden Kosten und die Altschuld langsam abbezahlt werden. Die Gehaltsexekution wurde nicht durchgeführt. Frau M. zahlt nun monatlich Altschulden ab und hat wieder Strom zur Verfügung“ [Wien Energie Ombudsstelle (2012b)].

⁴³ Anmerkung der Verfasser: Ansuchen um „Hilfen in besonderen Lebenslagen“, das sind Leistungen der bedarfsorientierten Mindestsicherung (BMS) ohne Rechtsanspruch.

⁴⁴ Ein Netzanschluss kann nur in Betrieb genommen werden, wenn er fertiggestellt ist und die fachgerechte Ausführung entsprechend der geltenden Vorschriften durch einen zugelassenen Fachbetrieb mit einer Fertigmeldung bestätigt wird. Mit der Fertigmeldung wird zugleich die Inbetriebsetzung des Anschlusses und bei Bedarf die Montage einer Messeinrichtung beantragt. Diese Meldung ist für Strom und Gas unterschiedlich.

8.8.3 Ablauf der Betreuung

Die Erfahrung (nicht nur) der Ombudsstelle zeigt, dass Menschen in schwierigen Lebenssituation teilweise nicht ausreichend ihren Energieverbrauch und die Begleichung ihrer offenen Rechnungen im Blick haben, da für sie durch akute prekäre Lebensumstände andere Themen (Krise, Krankheit) vorrangig sind. Die jeweiligen Lebensumstände der Menschen in Härtefallsituationen sind immer individuell. Um den Betroffenen wirksam zu helfen, reicht eine punktuelle Intervention in der Regel nicht aus. Vielmehr ist eine über einen gewissen Zeitraum (meist mehrere Wochen bis zu einem halben Jahr) dauernde Fallbegleitung erforderlich. Wesentlich ist, dass die Ombudsstelle gemeinsam mit allen beteiligten sozialen Einrichtungen eine auf den Individualfall abgestimmte Lösung erarbeitet. Für diese Beratung sind MitarbeiterInnen erforderlich, die auch über eine entsprechende sozialarbeiterische Expertise verfügen. Für die Ombudsstelle wurde daher eingangs eine Sozialarbeiterin mit langjähriger Berufserfahrung eingestellt. Mittlerweile sind hier drei MitarbeiterInnen beschäftigt.

Die Wien Energie Ombudsstelle ist zugleich Dienstleister für alle Unternehmen im Konzernbereich Energie, die mit dieser Thematik zu tun haben. Etwa 2.000 HaushaltskundInnen wurden bereits oder werden derzeit von der Ombudsstelle betreut. Das ist einerseits eine vergleichsweise geringe Zahl angesichts der 105.000 Wienerinnen und Wiener, die ihre Wohnung nicht angemessen beheizen können. Andererseits wurde und wird gezielt circa 5.000 Menschen (bei 1 bis 4 Personen je Haushalt) geholfen, die sich in besonders schwierigen Lebenssituationen befinden oder befanden.

Die bisherigen Leistungen von Wien Energie samt der Ombudsstelle umfassen:

- Erleichterungen im Umgang mit Energieschulden (wie u.a. Abklärung sozialer Ansprüche und Sozialberichte für Anträge, zusätzliche Ratenpläne über Standard hinaus, PrePayment (Stromzähler) für laufende Versorgung und Begleichung von Altforderungen (Strom und Gas),
- finanzielle Erleichterungen (wie u.a. Storno von Mahngebühren und externen Inkassoaufträgen und Anwaltsverfahren, Storno oder Reduzierung von Ab-/Einschaltekosten oder von Barsicherheiten oder Verzicht auf Montagekosten bei Wiedermontage)
- Förderung der Energieeffizienz (u.a. kostenloser Verleih von Stromverbrauchsmessgeräten, kostenfreie Energieberatung)

8.8.4 Weitere Leistungen

Zu den weiteren Leistungen der Ombudsstelle gehören Aufbau und Pflege von Netzwerken zu sozialen Einrichtungen. Beispielsweise führt die Wien Energie Ombudsstelle gemeinsam mit „die umweltberatung Wien“ das Sozialprojekt NEVK durch. Hier werden gemeinsam mit mehreren Partnern 500 armutsgefährdete Haushalte in Energiefragen unterstützt und es wird versucht, gezielt deren Lebenssituation zu verbessern.

Für ihre Leistungen wurde die Ombudsstelle 2012 für die SozialMarie nominiert und erzielte dort beim Publikumsvoting den 4. Platz [SozialMarie (2012)].

8.9 Fazit zu Energiearmut

Energiearmut ist ein Teilaspekt von Armut. Die beste Maßnahme gegen Energiearmut ist die Bekämpfung von Armut und Armutsgefährdung. Aber leider deutet alles darauf hin, dass wir weiterhin mit Armut zu tun haben werden.

Energiearmut ist ein weit verbreitetes Phänomen in Österreich und anderen europäischen Ländern, das bislang eher wenig Aufmerksamkeit erfahren hat. Allerdings gibt es schon viele Good-Practice-Beispiele und einzelne staatliche Maßnahmen (z.B. Sozialtarife, Förderung der Verbesserung der Energieeffizienz von Sozialwohnungen oder des privaten Gebäudebestands, finanzielle Unterstützung), um diesem Problem zu begegnen.

Mittlerweile nimmt das Thema auf EU-Ebene einen höheren Stellenwert ein als noch vor wenigen Jahren, siehe etwa das dritte Energiepaket 2009 mit der Richtlinie 2009/72/EG und der Richtlinie 2009/73/EG zum Elektrizitäts- und Erdgasbinnenmarkt und die Forderung des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses, dass Energiearmut mehr Priorität als bislang erhalten sollen (siehe Seite 105). Auf nationaler Ebene sind die EU-Mitgliedsstaaten – auch Österreich – gefordert, deutlich mehr zu tun als bisher. Die Bundesregierung will mit ihrem Energieeffizienz-Paket (vgl. Abschnitt 8.6) die Vorgaben aus Brüssel umsetzen. Ob die vorgesehenen Maßnahmen ausreichen, wird aus Sicht von zivilgesellschaftlichen Organisationen kritisch gesehen [Armutskonferenz und „GLOBAL 2000“ (2013)].

Nicht nur die gesetzlichen und finanziellen Rahmenbedingungen zur Bekämpfung der Energiearmut müssen deutlich verbessert werden. Auch müssen die existierenden finanziellen Unterstützungsleistungen für bedürftige Haushalte direkter und schneller an die steigenden Energiekosten angepasst werden. Weitere zielführende Maßnahmen auf Seiten des Staates wären Sanierungsoffensiven in mehrgeschossigen (sozialen) Wohnbauten und die Einrichtung eines Energieeffizienzfonds. Gefordert wird auch von verschiedenen Seiten die Einführung einer Abschaltprävention in allen Bundesländern.

Als Maßnahmen zur Bekämpfung von Energiearmut finden etwa in Österreich oder Deutschland vor allem Beratungsmaßnahmen statt. Das Angebot an kostenlosen Vor-Ort-Energieberatungen speziell für Menschen mit geringem Einkommen sollte in allen Bundesländern ausgebaut und entsprechende (auch materielle und finanzielle) Unterstützung zur Energieeinsparung angeboten werden.

Energieversorgungsunternehmen, insbesondere solche im Besitz der öffentlichen Hand, müssen sich ihrer Gemeinwohlverpflichtung bewusst sein und ihre benachteiligten KundInnen vor Energiearmut schützen. Die Wien Energie Ombudsstelle erbringt hier bereits bemerkenswerte Leistungen und stellt unseres Wissen ein österreichweites Vorbild dar, das hoffentlich viel Nachahmung findet.

9. FAZIT

Technische und ökonomische Entwicklungen bei der Energieversorgung finden fortwährend statt. In den Energiemärkten waren die Entwicklungen bis vor zehn Jahren über längere Zeit eher allmählich und es dauerte länger, bis Veränderungen deutlich erkennbar waren.

Derzeit ist eine deutlich größere Dynamik insbesondere am Strommarkt festzustellen. Aufgrund der Energiemarktliberalisierung und der Energiewende in Deutschland sind die Preise an den Strombörsen gefallen. Daher können mit Gas betriebene Kraftwerke kaum noch rentabel betrieben werden. Der Ausbau der erneuerbaren Energien im mitteleuropäischen Strommarkt, darunter auch in Österreich, wird weiter fortschreiten. Durch das neue Ökostromgesetz ist nun auch in Österreich die Errichtung von Windkraftanlagen wieder rentabel. Hinzu kommt, dass die Kosten der Erzeugung von Strom aus Photovoltaik derart stark gesunken sind, dass die Stromgestehungskosten auf dem Niveau des Strompreises für EndverbraucherInnen liegen. Wien Energie hat dies bereits für die Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen genutzt und bietet BesitzerInnen von Immobilien an, auf ihren Dachflächen Photovoltaikanlagen zu errichten und zu betreiben.

Eckpunkte der Entwicklungen

In der Studie wurden folgende Entwicklungen identifiziert, von denen die Stadt Wien und die Wiener Stadtwerke unmittelbar betroffen sind:

Wien wächst, nicht aber der Wärmeverbrauch: Die Bevölkerung von Wien hat seit 1992 um 200.000 EinwohnerInnen zugenommen, nun leben 1,7 Millionen Menschen in der Stadt, und das Wachstum wird weiter anhalten. Mit der Bevölkerungszunahme ging bislang auch eine Zunahme des Verkehrsaufkommens und des Stromverbrauchs einher.

Der Energieverbrauch für Heizen nahm jedoch nur in einem weitaus geringeren Umfang (+ 12 %) zu als die Zahl der Wohnungen (+ 18 %) – das heißt, die Wärmedämmung im Neubau und bei Sanierung im Bestand zeigte Wirkung⁴⁵. Neubauten haben inzwischen einen sehr niedrigen Wärmebedarf.

Strommärkte im Umbruch: Die Strommärkte befinden sich vor allem aufgrund der steigenden Kapazitäten an erneuerbaren Energien im Umbruch. Treiber sind die Energiewende in Deutschland, Marktrahmenbedingungen, die die Erzeugung aus erneuerbaren Energien fördern, und Innovationen bei den Erzeugungstechnologien.

Gaskraftwerke ökonomisch unter Druck: Aufgrund der Veränderungen auf den Strommärkten und zusätzlich aufgrund hoher Preise durch langfristige Lieferverträge für Gas sowie niedrige Preise für Emissionszertifikate sind die Erlöse aus dem Betrieb von Gaskraftwerken stark zurückgegangen.

Viele BürgerInnen beteiligen sich bei Projekten zu erneuerbare Energien: Die Nachfrage nach den BürgerInnen Solarkraftwerken von Wien Energie ist hoch. Innerhalb kürzester Zeit waren die 2012 angebotenen Beteiligungen ausverkauft. In Niederösterreich hat eine Gemeinde zusammen mit Wien Energie ebenfalls ein Bürgersolarkraftwerk verkauft.

⁴⁵ Der Heizenergiebedarf kann zudem auch aufgrund kürzerer und weniger kalter Winterperioden in Folge des Klimawandels gesunken sein; siehe den Vergleich der Heizgradtagssumme 1993 und 2009 auf Seite 23.

Dynamik und Wettbewerb: Neue Technologien, für die es Geschäftsmodelle gibt, können neue Mitbewerber auf den Plan rufen. Hier wird der Ausbau vorangehen.

Für eine stärker auf erneuerbaren Energien basierende Lösung muss Wien zusammen mit dem Umland betrachtet werden: Eine historisch gewachsene Stadt wie Wien war schon immer auf den Import von Energieträgern angewiesen; dies wird auch in absehbarer Zukunft so sein. Betrachtet man aber Wien und das Umland als eine gemeinsame Region, dann dürfte es in wenigen Jahrzehnten möglich sein, diese Region mit Strom und Wärme aus regionalen erneuerbaren Energien zu versorgen.

Großes Potenzial für Strom aus erneuerbaren Energien: Rein rechnerisch bestehen in Wien und seinem Umland technische Potenziale für Windkraft und Photovoltaik, um weit über 100 % des derzeitigen Strombedarfs der Region abzudecken. Hinzu kommt die bereits weitgehend vorhandene Erzeugung aus Wasserkraft. Um die Versorgung von Strom vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen, gibt es also eine gewisse Bandbreite an Optionen, und es müssen nicht unbedingt alle Potenziale ausgeschöpft werden.

Das Potenzial für Wärme aus erneuerbaren Energien ist knapp: Wärme kann im Gegensatz zu Strom nicht über weite Strecken transportiert werden. Die im Stadtgebiet benötigte Wärme muss also weitgehend in Wien selbst erzeugt werden. Die Möglichkeiten dafür sind deutlich beschränkt. Eine Steigerung des Einsatzes von Biomasse im Wald-Biomassekraftwerk ist aus ökologischen Gründen nicht wünschenswert (Transporte). Abfallverbrennung und Solarthermie können einen wichtigen, aber nur begrenzten Beitrag leisten. Die in die Tiefengeothermie gesetzten Hoffnungen erhielten Ende 2012 einen deutlichen Dämpfer, die Technologie sollte aber nicht aufgegeben werden. Dennoch würde auch Tiefengeothermie keine vollständige Abdeckung des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien ermöglichen. Um entsprechend der europäischen Klimaschutzziele die Wärmeversorgung von Wien bis zum Jahr 2050 ausschließlich auf Basis von erneuerbaren Energien zu realisieren, bleiben also vor allem noch diese zwei Stellschrauben: drastische Senkung des Wärmeenergiebedarfs durch Wärmedämmung und Deckung des noch verbliebenen Wärmebedarfs durch Wärmepumpen, die ausschließlich mit Strom aus regenerativen Quellen betrieben werden.

Die Ursache von Energiearmut ist Armut, dennoch sind auch Energieversorger in der Verantwortung: Energiearmut wird im Wesentlichen durch Armut verursacht. Und weder Armut noch Energiearmut lassen sich allein durch Beratung beseitigen. Da es trotz Armutsbekämpfung weiterhin Armut geben wird, stehen unter anderem auch die Energieversorger in der Verantwortung, sich mit Energiearmut zu befassen und zu Verbesserungen beizutragen.

Übergreifende Empfehlungen

Aus den hier dargestellten Entwicklungen lassen sich verschiedene allgemeine Empfehlungen ableiten. Zum Teil wurden diese Empfehlungen vom Nachhaltigkeitsbeirat deutlich spezifiziert und ergänzt. Die Empfehlungen des Beirats sind vertraulich.

Neue Geschäftsmodelle entwickeln: Aufgrund des starken Preisverfalls von Photovoltaikanlagen können diese Anlagen inzwischen ohne Förderung ökonomisch tragfähig sein, sofern der erzeugte Strom direkt genutzt wird und somit zum Endverbraucherpreis kalkuliert werden kann. Auch in anderen Bereichen dürften sich aufgrund der Umbrüche neue Chancen ergeben. Entsprechende Geschäftsmodelle sollten frühzeitig entwickelt und genutzt werden.

Planung der Energienetze neu ausrichten: Strom aus erneuerbaren Energien weist über den Zeitverlauf mehr Schwankungen auf als Strom aus konventioneller Erzeugung, zudem gibt es mehr dezentrale Erzeugung. Bei Wärme ist auf der Abnahmeseite eine Stagnation zu verzeichnen. Aus Gründen der Versorgungssicherheit und des Klimaschutzes sollte die thermische Sanierung von Gebäuden unbedingt noch mehr forciert werden. Schließlich sollte geprüft werden, ob auch neue Wärmequellen für Fernwärme sinnvoll genutzt werden können. Diese Entwicklungen erfordern neue Herangehensweisen und neue Ausrichtungen bei der Planung der Energienetze in Wien.

Gute Beispiele sichtbar machen, weitere ergänzen: Es gibt in Wien bereits viele gute Beispiele für Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Diese sind aber in der Stadt zumeist wenig bekannt. Diese Beispiele sollten besser sichtbar gemacht werden, damit sie als Anregung dienen können. Weiters sollten gezielt neue Best Practice-Beispiele geschaffen werden, unter anderem im Neubau wie auch bei Bestandsgebäuden. Es gilt, den WienerInnen und den ansässigen Unternehmen zu zeigen, „dass es geht“ und wie sie selbst dazu beitragen können.

Rahmenbedingungen und Unterstützung weiter optimieren: Die positive Entwicklung der erneuerbaren Energien ist nicht nur auf Innovationen, sondern zugleich auch auf geeignete Rahmenbedingungen und Unterstützung zurückzuführen. Wenngleich es sich abzeichnet, dass manche Technologien immer weniger staatliche Impulse benötigen, so sind für eine zukunftsfähige Ausgestaltung des Energiesystems von Wien auch weiterhin geeignete Zielsetzungen, Vorgaben und Anpassungen von Rahmenbedingungen erforderlich. Ansatzpunkte wären zum Beispiel Vorgaben an die Energieeffizienz von Bürogebäuden, Vereinfachung bei den Vorgaben und Vorschriften zur Errichtung von Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen, Förderung von Energieaudits in Großbetrieben oder die Einrichtung eines Energy Saving Trusts. Auch die Wärmedämmung sollte unbedingt noch weiter forciert werden.

Maßnahmen gegen Energiearmut weiter ausbauen: Energieversorger können bei sozialen Härtefällen erhebliche Beiträge zur Vermeidung von Energiearmut leisten. Die Erfahrungen der 2011 gegründeten und somit noch jungen Wien Energie Ombudsstelle für soziale Härtefälle zeigen, dass durch eine systematische und auf dauerhafte Lösungen ausgerichtete Herangehensweise mehr Menschen besser geholfen werden kann. Die Erfahrungen der Ombudsstelle sollten ausgewertet und der Wirkungsbereich ausgeweitet werden.

10. QUELLENVERZEICHNIS

- Armutskonferenz und „GLOBAL 2000“ (2013): Energiearmut: 47 000 Kinder in kalten Wohnungen. Presseaussendung, veröffentlicht bei OTS, 28.1.2013. (Online) http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20130128_OTS0113/energiearmut-47-000-kinder-in-kalten-wohnungen
- Arsenal Research (2001): Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H. und Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie (AEE): Potential der thermischen Solarenergie in Wien. (Download) http://www.herzo-agenda21.de/PDF/Potentialstudie_100.pdf
- Armutskonferenz (2010): Was heißt hier arm? Armut & Armutsbekämpfung in Österreich (Online) www.armutskonferenz.at
- Arndt et al. (2006): Ulli Arndt, Serafin von Roon, Ulrich Wagner: Virtuelle Kraftwerke. Theorie oder Realität? In: BWK Bd. 58 (2006) Nr. 6. (Download) http://www.nun-dekade.de/fileadmin/nun-dekade/dokumente/dokumente/Theorie_oder_Realit%E4t.pdf
- ASUE (o.J.): Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: Mikro-KWK-Anlage, Heizung mit Stromerzeugung. (Online, 13.12.2012) http://asue.de/themen/umwelt---klimaschutz/grafiken/grafik_312.html
- Austrian Power Grid (2013): Bedingungen zur Teilnahme an den Ausschreibungen für die Regelenergie. (Online, 26.3.2013) <http://www.apg.at/de/markt/netzregelung/teilnahmebedingungen>
- Bazilian et al. (2012): Morgan Bazilian, Ijeoma Onyejia, Michael Liebreich, Ian MacGill, Jennifer Chase, Jigar Shah, Dolf Gielen, Doug Arent, Doug Landfear, and Shi Zhengrong: Re-considering the Economics of Photovoltaic Power. White Paper. (Download) <http://about.bnef.com/2012/05/16/re-considering-the-economics-of-photovoltaic-power-a-co-authored-white-paper-on-pv-economics/>
- BDH et. al (2012): Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH), Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., European Heat Pump Association (EHPA), Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e. V. (VdZ), Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK) (Hrsg.): Positionspapier Smart Grid und Smart Market. Der Beitrag der Wärmepumpe zur Netzstabilisierung und optimierten Strombeschaffung. (Download) http://www.waermepumpe.de/uploads/tx_bwppublication/2012-09-11_TK_Positionspapier_SmartGrid_Bildschirmversion.pdf
- Benke et al. (2012): Georg Benke, Márton Varga, Stefan Amann (alle e7), Paloma Fernández de la Hoz, Margit Appel (beide ksoe): Politische Handlungsempfehlungen zur Bekämpfung von Energiearmut. Erstellt im Rahmen des Projektes „POVERTY_EEI&RES: Preventing fuel poverty in Austrian households by facilitating energy efficiency improvement and the use of renewable energy sources“, Projekt-Nr. 825382 im Auftrag des Klima- und Energiefonds der Republik Österreich. August 2012. (Download) <http://www.e-sieben.at/de/news/Handlungsempfehlungen.pdf>
- Berger (2011): Thomas Berger: Energiearmut: Eine Studie über Situation, Ursachen, Betroffene AkteurInnen und Handlungsoptionen. Spectro gemeinnützige Gesellschaft für wissenschaftliche Forschung. Wien. (Download) <http://www.spectro.st/content/download/465/2319>
- BET (2011): Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH: Kapazitätsmarkt – Rahmenbedingungen, Notwendigkeit und Eckpunkte einer Ausgestaltung. Studie im Auftrag des Bundesverband Neuer Energieanbieter e.V. (bne). (Download) http://www.bet-aachen.de/fileadmin/redaktion/PDF/Veroeffentlichungen/2011/BET-Studie_BNE_Kapazitaetsmarkt_1109.pdf
- Bitsch (2008): Rainer Bitsch: Virtuelle Großanlagen und ihre Bedeutung für die Integration von Erneuerbaren Energiequellen und Dezentralen Erzeugungen in bestehende Elektroenergiesysteme. Studie zur Entwicklung integrationsrelevanter Konzepte, Technologien und Rahmenbedingungen im Auftrag des Centrums für Energietechnologie Brandenburg CEBra. (Download) http://www-docs.tu-cottbus.de/cebra/public/Veroeffentlichungen/Stud_Bedeutg_VgK_Integr_2008_12_20.pdf

- BMASK (2011): Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz (Österreich) (Hrsg.): Armuts- und Ausgrenzungsgefährdung in Österreich. Ergebnisse aus EU-SILC 2010, Studie der Statistik Austria im Auftrag des BMASK, SOZIALPOLITISCHE STUDIENREIHE BAND 8 (Download) www.statistik.at/web_de/static/eu-silc_2010armuts-und_ausgrenzungsgefaehrung_in_oesterreich_bd.8_studie_060384.pdf
- BMASK (2012): Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz (Österreich): Das Recht auf Grundversorgung nach § 77 ELWOG und § 124 GWG. Gutachten im Auftrag des BMASK von Univ. Prof. Dr. Martin Winner (Download) http://www.bmask.gv.at/cms/site/attachments/9/1/3/CH2531/CMS1337341864774/das_recht_auf_grundversorgung_nach_77_elwog_und_124_gwg.pdf
- BMVIT (2009): Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Österreich): Solarwärme 2020. Eine Technologie- und Umsetzungsroadmap für Österreich. Wien. (Download) http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw_pdf/0917_solar_roadmap_2020.pdf
- BMWFJ (2012): Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, 21.12.2012: Entwurf – Bundesgesetz, mit dem das Bundes-Energieeffizienzgesetz, das Bundesgesetz, mit dem der Betrieb von bestehenden hocheffizienten KWK-Anlagen über KWK-Punkte gesichert wird, und das Bundesgesetz, mit dem zusätzliche Mittel für die Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen bei kleinen und mittleren energieverbrauchenden Unternehmen bereitgestellt werden, erlassen werden und das Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz, das Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010, das Gaswirtschaftsgesetz 2011, das Energie-Control-Gesetz und das KWK-Gesetz geändert werden (Energieeffizienzpaket des Bundes). (Download) http://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXIV/ME/ME_00442/imfname_281331.pdf
- Energieeffizienzpaket – Vorblatt und Erläuterungen. (Download) http://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXIV/ME/ME_00442/imfname_281332.pdf
- BSW-Solar (2013): Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar): Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik) (aktualisierte Fassung 02/13). (Download) http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/2013_2_BSW_Solar_Faktenblatt_Photovoltaik.pdf
- Bucar et. al. (2006): Gerhard Bucar, Karin Schweyer, Christian Fink, Richard Riva, Michael Neuhäuser, Ernst Meissner, Wolfgang Streicher, Christian Halmdienst: Dezentrale erneuerbare Energie für bestehende Fernwärmenetze. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 78/2006. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hrsg.) (Download) http://w.energiesystemederzukunft.at/edz_pdf/0678_dezentrale_energieerzeugung_fuer_fernwaerme.pdf
- BUND (2008): Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland: Die elektrische Wärmepumpe. Eine verkappte Kohleheizung. (Download) http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/klima/20080407_klima_elektrische_waermepumpe_klimafakten.pdf
- Bundesnetzagentur (2011): Smart Meter und Smart Grid. Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zu den Aspekten eines sich verändernden Energieversorgungssystems. Bonn. (Download) http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Energie/Sonderthemen/SmartGridEckpunktepapier/SmartGridPapierpdf.pdf?__blob=publicationFile
- Bundeskanzleramt Österreich (2012): Rechtsinformationssystem – Gesamte Rechtsvorschrift für Emissionszertifikategesetz 2011, Fassung vom 13.11.2012 (Online, 13.11.2012) <http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007503>
- Bundesverband Wärmepumpen Austria (2012): Die Wärmepumpe – Effizienz und Optimierung. (Online, 23.10.2012) <http://www.waermepumpe-austria.at/die-waermepumpe/effizienz-optimierung/>
- Bundesverband Windenergie (2012): A bis Z. Fakten zur Windenergie, Berlin. (Download) http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/z-fakten-zur-windenergie/bwe_abisz_10-2012low.pdf
- Burger (2013): Bruno Burger (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE): Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie im Jahr 2013. Freiburg, den 25.3.2013. (Download) <http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/stromproduktion-aus-solar-und-windenergie-2013.pdf>

- BWP (2012): Bundesverband Wärmepumpen (Deutschland): Wärmepumpe; Funktion (Online, 30.11.2012) <http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion.html>
- Caritas der Erzdiözese Wien (2011): Energiearmut und die sozialen Aspekte von Nachhaltigkeit. Stand: 26.7.2011
- Christanell und Spitzer (2011): Anja Christanell und Markus Spitzer: Pilotprojekt gegen Energiearmut. Präsentation auf der Tagung „ANTI.Energiearmut: Energie gerecht verteilen“, Wien, 19.12.2011 (Download) www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Veranstaltungen/ANTI.Energiearmut/Christanellprojektpres-energiearmut.pdf.
- Christiansen et al. (2012): Christian Holm Christiansen, Alessandro Dalla Rosa, Marek Brand, Peter Kaarup Olsen, Peter, Jan Eric Thorsen: Results and experiences from a 2-Year study with measurements on a new low-temperature district heating system for low energy buildings, DHC 13, The 13th International Symposium on District Heating and Cooling, Kopenhagen.
- Citizens' Energy Forum (2012): Working Group Report on Transparency in EU Retail Energy Markets. Report prepared for the 5th Citizens' Energy Forum – November 2012. (Download) http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/doc/forum_citizen_energy/2012111314_citizen_forum_meeting_working_group_report.pdf
- City of Berkeley (2010): Berkeley FIRST Final Evaluation. (Online, 2.4.2012) http://www.cityofberkeley.info/uploadedFiles/Planning_and_Development/Level_3_-_Energy_and_Sustainable_Development/Berkeley%20FIRST%20Final%20Evaluation%20current.pdf
- Cleanthinking (2012): Viessmann kombiniert Wärmepumpe, Wohnungslüftung und Photovoltaik. (Online, 6.11.2012) <http://www.cleanthinking.de/viessmann-auf-der-intersolar-2012-waermepumpe-wohnungslueftung-solarthermie-kombiniert27262>
- CleanVerTec GmbH (2012): Erstes Windrad auf einem Wiener Hausdach installiert, Meldung vom 03.02.2012. (Online, 13.09.2012) <http://cleanvertec.com/referenzen-news.php>
- DAA (o.J.): DAA Deutsche Auftragsagentur GmbH. Heizungsfinder, Mikro BHKW im Themenüberblick. (Online, 12.12.2012) <http://www.heizungsfinder.de/bhkw/mikro-bhkw>
- David-Freihsl (2012): Roman David-Freihsl: Wiener Geothermie-Plan in Aspern muss begraben werden in: DER STANDARD vom 14.12.2012. (Online, 19.12.2012) <http://derstandard.at/1353209116668/Wiener-Geothermie-Plan-in-Aspern-muss-begraben-werden>
- Dena (2012a): Deutsche Energie-Agentur: Power to Gas vorangebracht – Konferenz zeigt Handlungsbedarf zu Rahmenbedingungen. (Online, 13.11.2012) <http://www.dena.de/presse-medien/pressemitteilungen/speicherloesung-power-to-gas-vorangebracht.html>
- Dena (2012b): Deutsche Energie-Agentur: Website, Thema Energie, Windenergie. (Online, 19.09.2012) <http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/windenergie/grundlagen/wirtschaftlichkeit-von-windenergieanlagen.html>
- Deutscher Bundestag (2011): Deutscher Bundestag (Hrsg.): Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften – am Beispiel eines großräumigen und lang andauernden Ausfalls der Stromversorgung. Endbericht zum TA Projekt. Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag. (Download) http://www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse17/a18/anhoerungen/Stromausfall/ADrs_17-5672.pdf
- DLR et al. (2012): Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung, Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel, und Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE), Teltow: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Studie erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Deutschland). http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2011_bf.pdf
- Diamond (2005): Jared Diamond: Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen, Frankfurt.
- DIE ZEIT (14.10.2012): Klimawandel – Der große Selbstbetrug (Online, 31.10.2012) <http://www.zeit.de/2012/41/Vier-Grad-Klimapolitik-Klimawandel>

- Doetsch (2012): Christian Doetsch (Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik): Future Energy Storage/Balancing Demand. Präsentation auf der Jahrestagung des Öko-Instituts „Energiewende – Gut vernetzt?“, Berlin, 13.9.2012. (Download) http://www.oeko.de/files/aktuelles/application/pdf/20120913_panel4_doetsch.pdf
- E-Control (2011): Energie-Control Austria: 10 Jahre Energiemarkt-Liberalisierung. Ein Geburtstag, von dem alle profitieren. (Download) <http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/presse/dokumente/pdfs/bericht-10-jahre-energiemarktliberalisierung.pdf>
- E-Control (2012a): Energie-Control Austria: Konsumentenbrochure. Strom & Gas auf einen Blick. Ihr Wegweiser in Sachen Energie. (Download) www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/presse/dokumente/pdfs/e-control-konsumentenbrochure-2012-web.pdf
- E-Control (2012b): Energie-Control Austria: Gaspreise in Österreich. Juli 2012 (Online 18.7.2012) <http://e-control.at/de/konsumenten/gas/der-gaspreis/gaspreis-monitor>
- Eckerstorfer et al. (2010): Michael Eckerstorfer, Katrin Sedy, Frank Narendja, Andreas Heissenberger, Helmut Gaugitsch: Gentechnisch veränderte Pflanzen für die Energieerzeugung. Potenzial und Risiken. Umweltbundesamt, Report REP-0264, Wien, 2010. (Download) <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0264.pdf>
- EEX (2012): European Energy Exchange: Preisentwicklung am Gas-Spotmarkt NCG von Juni 2011 bis Juli 2012. Handelsdaten, Erdgas.
- EEX (2013): European Energy Exchange: EU Emission Allowances, Primary Market Auction. (Online, 12.3.2013) <http://www.eex.com/de/Marktdaten/Handelsdaten/Emissionsrechte/EU%20Emission%20Allowances%20%20Spotmarkt/spot-eua-table/2013-02-14>
- Elsberg (2012): Marc Elsberg: Black Out. Morgen ist es zu spät. Roman. Blanvalet, München.
- Energie Agentur (2012): Österreichische Energieagentur: Energie aus Abwasser. (Online, 6.11.2012) <http://www.energyagency.at/projekte-forschung/energiewirtschaft-infrastruktur/detail/artikel/energie-aus-abwasser.html>
- Energie Bau (2012): energie:bau – Portal für energieeffizientes Bauen und sanieren: ENERGYbase: Noch Flaute am Dach, Meldung vom 19.06.2012. (Online, 13.9.2012) <http://www.energiebau.at/index.php/profi/energybase-noch-flaute-am-dach/menu-id-37.html>
- Europäische Kommission (2004): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Weißbuch zu Dienstleistungen von allgemeinem Interesse, KOM (2004) 374 (Download) http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2004/com2004_0374de01.pdf
- Europäische Kommission (2010): Energy 2020. A Strategy for competitive, sustainable and secure energy (Download) http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2011_energy2020_en.pdf
- Europäische Kommission (2012): Report from the Commission to the European Parliament and Council. The state of the European carbon market in 2012, COM(2012) 652 final. Brüssel. (Download) http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform/docs/com_2012_652_en.pdf
- Europäische Union (2011): Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses zum Thema „Energiearmut im Kontext von Liberalisierung und Wirtschaftskrise“ (Sondierungsstellungnahme) (2011/C 44/09). Hauptberichterstatter: Sergio Ernesto SANTILLÁN CABEZA. Amtsblatt der Europäischen Union C 44/53, 11.2.2011. (Download) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2011:044:0053:0056:DE:PDF>
- EGEC (2008): European Geothermal Energy Council: Research Agenda for Geothermal Energy – Strategy 2008 to 2030. (Download) <http://egec.info/wp-content/uploads/2012/01/EGEC-RESEARCH-AGENDA-2009.pdf>
- EHPA (2012): European Heat Pump Association: EHPA quality label. (Online, 23.10.2012) <http://www.ehpa.org/ehpa-quality-label>
- EPEE (2011): European fuel Poverty and Energy Efficiency: Good practices experienced in Belgium, Spain, France, Italy and United Kingdom to tackle fuel poverty. EPEE project WP4 - Deliverable 11. (Download) http://www.fuel-poverty.org/files/WP4_D11.pdf

- EWEA (2009): European Wind Energy Association: Wind Energy – The Facts. (Online, 26.3.2013) <http://www.wind-energy-the-facts.org/de/exekutivzusammenfassung-/teil-i-technologie.html>
- EWEA (2012): European Wind Energy Association: Wind in power. 2011 European statistics. (Download) http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/statistics/Stats_2011.pdf
- EWI (2012): Energiewirtschaftliches Institut der Universität Köln: Untersuchungen zu einem zukunftsfähigen Strommarktdesign, Köln. (Download) http://www.ewi.uni-koeln.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Studien/Politik_und_Gesellschaft/2012/EWI_Studie_Strommarktdesign_Endbericht_April_2012.pdf
- Fenninger (2011): Erich Fenninger (Volkshilfe): Armut made in Austria. Vortrag auf der Veranstaltung des Kli.En „ANTI.Energiearmut: Energie gerecht verteilen; Wien, 19.12.2011. (Download) www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Veranstaltungen/ANTI.Energiearmut/FenningerArmut-in-sterreichEnergiearmut.pdf
- FTD (12.11.2011): Financial Times Deutschland: Shit Happens. Moderne Computersysteme sollen aus üblen Grosstädten lebenswerte Smart Citys machen. Eine Einladung für Attentäter.
- FTD (31.10.2012): Financial Times Deutschland: Gaskraftwerke werden zum Milliardengrab.
- FTD (14.05.2012): Financial Times Deutschland: Eon droht mit Schließung von Gaskraftwerken (Online, 16.5.2012) <http://www.ftd.de/unternehmen/industrie/:trotz-energiewende-eon-droht-mit-schliessung-von-gaskraftwerken/70036623.html>
- Fraunhofer IWES (2012): Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik: Vorstudie zur Integration großer Anteile Photovoltaik in die elektrische Energieversorgung. Studie im Auftrag des BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (D); ergänzte Fassung vom 29.5.2012. (Download) http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/IWES_Netzintegration_lang.pdf
- Fritz und Streicher (2010): Oliver Fritz (WIFO – Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung) und Gerhard Streicher (Joanneum Research): Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wiener Stadtwerke – Laufender Betrieb und Investitionen. http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/2009/Studie2010_Die_volkswirtschaftliche_Bedeutung_der_Wiener_Stadtwerke.pdf
- Futurezone (2012): Ansturm auf Bürger-Solarkraftwerk in Wien, Meldung vom 29.02.2012. (Online, 26.3.2013) <http://futurezone.at/future/7730-ansturm-auf-buerger-solarkraftwerk-in-wien.php>
- Germanwatch (2012): Kapazitätsmärkte. Hintergründe und Varianten mit Fokus auf einen emissionsarmen deutschen Strommarkt. (Download) <http://germanwatch.org/de/download/3564.pdf>
- Girardet und Lawrence (o.J.): Herbert Girardet und Rick Lawrence: Abbildungen entnommen aus: Girardet (2010): Herbert Girardet: Regenerative Cities. Written for the World Future Council and HafenCity University Hamburg (HCU), Commission on Cities and Climate Change. Hamburg. (Download) http://www.futurepolicy.org/fileadmin/user_upload/papers/WFC_Regenerative_Cities_web_final.pdf
- Girbig (2011): Paul Girbig: Potenziale der Fernkälte in europäischen Städten. Präsentation auf dem VDI-Expertenforum 22./23.2.2011, Karlsruhe. (Download) <http://www.vdi.de/nc/technik/fachthemen/energie-und-umwelt/fachbereiche/energiewandlung-und-anwendung/themen/fachausschuss-energieanwendung/energieeffizienz-in-den-staedten-und-der-industrie-von-morgen/?cid=72317&did=31676&sechash=5ffd106e>
- Goldbrunner (2012): Johann Goldbrunner: Status und aktuelle Entwicklungen der Geothermie in Österreich. Berichte Geol. B.-A., 92 (ISSN 1017-8880). (Download) http://www.landesmuseum.at/pdf_frei_remote/BerichteGeolBundesanstalt_92_0011-0013.pdf
- Gudmundsson et al. (2012): O. Gudmundsson, A. Nielsen, Iversen: The effects of lowering the network temperatures in existing networks, DHC 13, the 13th International Symposium on District Heating and Cooling. Kopenhagen.
- Haas (2012): Reinhard Haas: Präsentation für den Nachhaltigkeitsbeirat der Wiener Stadtwerke am 17.1.2012, unveröffentlicht

- Haas et al. (2009): Reinhard Haas, Christian Redl, Hans Auer: The Changing Structure of the Electric Utility Industry in Europe: Liberalisation, New Demands and Remaining Barriers. In: Bausch/Schwenker (Hrsg.): "Handbook Utility Management", Springer-Verlag.
- Haas et al. (2010): Reinhard Haas, Ruusbeh Rezania, Wolfgang Prügler, Marion Glatz (EEG), Günther Friedl, Stefan Aigenbauer (Austrian Bioenergy Center GmbH), Michael Beer, Roger Corradini, Gilbert Vogler (Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.): Langfristige Szenarien der gesamtwirtschaftlich optimalen Integration von Mikro-KWK-Anlagen in das österreichische Energiesystem bis 2050. Endbericht eines Forschungsprojekts im Auftrag des KLIEN, TU Wien, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (EEG), Wien. (Download) http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/research/downloads/PR_176_Mikro_KWK_Endbericht_814138.pdf
- Haas et al. (2011): Haas Reinhard (EEG), Marcus Hummel, Andreas Müller, Christian Redl, Nanna Sagbauer, Demet Suna (EEG), Claus Barthel, Stefan Thomas (Wuppertal Institut für Klima und Umwelt), Thomas Bogner (Austrian Energy Agency): Strategie zur Mobilisierung des Stromsparpotenzials in Österreich. Entwicklung eines Aktionsplans zur forcierten Erschließung von Energiespar- und Energieeffizienz- steigerungspotenzialen prioritärer nachfrageseitiger Technologien zur Bereitstellung von strombasierten Energiedienstleistungen bis 2030 (mit einem ergänzenden Ausblick bis 2050) (POTETA). (Download) http://eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/research/Downloads/PR_234_Poteta_Endbericht.pdf
- Haas et al. (2012a): Reinhard Haas, Michael Hartner, Georg Lettner: Evaluierung der PV-Förderaktion. Projekt im Auftrag des KLIEN, Wien.
- Haas et al. (2012b): Reinhard Haas, Georg Lettner, Hans Auer: The looming revolution: How Photovoltaics will change electricity markets in Europe fundamentally, Proc. 7th SDEWES conf. Ohrid, 2012. (Download) http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_214872.pdf
- Haas und Dittrich (2011): Reinhard Haas und Regina Dittrich: Energiedaten für die Stadt Wien 2009. Projekt im Auftrag der MA20. Wien. (Unveröffentlicht. Ergebnisse veröffentlicht in Magistrat der Stadt Wien, Magistratsabteilung 20 (2012) Energie! Voraus. Energiebericht der Stadt Wien. Daten 2010 / Berichtjahr 2012, MA 20 (Download) <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/energiebericht2010.pdf>
- Haas und Loew (2012): Reinhard Haas und Thomas Loew: Die Auswirkungen der Energiewende auf die Strommärkte und die Rentabilität von konventionellen Kraftwerken. Diskussionspapier. (Download) http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/Haas-Loew-Auswirkungen-Energiewende-auf-Energieraerkte2012.pdf
- Häring (2007): Markus O. Häring: Geothermische Stromproduktion aus Enhanced Geothermal Systems (EGS); Stand der Technik. Geothermal Exploreres Ltd, CH-4133 Pratteln. (Download) <http://www.geothermal.ch/fileadmin/docs/downloads/egs061207.pdf>
- Harrestrup und Svendsen (2012): Maria Harrestrup und Svend Svendsen: Planning of the district heating system in Copenhagen from an economic perspective. Comparing energy-savings versus fossil-free supply. Präsentation. The 13th International Symposium on District Heating and Cooling 11/09/2012. (Download) http://www.fvu-center.dk/sites/default/files/3_planning_of_the_district_heating_system_in_copenhagen_from_an_economic_perspective_comparing_energy-savings_versus_fossil-free_supply.pdf
- Hills (2011): John Hills: Fuel Poverty. The problem and its measurement. CASE Report 69, October 2011. (Download) http://sticerd.lse.ac.uk/dps/case/cr/CASereport69_Full_Report.pdf
- Hills (2012): John Hills: Getting the measure of fuel poverty. Final Report of the Fuel Poverty Review, CASE report 72, March 2012. (Download) <http://sticerd.lse.ac.uk/dps/case/cr/CASereport72.pdf>
- IG Windkraft (o.J.): Interessengemeinschaft Windkraft: Landkarte. (Online, 26.3.2013) <http://www.igwindkraft.at/landkarte>
- IG Windkraft (2010): Interessengemeinschaft Windkraft: Website IG Windkraft; Die Geschichte der Windkraft. (Online, 17.9.2012) [http://igwindkraft.at/index.php?xmlval_ID_KEY\[0\]=1045](http://igwindkraft.at/index.php?xmlval_ID_KEY[0]=1045)
- IG Windkraft (2011): Interessengemeinschaft Windkraft: Windenergie in Österreich (Download) <http://www.ig-windkraft.at/redsystem/mmedia/2011.02.07/1297117358.pdf>

- IG Windkraft (2012a): Interessengemeinschaft Windkraft: Windkraft in Österreich. Die Energie des 21. Jahrhunderts, Präsentation. (Download)
<http://igwindkraft.at/redsystem/mmedia/2012.01.11/1326271603.pdf>
- IG Windkraft (2012b): Interessengemeinschaft Windkraft: Ökostrom Gesetz. (Online, 18.9.2012)
[http://igwindkraft.at/index.php?xmlval_ID_KEY\[0\]=1037](http://igwindkraft.at/index.php?xmlval_ID_KEY[0]=1037)
- Jamek et al. (2008): Andrea Jamek, Silke Mader, Elvira Lutter, Stephan Hofer, Herbert Tretter, Dietmar Hagauer, Herbert Ritter: Erneuerbare Energiequellen und innovative Energietechnologien Potenzialanalyse der wirtschaftlichen Bedeutung für Wien. Endbericht. Studie im Auftrag der MA 27 der Stadt Wien und der Arbeiterkammer Wien. (Download)
<http://www.wien.gv.at/wirtschaft/standort/pdf/erneuerbare-energien.pdf>
- Jørgensen (2012): Peter Jørgensen: Preparing the Danish electricity grid for 50% wind power by 2020. Präsentation auf der Tagung Energiewende - Gut vernetzt? des Öko-Institut am 13.9.2012 (Download) http://www.oeko.de/files/aktuelles/application/pdf/20120913_panel1_jorgensen.pdf
- KfW und ZEW (2012): Kreditanstalt für Wiederaufbau und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH: CO₂ Barometer 2012. Anreizwirkung des EU-Emissionshandels auf Unternehmen gering. Klimapolitische Regulierung wenig relevant für Standortentscheidungen. Frankfurt, Mannheim. (Download)
<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/co2panel/CO2Barometer2012.pdf>
- Kopatz et al. (2010): Michael Kopatz; Markus Spitzer, Anja Christanell: Energiearmut. Stand der Forschung, nationale Programme und regionale Modellprojekte in Deutschland, Österreich und Großbritannien. Wuppertal Institut. (Download)
http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/WP184.pdf
- Kost et al. (2012): Christoph Kost, Thomas Schlegl, Jessica Thomsen, Sebastian Nold, Johannes Mayer: Studie Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Version 30. Mai 2012, Freiburg. Hrsg.: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme. (Download)
<http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.pdf>
- Kratena (2011): Kurt Kratena: Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiemarktliberalisierung in Österreich, Mimeo; zitiert bei E-Control (2011)
- Lawlor (2012): John Lawlor: The SEM Capacity Payment Mechanism and the impact on trade between Ireland and GB. (Download)
http://srv128.bluerange.se/Documents/Market%20Design/seminars/CapacityMarkets/9_ESB.pdf
- LBD (2011): LBD-Beratungsgesellschaft (Hrsg.): Energiewirtschaftliche Erfordernisse zur Ausgestaltung des Marktdesigns für einen Kapazitätsmarkt Strom. Studie im Auftrag des Umweltministeriums des Landes Baden-Württemberg. Abschlussbericht, Berlin, 20.12.2011. (Download)
http://www.lbd.de/cms/pdf-gutachten-und-studien/1201-LBD-Gutachten-LRBW_Kapazitaetsmarkt_Endbericht.pdf
- Lechner (2003): Herbert Lechner: Energieeffizienzsteigerung im liberalisierten Strommarkt, ECG Ökostrom-Enquete, 2003, Wien. (Download)
http://www.ergeg.org/portal/page/portal/ECONTROL_HOME/INTERN/ADMINISTRATION/DATTEIEN/PRAESENTATIONEN/OEKO_ENQUETE092003/02LECHNER_08-09.PDF
- Lugmaier et al. (2011): Andreas Lugmaier, Helfried Brunner, Wolfgang Prügler, Nathalie Glück, Friederich Kupzog, Hubert Fechner, Ursula Tauschek, Thomas Rieder, Karl Derler, Thomas Mühlberger: Roadmap Smart Grids Austria, 2010. In: Nakicenovic und Haas (2011), s.u.
- Magistrat der Stadt Marburg (2012): Die Neufassung der Marburger Solarsatzung trat am 17. November 2010 in Kraft. Presseinformation vom 16.10.2010. (Online, 13.9.2012)
<http://www.marburg.de/de/99752>
- MA 64 (2012): Magistratsabteilung für Rechtliche Bau-, Energie-, Eisenbahn- und Luftfahrtangelegenheiten: Brief von Mag.^a Schattauer, MA 64 vom 24.05.2012, per e-mail übermittelt.
- Magistrat der Stadt Wien (2010): Klimaschutzprogramm der Stadt Wien, Fortschreibung 2010–2020 (KliP 2) (Download) <http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/pdf/klip2-lang.pdf>

- Matthes et al. (2012): Felix Chr. Matthes (Öko-Institut), Ben Schlemmermeier (LBD Beratungsgesellschaft), Carsten Diermann (LBD Beratungsgesellschaft), Hauke Hermann (Öko-Institut), Christian von Hammerstein (RAUE LLP): Fokussierte Kapazitätsmärkte. Ein neues Marktdesign für den Übergang zu einem neuen Energiesystem: Studie für die Umweltstiftung WWF Deutschland. (Download) <http://www.oeko.de/oekodoc/1586/2012-442-de.pdf>.
- Miara et al. (2010): Marek Miara, Danny Günther, Thomas Kramer, Thore Oltersdorf, Jeannette Wapler: Wärmepumpen Effizienz. Messtechnische Untersuchungen von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz im realen Betrieb, Freiburg. Hrsg.: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme. (Download) http://wp-effizienz.ise.fraunhofer.de/download/wp_effizienz_endbericht_langfassung.pdf
- Mühlberger und Cerveny (2012): Manfred Mühlberger, und Michael Cerveny: Solarwärme für Wien. Endbericht, März 2012. Erstellt im Auftrag der Magistratsabteilung 20 – Energieplanung (unveröffentlicht)
- Nakicenovic et al. (1997): Nebojsa Nakicenovic, S. Messner, P.V. Gilli und R. Kurz (EEG): An Energy-CO₂ Modeling Framework for Austria and Integration into European and Global Energy-CO₂ Models. Final Report, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria
- Nakicenovic und Haas (2011): Nebojsa Nakicenovic, Reinhard Haas: Skriptum zur Vorlesung „Energieökonomie“, TU Wien, 2011.
- Neubarth (2011): Jürgen Neubarth: Integration erneuerbarer Energien in das europäische Stromversorgungssystem. Forum Econogy 2011, Linz; 9.11.2011. (Download) http://www.energieinstitut-linz.at/dokumente/upload/02_03_Langfassung%20Neubarth_50d1c.pdf
- Nicolosi (2012): Marco Nicolosi: Notwendigkeit und Ausgestaltungsmöglichkeiten eines Kapazitätsmechanismus für Deutschland – Zwischenbericht. Umweltbundesamt Deutschland (Hrsg.): Climate Change 12/2012. (Download) <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4221.pdf>
- Nies (2012): Susanne Nies (EURELECTRIC): Investitionsnotwendigkeiten und Kapazitätsmechanismen im EU Binnenmarkt. Vortrag auf der Jahrestagung des Öko-Instituts am 13.09.2012. (Download) http://www.oeko.de/files/aktuelles/application/pdf/20120913_panel2_nies.pdf
- Obersteiner et al. (2010): Carlo Obersteiner, Rusbeh Rezaia, Wolfgang Prügler, Reinhard Haas (EEG), Johann Klinger, Rudolf Pointner, Bernhard Strasser, Stephan Raudaschl (Salzburg Netz GmbH), Anton Rattensperger (Salzburg Wohnbau, Planungs-Bau und Dienstleistungs-GmbH): BHKW-Netz. Analyse der technischen und ökonomischen Auswirkungen von Klein-BHKW auf Niederspannungsnetztechnische, ökonomische und ökologische Charakteristika von kleinen Blockheizkraftwerken (Leistungsbereich bis 30 kW_e), Endbericht eines Forschungsprojekts im Auftrag des KLIEN, Wien. (Download) http://www.smartgridssalzburg.at/fileadmin/user_upload/downloads/Endbericht_BHKW-Netz.pdf
- O.Ö. Energiesparverband (2012): Entwicklung der Energiepreise, Haushaltsenergie. In: Information zur Pressekonferenz mit Landesrat Rudi Anschober und DI Dr. Gerhard Dell, Geschäftsführer O.Ö. Energiesparverband, 24. April 2012, zum Thema „Jetzt geht's los! Aktionsprogramm des Landes OÖ gegen Energiearmut und Initiative für ein Bundesaktionsprogramm“. (Download) http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/ooe/PK_Anschober_24.4.2012_Internet.pdf
- Österreichische Energieagentur (2008): Zweiter nationaler Workshop „Methodenentwicklung Energieeffizienzmonitoring“ – Protokoll, Wien. (Download) <http://www.monitoringstelle.at/fileadmin/dam/spritspar/termine/Protokoll-Workshop20080327endg.pdf>
- PBPower (2006): PBPower Energy Services Division: Powering London into the 21st century. Studie im Auftrag des Bürgermeisters von London (Mayor of London) und Greenpeace, London. (Download) www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/7474.pdf
- Photon Europe (2011): Einfluss der Photovoltaik auf den Strompreis am 16.7.2011. (Download) http://www.photon.de/presse/mitteilungen/pm_2011-07-20_eex.pdf
- Platt et al. (2010): Michael Platt, Stephan Exner, Rolf Bracke (GZB Geothermiezentrum Bochum und Hochschule Bochum): Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes – Bestandsaufnahme und Trends. Studie erstellt für das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). (Download) http://www.geothermie-zentrum.de/fileadmin/media/geothermiezentrum/Projekte/WP-Studie/Abschlussbericht_WP-Marktstudie_Mar2010.pdf

- Pözl (2007): Werner Pözl: Emissionen der Fernwärme Wien 2005. Ökobilanz der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen aus dem Anlagenpark der Fernwärme Wien GmbH. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien: REPORT REP-0076. (Download) <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0076.pdf>
- Power to Gas (2013): Strategieplattform Power to Gas. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.). (Online, 28.02.2013) <http://www.powertogas.info/>
- Prognos (2007): Philip Steden, Harald Dalezios (Prognos AG): Regionalökonomische Bewertung einer GuD-Kraftwerksinvestition der Electrabel Deutschland AG. Gutachten im Auftrag der Electrabel Deutschland AG, Berlin. (Download) http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/Prognos_GDF_SUEZ_Energie_Kraftwerksneubau.pdf
- Prognos (2010): Jens Hobohm, Stefan Mellahn (Prognos AG): Investitionen durch den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland. Ergebnisse im Auftrag des Bundesverbandes Erneuerbare Energie e.V. (Download) http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/100414_Prognos-Studie_Investitionsvolumen_BEE-Ausbauprognose_final_01.pdf
- regelleistung.net (2013): 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TransnetBW GmbH, TenneT TSO GmbH (Hrsg.): Markt für Regelleistung in Deutschland. (Online, 26.3.2013) <https://www.regelleistung.net/ip/action/static/marketinfo>
- Reif (2011): Thomas Reif: Tiefengeothermie: Wirtschaftlichkeit und Risikoabsicherung von Strom- und Wärmeprojekten. Präsentation TU München. (Download) http://www.geothermiekompetenz.de/cms/media/Downloads/GGSC/10_01_28_praesentation_tu_muenchen_wirtschaftlichkeit.pdf
- Richtlinie 2009/72/EG: Richtlinie 2009/72/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG. Amtsblatt der Europäischen Union L 211, 14.8.2009. (Download) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0055:0093:DE:PDF>
- Richtlinie 2009/73/EG: Richtlinie 2009/73/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/55/EG. Amtsblatt der Europäischen Union L 211, 14.8.2009. (Download) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0094:0136:de:PDF>
- Santjer et al. (2002): Fritz Santjer, Klaus Teichmann, Werner Steinert: Grundlagen und Konzept eines Virtual-Powerplant in Deutschland. DEWI Magazin Nr. 20, Februar 2002. (Download) http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin_20/06.pdf
- Schuberth und Kaschenz (2008): Jens Schuberth und Helmut Kaschenz: Elektrische Wärmepumpen – eine erneuerbare Energie? Wie ist die Umweltbilanz elektrischer Wärmepumpen im Vergleich zu anderen Heizungssystemen? Umweltbundesamt, Fachgebiet I-2.4 Energieeffizienz. (Download) <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3192.pdf>
- Siemens AG (2009): Sustainable Urban Infrastructure. Ausgabe München – Wege in eine CO₂-freie Zukunft. (Download) https://www.cee.siemens.com/web/at/de/corporate/portal/Nachhaltigkeit/Documents/munich_de.pdf
- Smart Grids Austria (2012): Der FEEI – Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie und Oesterreichs Energie sind die Trägerorganisationen der Nationalen Technologieplattform Smart Grids Austria. (Online, 12.11.2012) <http://www.smartgrids.at>
- SolarFuel GmbH (o.J.a): Smart Energy Conversion (Online, 12.11.2012) <http://www.solar-fuel.net/>
- SolarFuel GmbH (o.J.b): Lösung. Erfolgreicher Probebetrieb seit November 2009. (Online, 12.11.2012) <http://www.solar-fuel.net/loesung/alpha-anlage-laeuft/>
- SolarFuel GmbH (o.J.c): Lösung. Energiespeicherung nach dem Vorbild der Natur (Online, 12.11.2012) <http://www.solar-fuel.net/loesung/>
- SozialMarie (2012): Unruhe Privatstiftung, Wien: SozialMarie Preis für soziale Innovation. Publikumspreis Top10 Österreich. (Online, 31.1.2013) <http://www.sozialmarie.org>
- Stadt St. Gallen (o.J.): Das Geothermie-Projekt der Stadt St.Gallen: Nachhaltige Energie für Generationen (Download) http://www.geothermie.stadt.sg.ch/fileadmin/downloads/Flyer_Infobroschuere_neu.pdf

- Stadt Zürich (2010): Statistisches Jahrbuch der Stadt Zürich 2010, Kapitel 7: Entsorgung und Umwelt. (Download) http://www.stadt-zuerich.ch/content/prd/de/index/statistik/publikationsdatenbank/Jahrbuch/jahrbuch_2010/JB_2010_kapitel_07.html
- Stadtvermessung Wien (2012a): Erläuterungen zur Applikation – Solarpotenzialkataster. (Online, 2.11.2012) <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/solarerlaeuterungen.html>
- Stadtvermessung Wien (2012b): Geodaten – Wien Umweltgut: Solarpotenzialkataster. (Online, 2.11.2012) <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/>
- Stadtwerke Düsseldorf (o.J.): Privatkunden, Fernwärme. (Online, 2.11.2012) <http://www.swd-ag.de/privatkunden/fernwaerme/index.php>
- Stadtwerke München (2007): Heizkraftwerk Nord: Strom und Fernwärme – zukunftsfähig erzeugt. (Download) <http://www.swm.de/dms/swm/dokumente/unternehmen/energieerzeugung/heizkraftwerk-nord.pdf>
- Stadtwerke München (2011): SWM Ausbauoffensive Erneuerbare Energien. (Download) <http://www.swm.de/dms/swm/dokumente/unternehmen/verantwortung/umwelt/erneuerbare-energien/ausbauoffensive-erneuerbare-energien-projekte.pdf>
- Stanzer et al. (2010): Gregori Stanzer, Stephanie Novak (ÖIR), Hartmut Dumke, Stefan Plha, Hannes Schaffer, (mecca environmental consulting), Josef Breinesberger, Manfred Kirtz, (AGRAR PLUS), Peter Biermayer (EEG), Christian Spanring (ÖIR-Projekthaus): REGIO Energy. Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotenziale in den Jahren 2012/2020. (Download) http://www.regioenergy.at/sites/regioenergy.at/files/uploads/pdf/REGIO-Energy_Endbericht_201013_korr_Strom_Waerme.pdf
- Statistik Austria (o.J.a): Häuser- und Wohnungszählung 1971, 1981, 1991 und 2001
- Statistik Austria (o.J.b): Gesamtenergiebilanz (Österreich 1970 bis 2010).
- Statistik Austria (2009): Standard-Dokumentation Metainformation zur Nutzenergieanalyse 2005.
- Statistik Austria (2011a): EU-Indikatoren 2009 zu Armut und sozialer Eingliederung, Kapitel 2: Konsumgüter, hier Tab. 2.3a. (Download) www.statistik.at/web_de/static/kapitel_2_konsumgueter_043528.xlsx
- Statistik Austria (2011b): EU-Indikatoren 2009 zu Armut und sozialer Eingliederung, Kapitel 3: Wohnen, hier Tab. 3.2a und 3.4a. (Download) www.statistik.at/web_de/static/kapitel_3_wohnen_043529.xlsx
- Statistik Austria (2012): Energiebilanzen (Online, 6.11.2012) https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html
- Sternier et. al (2012): Michael Sternier, Mareike Jentsch, Tobias Trost, Carsten Pape, Norman Gerhardt, Jürgen Schmid: Windgas, Solargas und Co. Speicher für eine regenerative Stromversorgung. (Download) http://www.ihk-emen.de/linkableblob/1883296/5./data/Praesentation_Power_to_Gas_von_Prof_Dr_Michael_Sternier-data.pdf;jsessionid=1D3EF6711CD8C406ECE3D202A221B435.repl1
- Streicher et al. (2010): Wolfgang Streicher, Hans Schnitzer, Michaela Titz, Florian Tatzber, Richard Heimrath, Ina Wetz, Stefan Hausberger (TU Graz), Reinhard Haas, Gerhard Kalt (EEG), Andrea Damm, Karl Steininger, Stephan Oblasser: Energieautarkie für Österreich 2050. Feasibility Study. (Download) <http://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Studien/Energieautarkie205012pt20110308Final.pdf>
- Suna et al. (2013): Demet Suna, Reinhard Haas, Thomas Loew, Friederike Rohde, Barbara Zeschmar-Lahl: Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien bei Endverbrauchern – Internationale Beispiele von Städten und Stadtwerken. http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/Foerderung_von_Energieeffizienz_und_erneuerbaren_Energien_bei_Endverbrauchern_Internationale_Beispiele.pdf

- Süßenbacher et al. (2011): Wilhelm Süßenbacher, Michael Schwaiger, Heinz Stigler (2011): Kapazitätsmärkte und -Mechanismen im internationalen Kontext. 7. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien. (Download)
http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/events/iewt/iewt2011/uploads/fullpaper_iewt2011/P_308_Suessenbacher_Wilhelm_10-Feb-2011_16:19.pdf
- TU Berlin (o.J.): Technische Universität Berlin: Urbaner Metabolismus. (Online, 26.3.2013)
<http://www.urbaner-metabolismus.de/index.html>
- UBA (D) (2011): Umweltbundesamt Deutschland: Daten zur Umwelt, Europäischer Emissionshandel (Online, 12.09.2012)
<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3155>
- UBA (D) (2012): Umweltbundesamt Deutschland: Treibhausgasemissionen 1990–2010, Überblick Sektoren Klimastrategie. Berlin. (Download)
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news_2012/THG-Emissionen_2010_Tabelle.pdf
- Umweltbundesamt Österreich (2011): Bundesländer Luftschadstoff- Inventur 1990–2009 (Download)
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0352.pdf>
- Umweltbundesamt Österreich (2013): Treibhausgasbilanz 2011: Rückgang der Treibhausgasemissionen. (Online) http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/news2013/news_130117/, mit Präsentation http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news2013/THG-Bilanz2011_Praesentation.pdf und Tabelle, Datenstand Jänner 2013
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news2013/THG-Bilanz2011_Tabelle.pdf (19.03.2013)
- Umweltdachverband Österreich (2012): Umweltfreundliche Nutzung der Windenergie - eine Frage der Standortwahl. Positionspapier des Umweltdachverbandes, 20.04.2012, Wien. (Download)
http://www.umweltdachverband.at/fileadmin/user_upload/pdfs/Presse_2012/PK_UWD_Positionspapier_Windkraft.pdf
- Universität Mainz (2012): Physikalische Chemie – Grundpraktikum – Joule-Thomson-Effekt. (Download) http://www.uni-mainz.de/FB/Chemie/fbhome/physc/Dateien/Joule_Thomson_01.pdf
- Urbaneck et al. (2006): Thorsten Urbaneck, Ulf Uhlig, Bernd Platzer, Ulrich Schirmer, Thomas Göschel, Dieter Zimmermann (2006): Machbarkeitsuntersuchung zur Stärkung der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung durch den Einsatz von Kältespeichern in großen Versorgungssystemen. Stadtwerke Chemnitz AG und Technische Universität Chemnitz. (Online, 26.3.2013)
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:swb:ch1-200600370> und (Download)
<http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/5150/data/AB0327357A.pdf>
- Vattenfall (2010): Investition in Hamburgs Zukunft. (Download)
http://www.vattenfall.de/de/moorburg/file/Investition_in_Hamburgs_Zukunft.pdf_21124217.pdf
- VDE (2008): Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.: Smart Distribution 2020. Virtuelle Kraftwerke in Verteilungsnetzen. Technische, regulatorische und kommerzielle Rahmenbedingungen. (Download)
http://www.e-energie.info/documents/VDE_Studie_Smart_Distribution.pdf
- VDE (2009): Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.: Energiespeicher im Stromversorgungssystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energieträger. Bedeutung, Stand der Technik, Handlungsbedarf.
- Werner und Mertz (2012): Vorbildlich ökologischer Neubau der Hauptverwaltung (Online, 6.11.2012)
<http://www.werner-mertz.de/ueber-wm/das-unternehmen/oekologischer-neubau/>
- Wien Energie (2009): Geschäftsbericht 2008/2009. „Wien Energie – Effizienz Gewinnt“. (Download)
<http://www.wienenergie.at/eportal/ep/programView.do?programId/17929>
- Wien Energie (2010): Die Energieeffizienzstrategie von Wien Energie. (Download)
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/2009/Energieeffizienzstrategie-Wien-Energie.pdf

- Wien Energie (2011): Energieflussbild Wien 2010, Stand 2011. (Download)
<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/energieflussbild-2010.pdf>⁴⁶
- Wien Energie (2012a): Wien Energie Jahrbuch 2011/2012 – Auf erneuerbaren Wegen. (Download)
<http://www.wienenergie.at/eportal/ep/programView.do/pageTypeId/11892/programId/17929/channelId/-27234>
- Wien Energie (2012b): Website: Privatkunden; Produkte & Preise; Strom; Wärmepumpe. (Online, 6.11.2012)
<http://www.wienenergie.at/eportal/ep/programView.do/pageTypeId/11889/programId/23114/channelId/-22261>
- Wien Energie (2012c): Wiens 3. BürgerInnen-Solkraftwerk: Verkauf gestartet, Newsmeldung von 14.04.2012 (Online, 26.3.2013)
<http://www1.wienenergie.at/eportal/ep/contentView.do/pageTypeId/11892/programId/30656/contentTypeId/1001/channelId/-32755/contentId/28680>
- Wien Energie (2012d): Wien Energie investiert weiter in Fernkälteausbau (Online, 26.3.2013)
<http://www.wienenergie.at/eportal/ep/contentView.do/contentTypeId/1001/channelId/-25724/programId/14951/pageTypeId/11894/contentId/26967>
- Wien Energie Fernwärme (o.J.): Fernkälte in Europa. (Download)
<http://www.gaswaerme.at/de/pdf/10-1/wallisch.pdf>
- Wien Energie Ombudsstelle (2012a): Präsentation auf der Sitzung der Arbeitsgruppe Energiearmut des Nachhaltigkeitsbeirats der Wiener Stadtwerke, 12.6.2012. (unveröffentlicht)
- Wien Energie Ombudsstelle (2012b): Fallbeispiele aus der Arbeit der Wien Energie Ombudsstelle (unveröffentlicht)
- Wiener Stadtwerke (2008a): Klimaschutz: Einführung, politische Meilensteine und die Ansatzpunkte der Wiener Stadtwerke, Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung, Nr.1. (Download)
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/WSTW_Klimaschutz_Materialien.pdf
- Wiener Stadtwerke (2008b): Daseinsvorsorge: Politisches Konzept und Leistungen der Wiener Stadtwerke. Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung, Nr. 2. (Download)
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/WSTW_Materialien_Daseinsvorsorge.pdf
- Wiener Stadtwerke (2008c): Politische Vorgaben: Globaler Rahmen, kommunale Ziele und Programme der Politik zur Nachhaltigkeit. Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung, Nr. 3. (Download)
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/WSTW_PolitischeVorgaben_Materialien.pdf
- Wiener Stadtwerke (2010): Nachhaltigkeitsbericht 2009 (Download)
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/2009/WS_TW_NB09_DE.pdf
- Wiener Stadtwerke (2011): Energieeffizienz von Städten: Szenarien für eine sichere und klimaverträgliche Energieversorgung von Großstädten, Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung, Nr. 6. (Download)
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/WSTW-Materialien_Energieszenarien-fuerStaedte-2011.pdf
- Wiener Stadtwerke (2012): Nachhaltigkeitsprogramm 2012 und Global Compact Fortschrittsmitteilung (Download)
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/Nachhaltigkeitsprogramm-2012.pdf

⁴⁶ Die Zahlen in dem Energieflussbild basieren auf Angaben von Statistik Austria. Die zugrunde liegenden Berechnungsmethoden wurden in den vergangenen Jahren teilweise angepasst. Z.B. wurde die Zuordnung von Müll verändert. Es muss damit gerechnet werden, dass auch in Zukunft Anpassungen erfolgen.

Wiener Stadtwerke (2013a): Nachhaltigkeitsprogramm und Global Compact Fortschrittsbericht (in Vorbereitung; Veröffentlichung geplant Mai 2013 auf www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at)

Wiener Stadtwerke (2013b): Herausforderung Energiearmut und der Beitrag der Wiener Stadtwerke. Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung Nr. 8. VerfasserInnen: Barbara Zeschmar-Lahl, Thomas Loew. (Download) www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at (Genaue Downloadadresse stand bei Redaktionsschluss noch nicht fest).

Windpark Hollich (2012): Bürgerwindpark Hollich (Online) www.windpark-hollich.de

WWEA (2012): World Wind Energy Association: Small Wind World Report Summary 2012. (Download) <http://www.wwindea.org/webimages/WWEA%20Small%20Wind%20World%20Report%20Summary%202012.pdf>

11. ANHANG

11.1 Anhang 1: Energieumwandlungsanlagen in Wien

Tabelle 11-1: Kraftwerke und Verbrennungsanlagen im Großraum Wien im Eigentum von Wien Energie

| Kraftwerk und Standort | Typ / Brennstoff | Baujahr und letzte Modernisierung | Leistung (elektrisch u. thermisch) | Max. Brennstoffnutzungsgrad | Bemerkungen/Planungen |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|--|
| Kraftwerk Simmering 1 | KWK / Gas | 1978 2009 | 700 MW _{el} ⁴⁷ 450 MW _{th} | 81 % | Repowering führte zu einer Wirkungsgradsteigerung elektrisch von 42 auf 57 % |
| Kraftwerk Simmering 2 | KWK / Gas | 1977 2007 | 63 MW _{el} 150 MW _{th} | 88 % | |
| Kraftwerk Simmering 3 | KWK / Gas, Heizöl-schwer | 1992 | 365 MW _{el} 350 MW _{th} | 75,6 % | |
| Kraftwerk Leopoldau | KWK / Gas | 1975 1988 | 140 MW _{el} 170 MW _{th} | 81,6 % | |
| Kraftwerk Donaustadt 1 | Stromerzeugung / Gas | 1973 | 140 MW _{el} | 38,7 % | Reservekraftwerk |
| (Kraftwerk Donaustadt 2) | (KWK / Gas) | (1975) | (545 MW _{el} 258 MW _{th}) | | stillgelegt |
| Kraftwerk Donaustadt 3 | KWK / Gas | 2001 | 347 MW _{el} 250 MW _{th} | 87 % | |
| Abfallverbrennungsanlage Spittelau | KWK / Müll | 1967-71 1992 | 6 MW _{el} 60 MW _{th} | | Energiewirtschaftliche Optimierung bis 2013 |
| Abfallverbrennungsanlage Flötzersteig | KWK / Müll | | 51 MW _{th} | | |
| Sonderabfall-Verbrennungsanlage Simmeringer Haide | KWK/ Sonderabfälle, Klärschlamm | | 75 MW _{th} | | |
| Spitzenkessel Spittelau | Wärmeerzeugung Gas, Heizöl | | 400 MW | | |
| Spitzenkessel Kagran | Wärmeerzeugung/ Heizöl, Gas | | 200 MW | | Modernisierung bis 2015 |
| Spitzenkessel Arsenal | Wärmeerzeugung / Heizöl, Gas | | 340 MW | | Modernisierung bis 2015 |
| Spitzenkessel Leopoldau | Wärmeerzeugung / Gas, Heizöl | | 170 MW | | |

⁴⁷ 2*350 MW_{el}

Optionen für die Gestaltung des Wiener Energiesystems der Zukunft

| Kraftwerk und Standort | Typ / Brennstoff | Baujahr und letzte Modernisierung | Leistung (elektrisch u. thermisch) | Max. Brennstoffnutzungsgrad | Bemerkungen/Planungen |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Spitzenkessel Inzersdorf | Wärmeerzeugung / Gas, Heizöl | | 340 MW | | |
| Wasserkraftwerk Opponitz | Stromerzeugung / Wasserkraft | 1924 1995 | 12,6 MW | | |
| Kraftwerk Gaming 1 | Stromerzeugung / Wasserkraft | 1926 1998 | 4,9 MW | | |
| Kraftwerk Gaming 2 | Stromerzeugung / Wasserkraft | 1990 | 0,7 MW | | |
| Kühlwasser-Auslaufturbine Simmering | Stromerzeugung / Wasserkraft | 1965 | 0,7 MW | | |
| Kleinwasserkraftwerk Trumau | Stromerzeugung / Wasserkraft | 1908 | 0,1 MW | | |
| Windrad Donauinsel | Stromerzeugung / Windkraft | 1997 | 0,2 MW | | |
| Wald-Biomassekraftwerk Simmering | KWK / Biomasse | 2006 | 16 MW _{el} | | |
| | | | | | |

Quelle: Wien Energie (2012a)

11.2 Anhang 2: Vergleich Fernwärme in verschiedenen Städten und in Wien

Tabelle 11-2: Vergleich Wien Energie mit Fernwärmeunternehmen in anderen europäischen Städten

| | Wien | Graz | Düsseldorf | Stockholm | München | Zürich | Hamburg | Berlin |
|--|--|--|------------------------------|---|---------------------------|---------------------|-------------------|------------------|
| EinwohnerInnen | 1.687.000 | 253.000 | 578.000 | 783.000 | 1.333.000 | 1.350.000 | 1.754.000 | 3.405.000 |
| Fernwärmenetz: | | | | | | | | |
| Gesamtlänge | 1.120 km | 260 km | 170 km | 765 km | 640 km | 140 km | 800 km | 1.600 km |
| Länge pro Kopf | 0,7 m / EW | 1,0 m / EW | 0,3 m / EW | 1,0 m / EW | 0,5 m / EW | 0,1 m / EW | 0,5 m / EW | 0,5 m / EW |
| Leistung GW/h: | | | | | | | | |
| Erzeugung p.a. | 5.812 | 680* | - | 5.700 | 5.127 | - | 3.800 | 7.700 MW |
| Absatz p.a. | 5.387 | - | 1.625 | - | - | 649 | - | (2002) - |
| MWh pro Kopf | 3,45 | 2,69 | 2,81 | 7,28 | 3,85 | 0,48 | 2,17 | 2,26 |
| Anteil der jeweils mit Fernwärme versorgten Haushalte | 40 % | 30 % | 15 % | 60 % | k.A. | k.A. | 19 % | 27 % insgesamt |
| Referenzen | Wien Energie (2009) Jamek et al. (2008) | Bucar et. al. (2006), dort zitiert: Statistik Austria (2001) | Stadtwerke Düsseldorf (o.J.) | Jamek et al. (2008) Bucar et. al. (2006) | Stadtwerke München (2007) | Stadt Zürich (2010) | Vattenfall (2010) | TU Berlin (o.J.) |
| | | * davon 280 für Haushalte | | | | | | |

Quelle: Eigene Zusammenstellung anhand der angegebenen Referenzen

11.3 Anhang 3: Stromverbrauch von Haushaltsgeräten

Der Gesamtstromverbrauch ohne Heizen betrug in den Privaten Haushalten Wiens im Jahr 2009 2.359 GWh. Aufgeteilt auf die 838.400 Wiener Wohnungen⁴⁸ ergibt dies einen Stromverbrauch von 2.814 kWh pro Wohnung. Dieser Stromverbrauch wird nun nach der Nutzung – ohne Heizen – pro Haushalt unterteilt. Der Sektor Standmotoren gliedert sich dabei wie folgt: Wäschetrockner, Geschirrspüler, Gefriergeräte (inkl. Kühl-/Gefrierkombinationen), Waschmaschine, Kühlgeräte, Videorecorder, TV und Kleingeräte (Abbildung 11.1).

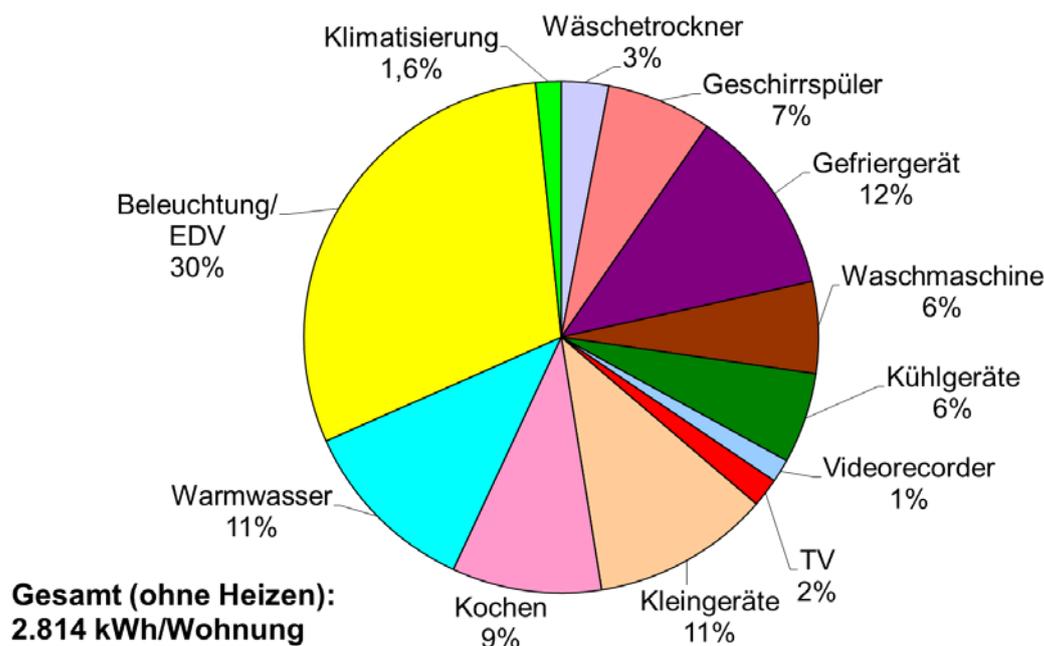


Abbildung 11.1: Spezifischer Stromverbrauch pro Wohnung 2009 (ohne Heizen)
Quelle: Eigene Berechnungen, Datenbank der EEG TU-Wien

Aufgrund der verbrauchsintensiven Nutzungssparten Standmotoren und Beleuchtung/EDV werden die unter jener Titulierung laufenden Geräte im Einzelnen hinsichtlich ihres Ausstattungsgrades in Wiener Wohnungen, hinsichtlich ihres spezifischen sowie ihres gesamten Jahresenergieverbrauchs über die bereits oben beschriebene Zeitreihe von 1993 bis 2009 gekennzeichnet.

Um den Jahresstromverbrauch der unterschiedlichen Anwendungen ermitteln zu können, wird zunächst die Entwicklung des spezifischen Stromverbrauchs je Gerät analysiert. Der analysierte Zeitraum reicht von 1993 bis 2009.

Der spezifische Stromverbrauch ist in der überwiegenden Zahl der Geräte sinkend (vgl. Abbildung 11.2). Das trifft auf E-Herd, Backrohr, Gefriergeräte, Kühlgeräte, Videorecorder und TV, Waschmaschinen, Wäschetrockner und Geschirrspüler zu. Der spezifische Stromverbrauch sinkt bei den Kühlgeräten (-30%) und bei Videorecorder und TV am stärksten (-24%). Einen stärker steigenden spezifischen Stromverbrauch weisen PCs (+33%) sowie Kleingeräte (+54%) auf.

⁴⁸ Anzahl der Wohnungen mit Hauptwohnsitz laut Mikrozensus, Jahresdurchschnitt 2009.

Anmerkung: Die von den Autoren ermittelten Verbrauchsdaten im Bereich Beleuchtung weichen stark von den Werten der Nutzenergieanalyse (NEA) 2009 der Statistik Austria ab. So wurde in der NEA 2009 der Stromverbrauch für das Jahr 2008 für Beleuchtung von 376 GWh auf 705 GWh korrigiert, das entspricht einer Korrektur von +87%. Für das Jahr 2008 ergibt dies einen Stromverbrauch allein für Beleuchtung von 848 kWh pro Haushalt. Weiters ist laut NEA 2009 vom Jahr 2004 auf 2005 ein gravierender Verbrauchsanstieg zu bemerken.

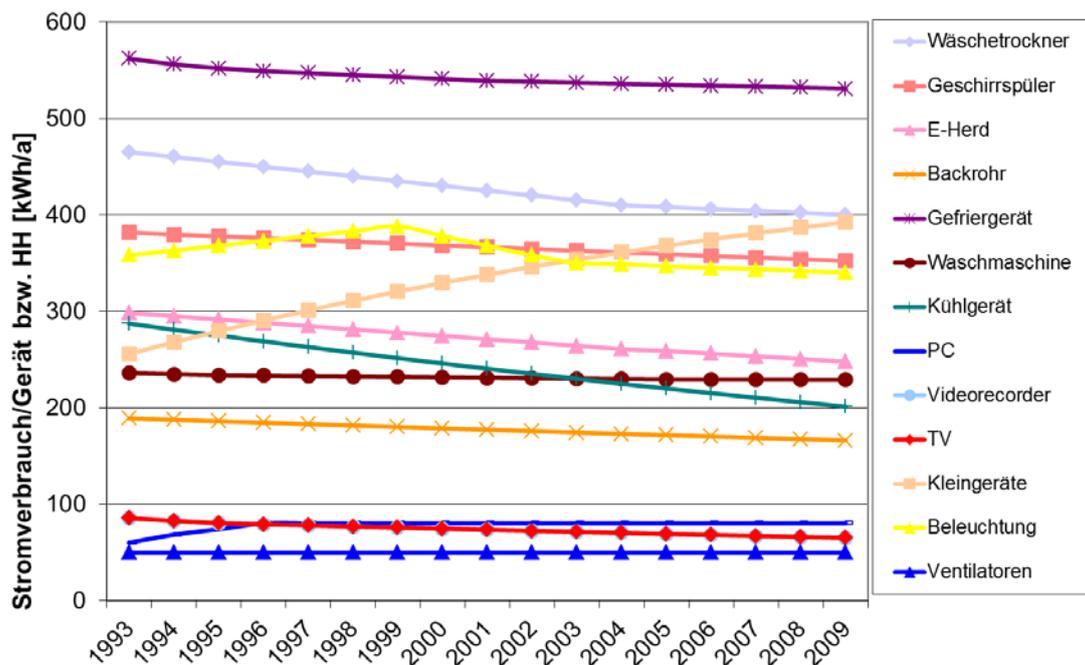


Abbildung 11.2: Spezifischer Stromverbrauch je Gerät bzw. Haushalt 1993-2009
Quelle: Datenbank der EEG TU-Wien

Für Ventilatoren wird in weiterer Folge mit einem durchschnittlichen Wert von 50 kWh/a gerechnet [Lechner (2003)]. Für Klimaanlage wird mit einem jährlich um circa 1 % sinkenden spezifischen Stromverbrauch gerechnet. Als Ausgangswert gilt im Jahr 1993 ein spezifischer Stromverbrauch von 2.190 kWh/a. Bis zum Jahr 2009 gilt somit ein spezifischer Stromverbrauch von 1.863 kWh/a.

Endenergieverbrauch nach Sektoren

Der energetische Endverbrauch teilt sich auf die einzelnen Sektoren wie folgt auf:

- 30% Private Haushalte mit41.790 TJ
- 37% Verkehr mit50.311 TJ
- 22% Öffentliche und Private Dienstleistungen mit30.486 TJ
- 11% Produzierender Bereich und Landwirtschaft mit15.477 TJ

Bei der Aufschlüsselung nach Sektoren zeigt sich, dass zurzeit mehr als zwei Drittel der Endenergie in den Bereichen Private Haushalte und Verkehr verbraucht werden. Bis zum Jahr 1997 war der Sektor Private Haushalte der größte Verbraucher, seither weist der Verkehr die höchsten Verbrauchswerte auf. Rund ein Fünftel der Energie wird für die Öffentlichen und privaten Dienstleistungen benötigt. Die verbleibenden circa 11 % werden in den Sektoren Produzierender Bereich und Landwirtschaft eingesetzt. Am stärksten ist der Anteil am Energieverbrauch im Sektor Verkehr gestiegen (von 31 % auf 37 %). Anteilsmäßig ist ein

leichter Rückgang bei den Privaten Haushalten (von 33% auf 30%) und bei den Öffentlichen und privaten Dienstleistungen (von 24% auf 22%) erfolgt, vgl. Abbildung 11.3.

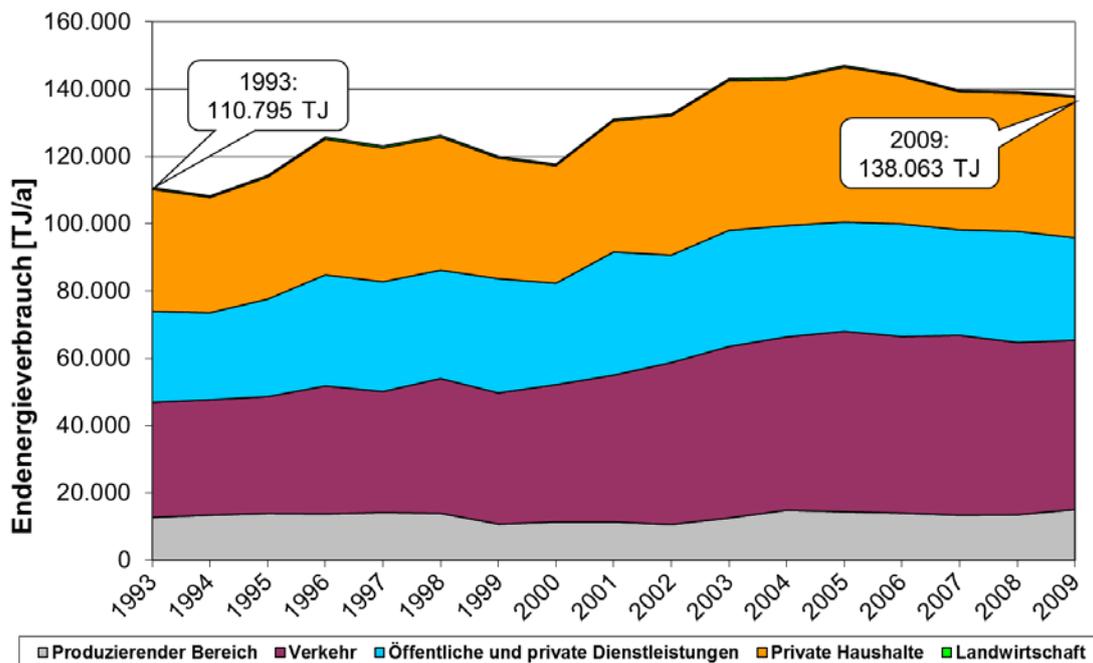


Abbildung 11.3: Endenergieverbrauch nach Sektoren 1993-2009

Quelle: Statistik Austria

Hinsichtlich der mengenmäßigen Verbrauchszuwächse seit dem Jahr 1993 ist anzumerken, dass der Bedarf kontinuierlich gestiegen ist (vgl. Tabelle 11-3). Dominant ist der Sektor Verkehr mit +47% in 16 Jahren. Seit 1993 stieg der mengenmäßige Verbrauch bei den Privaten Haushalten prozentuell um +15% und im Sektor Produzierender Bereich um +18%. Bei den Öffentlichen und privaten Dienstleistungen kam es – nach einem zwischenzeitlichen Rückgang – zu einer mengenmäßigen Verbrauchssteigerung um +13% seit 1993. In der Landwirtschaft sank der Verbrauch im Beobachtungszeitraum um -12%, dieser Sektor ist jedoch mengenmäßig nicht bedeutend.

Tabelle 11-3: Änderungsraten des Endenergieverbrauchs nach Sektoren (2009 im Vergleich zu 1993)

Quelle: Statistik Austria

| TJ/a | 1993 | 2009 | Änderung [%] |
|--|---------|---------|--------------|
| Produzierender Bereich | 12.679 | 15.019 | 18% |
| Verkehr | 34.220 | 50.311 | 47% |
| Öffentliche und private Dienstleistungen | 27.088 | 30.486 | 13% |
| Private Haushalte | 36.289 | 41.790 | 15% |
| Landwirtschaft | 520 | 458 | -12% |
| Gesamt | 110.795 | 138.063 | 25% |

Raumwärmebedarf aller Sektoren

Dieser Abschnitt fokussiert auf das im Bereich der Wärmenutzung quantitativ wichtigste Segment der Raumwärmebereitstellung.

Unabhängig von einer sektoralen Zuordnung werden vornehmlich die Energieträger Gas (42 %) und Fernwärme (40 %) für die Raumheizung verwendet. 8 % des Bedarfs werden mit elektrischer Energie, 5 % mit Öl und 4 % mit Erneuerbaren Energieträgern gedeckt. Der Rest entfällt auf Umgebungswärme (0,8 %) und Kohle (0,2 %).

Der Raumwärmebedarf ist von 43.142 TJ (\cong 11.984 GWh) im Jahr 1993 auf 49.185 TJ (\cong 13.663 GWh) im Jahr 2009 gestiegen, das ist eine Zunahme um 14%.⁴⁹ Der höchste Bedarf an Raumwärme wurde im Jahr 2005 mit 54.605 TJ (15.168 GWh) verzeichnet.

Im betrachteten Zeitraum weist Fernwärme mit einer Zunahme um +44 % die höchste Steigerung auf (+5.928 TJ \cong +1.647 GWh). Der Verbrauch an elektrischer Energie stieg um +40 %. Die Verwendung von Gas stieg nur noch geringfügig (+14 %) an. Der Ölverbrauch sank seit 1993 um 60 %. Erneuerbare Energieträger und Umgebungswärme werden prozentuell gesehen bei der Raumwärmebereitstellung immer häufiger eingesetzt, sind jedoch mengenmäßig noch nicht relevant.

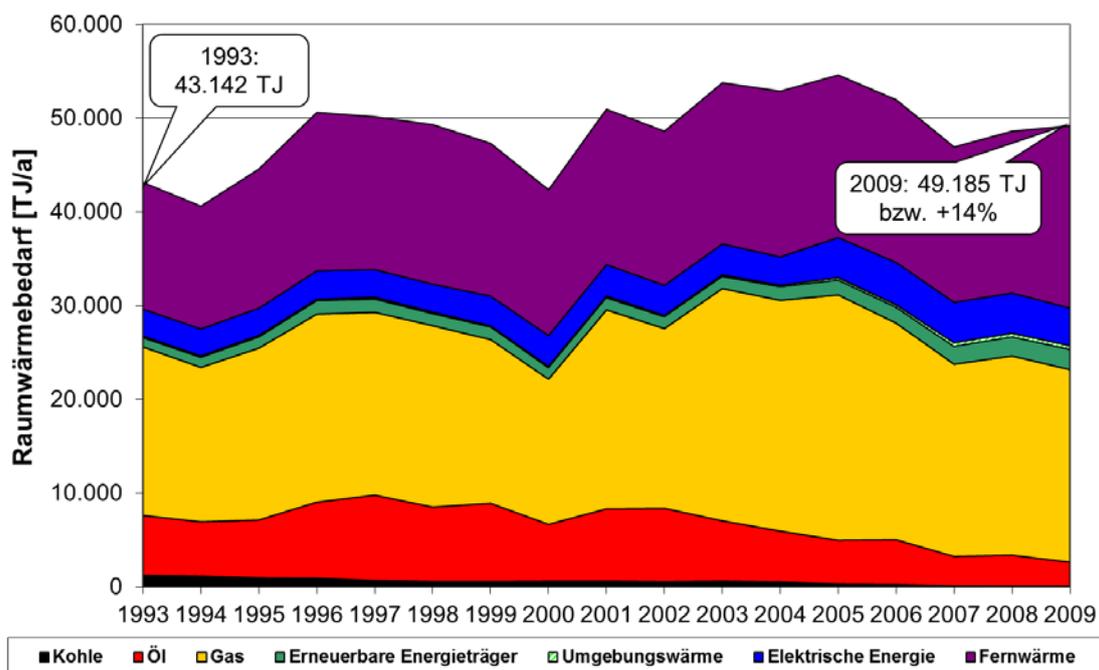


Abbildung 11.4: Raumwärmeentwicklung alle Sektoren 1993-2009

Quelle: Statistik Austria

Wie bereits beim (Gesamt-)Wärmeverbrauch ersichtlich, ist auch für Raumwärme die Verwendung der fossilen Energieträger Kohle (-93 %) und Öl (-60 %) deutlich zurückgegangen.

Da der stärkste mengenmäßige Zuwachs bei der Fernwärme zu beobachten ist, erfolgt in Abbildung 11.5 eine Aufgliederung in die Bereiche Heizen gesamt sowie Warmwasserbereitung für Private Haushalte.⁵⁰

Anmerkung: Die Warmwasserbereitung in den anderen Sektoren ist sehr gering und wird daher in der Statistik nicht expliziert ausgewiesen!

Vom Jahr 1993 (14.533 TJ / 4.037 GWh) bis zum Jahr 2009 (21.426 TJ / 5.952 GWh) stieg der Bedarf an Fernwärme zur gesamten Beheizung sowie zur Warmwasserbereitung in den Privaten Haushalten um +47 %.

⁴⁹ Beim Vergleich der Heizgradtagsummen der einzelnen Jahre ist erkennbar, dass im Jahr 2009 die Heizgradtagsumme um 9% niedriger ist als im Jahr 1993.

⁵⁰ Der Kategorie Raumheizung wird laut NEA 2009 auch die Warmwasserbereitung der Sektoren Produzierender Bereich, Öffentliche und private Dienstleistungen sowie Landwirtschaft zugerechnet. Einzig beim Sektor Private Haushalte wird die Warmwasserbereitung der Kategorie Industrieöfen zugerechnet, die angegebenen Werte für Warmwasser gelten somit nur für den Bereich Private Haushalte.

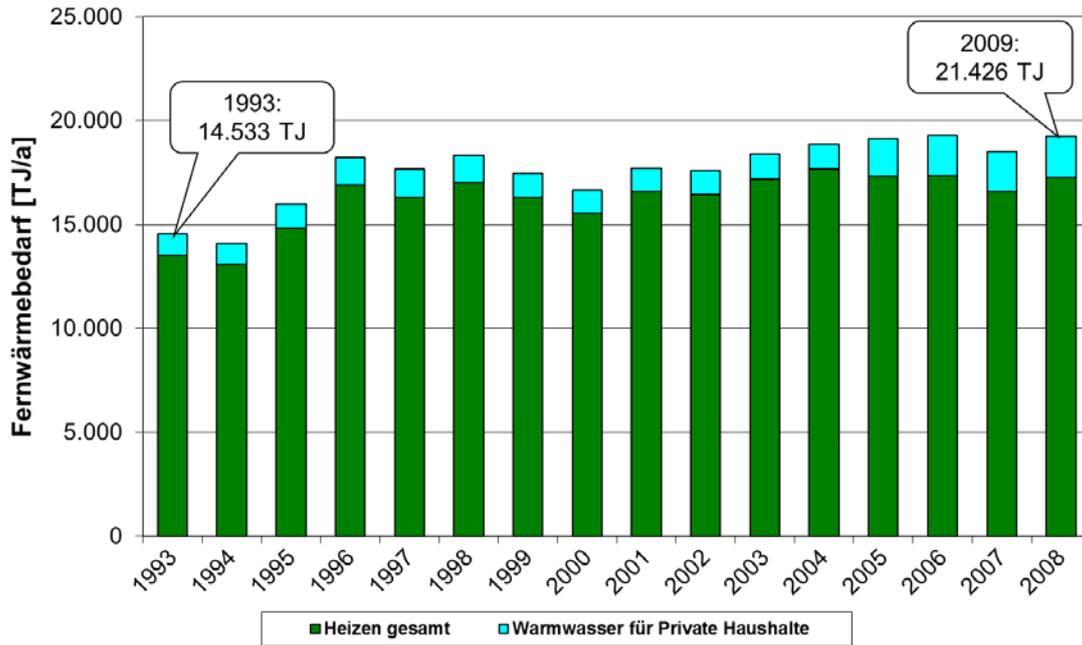


Abbildung 11.5: Entwicklung des Fernwärmebedarfs aufgeschlüsselt in Heizen gesamt und Warmwasser für Private Haushalte 1993-2009

Quelle: Statistik Austria

Raumwärmebedarf Private Haushalte

Im Bereich der Privaten Haushalte werden vornehmlich die Energieträger Gas (65 %) und Fernwärme (19 %) für die Raumheizung verwendet (vgl. Abbildung 11.6). Elektrische Energie deckt 6 % und Öl 5 % des Bedarfs. Der Rest entfällt auf Erneuerbare Energieträger (4 %) sowie Umgebungswärme (0,8 %) und Kohle (0,2 %).

Von 1993 (23.398 TJ \cong 6.499 GWh) bis zum Jahr 2009 (26.098 TJ \cong 7.249 GWh) stieg der Raumwärmebedarf für Private Haushalte um +11,5 % (vgl. Abbildung 11.6). Gas weist in diesem Zeitraum das mengenmäßig signifikanteste Wachstum mit +25 % auf (+3.410 TJ \cong 947 GWh). Der Verbrauch an elektrischer Energie stieg über die Jahre betrachtet um +64 % (+629 TJ \cong 175 GWh). Die Verwendung von Fernwärme stieg um 9 %.⁵¹ Der Verbrauch an Erneuerbaren Energieträgern stieg um +52 %. Umgebungswärme wird prozentuell gesehen bei der Raumwärmebereitstellung für Private Haushalte immer häufiger eingesetzt, ist jedoch mengenmäßig noch nicht relevant.

⁵¹ Die Verbrauchswerte für den Energieträger Fernwärme im Bereich Raumwärme der Privaten Haushalte wurden von der Statistik Austria im Vergleich der NEA 2009 zur NEA 2008 ab dem Jahr 1999 verlaufend um circa ein Drittel korrigiert. Dies erklärt die starken Abweichungen zum Vorjahrsbericht.

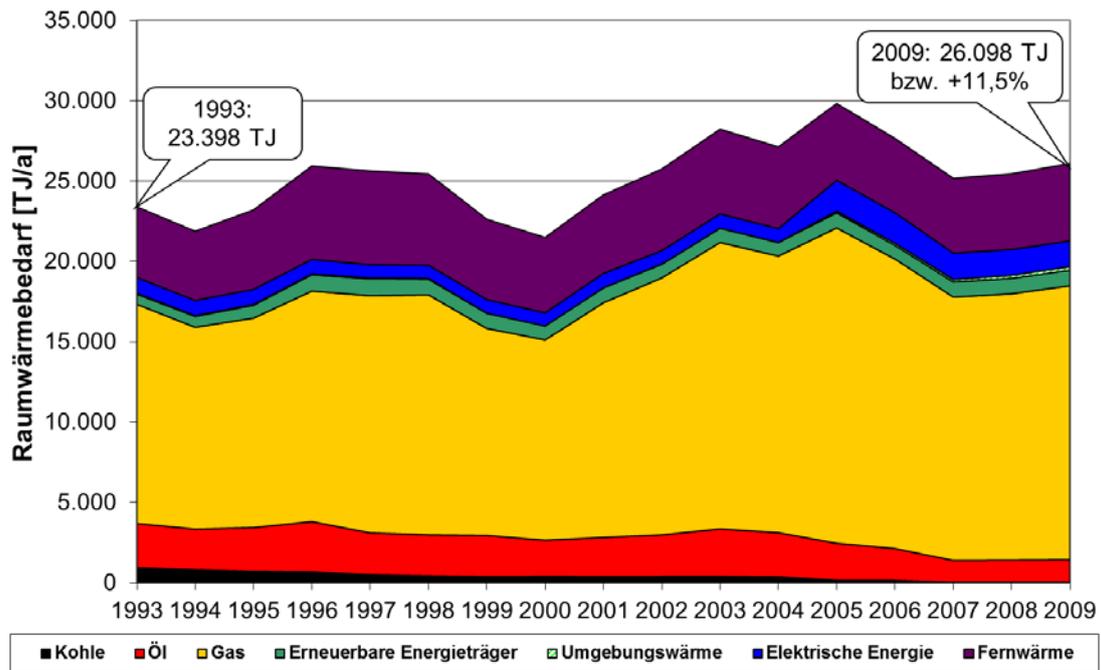


Abbildung 11.6: Raumwärmeentwicklung für Private Haushalte 1993-2009.

Quelle: Statistik Austria

11.4 Anhang 4: Treibhausgasemissionen 1990-2010 nach Sektoren

Treibhausgasemissionen 1990–2011 Überblick Sektoren Klimastrategie

| | Basisjahr 1990 | 1995 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 1990–2011 | Klimastrategie Zielwert 2010 |
|---|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|--|
| | Mio. t CO ₂ -Äquivalent | | | | | | | | | | | | | | | Mio. t CO ₂ - Äquivalent |
| Industrie und produzierendes Gewerbe | 21,3 | 21,9 | 22,7 | 22,4 | 23,3 | 23,9 | 23,8 | 25,5 | 25,7 | 25,9 | 26,4 | 22,7 | 24,6 | 24,5 | 15 % | 23,3 |
| Verkehr | 14,1 | 16,0 | 19,0 | 20,5 | 22,4 | 24,3 | 24,8 | 25,1 | 23,8 | 23,9 | 22,7 | 21,8 | 22,5 | 21,8 | 55 % | 18,9 |
| Energieaufbringung | 13,8 | 13,0 | 12,3 | 13,9 | 13,5 | 16,4 | 16,4 | 16,4 | 15,3 | 14,0 | 13,8 | 12,8 | 14,2 | 14,0 | 1 % | 13,0 |
| Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch | 14,4 | 14,7 | 13,6 | 14,7 | 14,0 | 14,7 | 14,2 | 13,7 | 13,2 | 11,3 | 12,0 | 10,7 | 11,9 | 10,7 | – 26 % | 11,9 |
| Landwirtschaft | 8,6 | 8,7 | 7,9 | 7,9 | 7,8 | 7,6 | 7,5 | 7,4 | 7,5 | 7,5 | 7,7 | 7,6 | 7,5 | 7,6 | – 11 % | 7,1 |
| Abfallwirtschaft | 3,6 | 3,1 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | – 52 % | 2,1 |
| Fluorierte Gase | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 8 % | 1,4 |
| Sonstige Emissionen | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | – 3 % | 0,9 |
| Gesamte Treibhausgase | 78,2 | 79,7 | 80,2 | 84,2 | 85,9 | 91,9 | 91,5 | 92,9 | 90,1 | 87,2 | 87,0 | 80,0 | 85,0 | 82,8 | 6 % | 78,5 |
| Neubewaldung und Entwaldung | | | | | | | | | | | | | | | | – 0,7 |
| Beitrag JII/CDM | | | | | | | | | | | | | | | | – 9,0 |
| Kyoto-Zielwert | | | | | | | | | | | | | | | | 68,8 |

Die Treibhausgas-Inventur unterliegt einer jährlichen Revision. Die aktuellen Emissionsdaten können daher von bisher publizierten Zeitreihen für 1990–2010 abweichen. (Quelle: Umweltbundesamt 2013)

Datenstand Jänner 2013

Abbildung 11.7: Treibhausgasemissionen 1990-2011. Überblick Sektoren Klimastrategie
Quelle: Umweltbundesamt Österreich (2013)