



ENERGIE. Stadt. neu. DENKEN

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT

4

RESSOURCEN (IN) DER STADT

1.1	Unsichtbare Energie	7
1.2	Raubbau am Wienerwald	8
1.3	Nach Holz die Kohle	10
1.4	Gasometer	12
1.5	Erste Stromversorgung	14
1.6	Trinkwasser und erneuerbare Energie	16
1.7	Wiener Modell	18
1.8	KWK-Trick	19
1.9	Wiener Netze	21
1.10	Strom managen	23
1.11	Holz spart CO ₂	26
1.12	Wind um Wien	28
1.13	Energie der Wiener Dächer	31
1.14	Versteckte Wasserkraft	34
1.15	Müll ist Energie	36
1.16	Ressourcen und Einkommen	40
1.17	Peak Oil	44

KLIMASCHUTZ

2.1	Klimawandel	47
2.2	Klimaeingriff des Menschen	51
2.3	Folgen des Klimawandels	52
2.4	Unser Klima schützen	54
2.5	Klimaschutz in Wien	55
2.6	Mein Beitrag zum Klimaschutz	57

ENERGIEEFFIZIENZ

3.1	Energieeffizienz - die Herausforderung Nr. 1	59
3.2	Städtische Energieeffizienz-Programm	61
3.3	Zentrale Herausforderungen	62
3.4	Energieeffizienz und Haushaltsgeräte	63
3.5	Energie intelligent nutzen	64
3.6	Modelle für jeden Bedarf	65
3.7	Stadt der kurzen Wege	66
3.8	Energiestandards für Gebäude	68
3.9	Energetische Sanierung von Gebäuden	69
3.10	Effiziente Kühlung	70

3.11	Graue Energie und Topprodukte	73
3.12.	Wiener Effizienzmeister	75

ERNEUERBARE ENERGIE

4.1	Erneuerbare Energietechnologien	79
4.2	Erneuerbarer Energie-Plan Wien (RAP_Vie, Renewable Action Plan Vienna)	81
4.3	Gebäude als Kraftwerke	82
4.4	Heißwasser unter Wien	83
4.5	Alles von der Sonne	86
4.6	Biogas	89
4.7	Kleinformate	90

WIENS SMARTE ZUKUNFT

5.1	Smart City	93
5.2	Smartes Wien	93
5.3	Smarte Netze, Smart Metering	96
5.4	Energie denkt mit	97
5.5	Smart Leben	99
5.6	Design und Vision	101
5.7	Energieautarke Familie	103

ENERGIE BEGRIFFE

107

TEXTQUELLEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

108

VORWORT

Energie sorgt für Leben in der Stadt. Licht, Heizung, öffentlicher Verkehr, Haushaltsgeräte machen unser aller Leben besser und angenehmer. Aber die Energie kommt nicht zum Nulltarif. Im Gegenteil: Energie, die wir aus Öl und Gas gewinnen, wird zunehmend teurer, die Vorkommen, aus denen wir zehren, werden weniger. Unser täglicher Umgang mit Energie ist daher eine der wichtigsten Herausforderungen unserer Zeit.

Klimaschutz, Versorgungssicherheit und die Verringerung der Abhängigkeit von teuren Energieimporten sind unsere zentralen Ziele für die kommenden Jahre. Die Städte tragen eine besondere Verantwortung. Sie sind weltweit für zwei Drittel des Energieverbrauchs und 70 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich.

In den Städten und damit in Wien werden wir die Lösungen für die energie- und klimapolitischen Herausforderungen unserer Zeit entwickeln. Wien will dabei als internationale „Smart City“ eine Vorreiterrolle einnehmen. Die Forcierung der erneuerbaren Energie und Energieeffizienz im Sinne der Verringerung des Energieverbrauchs sind die beiden wichtigsten Säulen dafür.

Wien kann auf eine hervorragende, energieeffiziente Infrastruktur und viele wegweisende Leitprojekte bauen, die eine gute Grundlage für eine nachhaltige Energiezukunft darstellen. Doch Zukunft gestalten heißt auch, die Stadt neu zu denken und die Innovationskraft von uns allen zu nutzen. Daher ist die Ausstellung „Energie.Stadt.neu.denken“ eine Einladung, sich nicht nur zu informieren und konkrete Projekte zu besichtigen, sondern auch zu diskutieren, Ideen einzubringen und an der Gestaltung unserer Zukunft mitzuwirken. Besuchen Sie dazu unsere Veranstaltungen in der Planungsworkstatt oder unsere Internetseiten.

Wir sind neugierig und freuen uns auf neue Ideen und Vorschläge.



Mag.^a Maria Vassilakou
Vizebürgermeisterin
Amtsführende Stadträtin für Stadtentwicklung, Verkehr, Klimaschutz,
Energieplanung und BürgerInnenbeteiligung



VORWORT

In der Klima- und Energiepolitik kommen große Herausforderungen auf uns zu. Die Abhängigkeit von endlichen fossilen bzw. nuklearen Energieträgern muss reduziert und langfristig gänzlich durch erneuerbare Energieformen ersetzt werden.

Das steigende Interesse der Wienerinnen und Wiener an Energiefragen ist auch in der Stadtverwaltung spürbar und sehr erfreulich. Immer mehr Menschen interessieren sich z.B. für die Errichtung einer Photovoltaikanlage. Und der Bedarf nach mehr Informationen und Umsetzungsmöglichkeiten zum Energiesparen steigt auch stetig. Die Stadt Wien hat mit Programmen wie dem Klimaschutzprogramm, dem Städtischen Energieeffizienz-Programm und aktuell auch mit der Erarbeitung des Renewable Action Plan Vienna (Erneuerbarer Energie Plan Wien) wichtige Leitlinien für die Forcierung erneuerbarer Energie und für mehr Energieeffizienz. Mehrere Förderschienen unterstützen dabei auch finanziell, etwa bei der Errichtung von Ökostromanlagen.

Als neu geschaffene Abteilung für Energieplanung sind wir bestrebt, kontinuierlich die Grundlagen für den Weg in eine nachhaltige Energiezukunft zu schaffen. Wir verstehen uns auch als eine Art Service- und Informationsplattform für BürgerInnen, Betriebe sowie den öffentlichen Sektor und wollen ein wesentlicher Motor sein, Wien in den kommenden Jahren als Solarstadt zu etablieren, die unter dem Begriff „Smart City“ intelligente Lösungen für den urbanen Raum entwickelt und umsetzt. Eine wichtige Rolle spielen dabei Leitprojekte, die zeigen, dass durch neue Ideen und Innovationen die ambitionierten Energie- und Klimaziele erreicht werden können.

Die Ausstellung „Energie.Stadt.neu.denken“ soll allen Besucherinnen und Besuchern die Möglichkeit geben, eine Reise von der Vergangenheit in die Zukunft des Wiener Energiesystems zu unternehmen. Dabei geht es nicht nur um Konzepte und Theorien, sondern auch um konkrete Projekte und Ideen, die wir vorantreiben werden.

Wir freuen uns über Ihren Besuch!



Mag. Bernd Vogl
Leiter der MA 20 - Energieplanung

An aerial photograph of a city grid, overlaid with a semi-transparent red filter. The grid consists of numerous small, rectangular blocks separated by streets. A prominent curved road or highway is visible on the right side of the image. The overall tone is a deep red, creating a monochromatic effect.

RESSOURCEN (IN) DER STADT



1.1 Unsichtbare Energie

Elektrische Energie, Erdgas und Fernwärme werden heute über Kabel und Rohrleitungen zu den VerbraucherInnen geführt. Ein engmaschiges Netz versorgt heute die Wiener Haushalte mit leitungsgebundener Energie. Rund 18.800 km Stromkabel, 3.500 km Gasleitungen und 1.200 km Fernwärmerohre sind im Wiener Boden verlegt und damit zum Großteil unsichtbar. Das war nicht immer so.

Pferdefuhrwerke, beladen mit Scheitholz, Bahngleise mit Kohlenwaggons, Dampflokomotiven und Kohlenträger in den Straßen gehörten lange zum Stadtbild Wiens. Sichtbare Zeichen der Entwicklung und der Industrialisierung im 19. Jahrhundert waren hohe Fabrik-schlote und rauchende Schornsteine. Die Menschen lebten mit gesundheitsgefährdender Luftverschmutzung. Hausfassaden und Straßen waren rußverschmiert. Mit **Kohle** wurden lange Zeit fast alle Haushalte beheizt und die Kesselanlagen der Industriebetriebe befeuert. In den Kellern waren Kohlelager angelegt, und in jeder Wohnung stand eine Kohlenkiste. Den Transport der schweren Zentnersäcke besorgten die Kohlenträger. Von den meist in Souterrainlokalen etablierten KohlehändlerInnen gab es in den 1950er - Jahren in Wien noch rund 5.500.

In der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die ersten Leitungen für die öffentliche Beleuchtung mit Gaslampen gebaut. Mit dem Ausbau der **Elektrizität** und der Erfindung der Verbrennungsmotoren verschwanden die von Pferden gezogenen Straßenbahnen und die Fuhrwerke. In der Zeit nach dem 2. Weltkrieg wurden auch die Dampflokomotiven seltener. In der als „Wirtschaftswunder“ bezeichneten Periode des Wiederaufbaus und des Wirtschaftswachstums stellten Industriebetriebe auf den Betrieb mit Erdgas und Öl um. In die Wiener Haushalte zogen Gas- und Ölheizungen und später die Fernwärme ein.

War bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts ausschließlich **Biomasse** als Energieträger von Bedeutung, stieg mit der Industrialisierung der Verbrauch von Kohle deutlich an und hatte sich bis 1870 verdoppelt und bis 1900 sogar verzehnfacht.

Obwohl die Nutzung von Biomasse kaum zurückging, sank der Anteil der erneuerbaren Energie am Gesamtverbrauch. Gleichzeitig stieg der Energiebedarf der Stadt durch die Industrialisierung und die höheren Anforderungen des steigenden Lebensstandards einer wachsenden Bevölkerung. Erneut

besonders hoch waren die Zuwachsraten des Energieverbrauches im Gefolge des Wirtschaftswunders. Mit der Energiewende werden nun erneuerbare Energieträger wieder zunehmend wichtig, und die fossilen Brennstoffe verlieren zugleich an Bedeutung. Eine zentrale Herausforderung ist es, wie vor 1850 eine überwiegend auf erneuerbaren Energieträgern basierende Versorgung zu erreichen und gleichzeitig den Gesamtenergieverbrauch wieder zu senken. Möglich wird dies nur durch den Einsatz neuester energieeffizienter Technologien und durch Veränderungen des Verhaltens der KonsumentInnen.



Dampflokomotive bei Unterloiben © HP Reschinger, Graz Köflacher Eisenbahn

ENTWICKLUNG DER WIENER BEVÖLKERUNG

Mit Beginn des 19. Jahrhunderts setzte in Wien eine urbane Entwicklung mit steigenden Bevölkerungszahlen ein. Ursache des Wiener Bevölkerungswachstums war über alle Phasen die Zuwanderung. Die Zuwächse wurden allmählich geringer, und ab dem 1. Weltkrieg ging die **Bevölkerungszahl** langsam zurück.

Heute leben in Wien rund 1,7 Mio. Menschen, und prognostiziert wird bis 2035 ein Anwachsen auf rund 2 Mio.



Kohlelager Kraftwerk Simmering 1926 © Josef Kratky, Wien Energie

Jahr	Bevölkerung	Jahr	Bevölkerung
1590	50.000	1939	1.770.938
1700	123.000	1951	1.616.125
1783	247.753	1961	1.627.566
1830	401.049	1971	1.619.885
1857	676.434	1981	1.531.346
1880	1.162.591	1991	1.539.848
1900	1.769.137	2001	1.571.123
1910	2.083.630	2011	1.731.444
1923	1.918.720		

Quelle: Statistische Mitteilungen der Stadt Wien, Heft 4/2000 und Statistik Austria: Bevölkerungsregister.

1.2 Raubbau am Wienerwald

Holz ist nach wie vor einer der wichtigsten Energieträger in Österreich. Im ländlichen Raum wird vorwiegend mit Holz geheizt oder gekocht. Neue, effiziente Verbrennungstechniken haben Holz als Energiequelle in den letzten Jahren boomen lassen. Holz ist ein erneuerbarer

oder regenerativer Energieträger, der sich ständig auf natürliche Weise erneuert.

Bereits um 1790 waren die meisten Kohlelagerstätten der Monarchie bekannt, und es wurde schon mit der professionellen Erschließung der Braun- und Steinkohlelager begonnen. Dennoch blieb Holz noch Jahrzehnte der dominierende Brennstoff.

Der große Bedarf an Energieholz führte bereits am Ende des 18. Jahrhunderts zu **Holzknappheit** in Mitteleuropa.

Um 1760 betrug alleine der jährliche Brennholzbedarf der Wiener Bevölkerung rund 400.000 fm (Festmeter, 1 fm = 1 m³). Ein Gastwirt verbrauchte in Wien um 1770 in der kalten Jahreszeit rund 30 Klafter (rund 100 m³) Holz. Dokumentiert ist, dass Wolfgang A. Mozart in seiner Wiener Wohnung um 1790 in einem halben Jahr sechs bis acht (20 bis 27 m³) **Klafter** Hartholz verheizt hatte. Das Klafter war ein altes Längenmaß, das sich aus der Länge zwischen den ausgestreckten Armen eines erwachsenen Mannes ergab und je nach Region unterschiedlich war. In Österreich war ein Klafter 1,9 m. Ein Klafter Holz entsprach einem Holzstapel mit einer Länge und Höhe von je einem Klafter, die Tiefe dieses Stapels entsprach mit 0,5 Klafter der Länge der Holz-scheite. Ein Klafter Holz entsprach einem Volumen von etwa 3,4 m³.

Wälder waren eine intensiv genutzte Ressource, so war der Wienerwald lange Zeit der wichtigste Holzlieferant für Wien. Da der Bedarf an Brennholz im 17. Jahrhundert bereits so stark angestiegen war, mussten an den Straßen, die in den Wienerwald führten, Kontrollstellen eingerichtet werden, um den Diebstahl von Holz und Holzkohle zu verhindern. Im Wald rauchten die Meiler der Köhler. Das metallverarbeitende Gewerbe benötigte große Mengen an Holzkohle. Für die Erzeugung von 1 t (Tonne) Schmiedeeisen mussten 6 t Holzkohle aufgewendet werden. Für 1 t Holzkohle wiederum wurden dem Wald 5 t Holz entnommen. Um Schmiedeeisen im Ausmaß von 1 t herzustellen, waren ganze 30 t Brennholz notwendig.

Um 1800 hatte sich der Brennholzbedarf gegenüber 1760 fast verdoppelt. Die zu dieser Zeit in Wien leben-

den 250.000 Menschen verheizten jetzt jährlich rund 750.000 fm Brennholz. Der Verbrauch war so weit angestiegen, dass die umliegenden Wälder den Bedarf nicht mehr decken konnten. Ausschließlich aus Holz wurden pro Jahr knapp 1 Mio. MWh (Megawattstunden) Energie gewonnen. Die Energiedichte von Holz war und ist, in Abhängigkeit von Feuchte und Dichte (Härte des Holzes), mit 4,2 kWh (Kilowattstunden) pro kg relativ gering. Da Holz noch fast zur Gänze den Energiebedarf der Stadt deckte und angenommen werden kann, dass der Wassergehalt des verbrauchten Brennholzes hoch war, da der hohe Bedarf keine Zeit für die notwendige Trocknung zuließ, lag der jährliche Energieverbrauch pro EinwohnerIn bei 4,7 MWh.

1840 betrug der Holzanteil an der Gesamtmenge der in Wien verbrauchten Energie noch 95 %. Dieser Anteil war dann um 1880 durch die vermehrte Substitution durch Braunkohle und Steinkohle auf kaum 20 % gesunken. Im Jahr 1806 kamen die ersten eisernen Öfen für Braun- oder Steinkohle auf. Obwohl nach den Vorstellungen der Obrigkeit nach englischem Vorbild der Brennstoff Kohle das Holz ersetzen sollte, war die Akzeptanz in der breiten Bevölkerung noch gering. Trotz staatlicher Förderung, Abgabebefreiung und Aktionen wie der Verteilung von **Gratiskohle** blieben die Werbemaßnahmen auch in Ermangelung geeigneter Feuerstellen lange Zeit erfolglos. Der Energiebedarf vor allem der Haushalte wurde noch weit in das 19. Jahrhundert hinein vorrangig durch Holz gedeckt. Die immense Nachfrage trieb die Preise in die Höhe und führte zum unbegrenzten Raubbau an den Wäldern. Erst nach und nach wurden in der Bewirtschaftung der Wälder gesetzliche Regelungen eingeführt und durch einheitliche Planung die Aufforstung abgeholzter Gebiete gestartet. Um 1870 gab es am kaiserlichen Hof aufgrund der prekären Finanzsituation Pläne und bereits Verträge, große Teile des Wienerwaldes zur Abholzung freizugeben. Erst nach einer mehrjährigen publizistischen Kampagne

gelang es Josef Schöffel, dem Bürgermeister von Mödling, die Rodungen zu stoppen.

Der **Holztransport** war aufwendig und teuer. Damit sich eine Fuhr Holzfracht lohnte, galt die Faustregel, dass ein Fuhrmann mit seinem Pferdegespann die Hin- und Rückstrecke in einem Tag zu bewältigen hatte. Rund ein Viertel des Holzes kam mit Pferdefuhrwerken in die Stadt. Der Großteil des Brennholzes wurde auf Wasserwegen nach Wien geschafft. Im Schwemmbetrieb kamen 75 % über die Donau, 20 % über die Wienerwaldflüsse und der Rest über den Wiener Neustädter Kanal. Bauholz und Brennholz wurden in großen Floßverbänden transportiert. 1865 landeten in Wien rund 1.000 Flöße in der Rossau und 500 in Nussdorf.

Mit massiver Unterstützung des Kaiserhauses wurde 1797 mit dem Bau des **Wiener Neustädter Schifffahrtskanals** begonnen. Ziel war es, den günstigen Transport von Brennstoffen nach Wien zu ermöglichen. Vorbild war der englische Bridgewater-Kanal, über den seit



Wiener Neustädter Kanal bei Sankt Marx um 1860 © Wien Museum

1761 Manchester mit Kohle beliefert wurde. Konnte bisher ein Pferdefuhrwerk zwei Tonnen bewegen, genügte am Kanal ein Pferd, um einen mit 30 t befüllten Kahn in der gleichen Zeit ans Ziel zu bringen.

Der Wiener Neustädter Kanal war in der Endausbaustufe 63 km lang. Über 52 Schleusen führte er von Wien über Laxenburg, Guntramsdorf, Baden und Sollenau nach Wiener Neustadt. Nach einer Bauzeit von sechs Jahren wurde er 1803 in Betrieb genommen. Die Leistungsbilanz betrug im dritten Betriebsjahr rund 2.100 Fahrten und 42.000 t Fracht. Entgegen der ursprünglichen Intention war Kohle nicht das wichtigste Transportgut. Vor allem wurden Holz und Ziegel aus dem Süden mit von Pferden gezogenen, 22 m langen und 2 m breiten Kähnen nach Wien gebracht. Scheitholz aus dem Gebiet um Rax und Schneeberg führte in den ersten Jahren in den Transportlisten. Die durchschnittliche Jahresmenge zwischen 1808 und 1827, die über den Kanal nach Wien geliefert wurde, betrug rund 95.000 m³. Aufgrund zunehmender Umrüstung auf Kohle und des Preisverfalls von Scheitholz wurden immer mehr Ziegel transportiert. Da die privaten Eigentümer primär den Ausbau von Bahnlinien forcierten, ging die wirtschaftliche Bedeutung des Kanals ab 1879 stark zurück und hörte noch vor dem Ersten Weltkrieg ganz auf. Obwohl von Beginn an die gleichmäßige Wasserversorgung des Kanals ein Hauptproblem darstellte, wurde an den Schleusenstufen Wasserkraft für den Betrieb von Mühlen und Sägewerken genutzt. In den 1930er-Jahren entstanden 13 Kleinkraftwerke am Kanal. Der Großteil wurde während des 2. Weltkriegs zerstört. Mitten im 3. Wiener Gemeindebezirk im Fasanviertel erinnert heute die Hafengasse an den in der letzten Ausbaustufe 1862 errichteten und ab 1879 zugeschütteten Wiener Hafen des Wiener Neustädter Schifffahrtskanals.

1.3 Nach Holz die Kohle

Im 18. Jahrhundert war Wien noch umgeben von Wäldern, und in der Hauptstadt wurde vorwiegend mit Holz und Holzkohle geheizt und gearbeitet. Kaiser Franz II. propagierte ab 1782 Kohle als Energieressource. Der Bergbau in Österreich förderte um 1800 weniger als 20.000 t Kohle pro Jahr. Dass der Abbau in Österreich

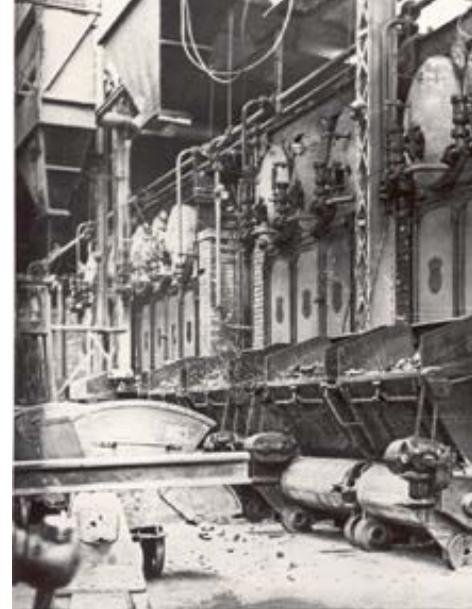
im Vergleich zu England erst am Beginn des 19. Jahrhunderts in Schwung kam, lag an der vorwiegend landwirtschaftlich geprägten Struktur und der verspätet einsetzenden Industrialisierung.

Die Industrialisierung war durch eine neue Erfindung möglich geworden. Eine Idee von James Watt verhalf der bereits erfundenen

Dampfmaschine zum

Durchbruch. Im Jahr 1765 entwickelte er mit dem Kondensator einen Meilenstein der Technikgeschichte. Im Jahr 1781 gelang es Watt zudem, die Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens seiner Dampfmaschine in Drehbewegungen eines Schwungrades umzuwandeln. Damit waren die Voraussetzungen für den Beginn des Industriezeitalters geschaffen. Um 1800 gab es in England bereits 500 Dampfmaschinen, und nur zehn Jahre später waren es bereits 5.000. In Wien wurde 1815 in einer Tuchfabrik die erste englische Dampfmaschine aufgestellt. 1818 fuhr erstmals ein Dampfschiff in 21 Tagen über den Atlantik. Die erste **Dampfmaschinenfabrik** in Wien errichteten 1819 die Gebrüder Bollinger. In Deutschland fuhr 1835 der erste dampfbetriebene Zug, von Nürnberg nach Fürth. Mit der Ausbreitung der Dampfmaschine in den ersten Industriebetrieben und der Eisenbahn stieg auch der Bedarf an Kohle. Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Holz und Holzkohle zunehmend von Kohle verdrängt. Im Jahr 1841 gab es in Wien 35 Dampfmaschinen, und im Jahr 1890 war die Zahl auf rund 530 Stück angewachsen. Immer mehr energieintensive Betriebe siedelten sich in Wien an.

Mit dem Aufkommen der Elektrizität in den 1880er-Jahren stieg der Bedarf nach größeren Kolbendampfmaschinen, die mit Dynamos zur Stromerzeugung kombiniert wurden. Die geringe Leistung und eine technische Neuerung bewirkten das Ende der schwer-



Kesselhaus Kraftwerk Simmering 1912
© Wien Energie





fälligen Maschinen. Die ersten funktionsfähigen **Dampfturbinen** entwickelten der Schwede Carl Gustav Patrik de Laval und der Engländer Charles Parsons in den Jahren 1883 und 1884. Es gelang ihnen, heißen Dampf zum Antrieb der Schaufeln eines Turbinenrades zu nutzen.

Hand in Hand mit der Industrialisierung formte sich das Transportwesen neu. Die Mengenverhältnisse auf den Wasserwegen veränderten sich zu Gunsten der Kohlenladungen. Um den Wiener Markt zu erschließen, brauchte es günstige Verkehrsverbindungen. Wie mehrere österreichische Bahnlinien hatte auch die Franz-Josefs-Bahn ihren Ursprung in der Kohle. Auf Betreiben von Johann Adolf II. Fürst Schwarzenberg, auf dessen böhmischen Besitzungen sich Lagerstätten befanden, wurde 1866 mit dem Bau der Eisenbahnlinie begonnen. Die ersten Planungen sahen die Linienführung durch Städte wie Horn vor, da die Bevölkerung damals aber Angst vor den Lokomotiven hatte, wurde die Streckenführung abgeändert.

Um 1870 stieg der Kohleverbrauch in Wien von vorher rund 50.000 t sprunghaft auf 200.000 t pro Jahr an. Ein Großteil der Kohle, die in der Monarchie abgebaut wurde, kam aus den großen Lagerstätten vor allem in Nordmähren und Schlesien. Der Kohlebergbau war aber auch im **Wiener Becken** präsent. Bereits am Beginn des 19. Jahrhunderts wurden die Braunkohlelagerstätten im Süden von Wien in Zillingdorf und Neufeld nutzbar gemacht. Der Braunkohlebergbau in Zillingdorf war ab 1830 im Besitz des Industriellen Alois Miesbach. Die Kohle wurde über den Wiener Neustädter Kanal in seine Ziegeleien am Rand von Wien nach Inzersdorf transportiert. In den 1870er-Jahren, nach dem Verlust der Pachtrechte am Wiener Neustädter Kanal, wurde die Kohlenförderung vorerst eingestellt.

Der rund 50 km südlich von Wien gelegene Neufelder See war ursprünglich ebenfalls ein Braunkohletagebau. Bereits 1807 wurde in Neufeld mit dem Abbau begonnen, die Jahresförderung betrug damals rund 190 t. Mehrmals musste der Abbau aufgrund von Wassereintritt über längere Perioden unterbrochen werden. Am Beginn der 1910er-Jahre wurden beide Lagerstätten von den gemeindeeigenen Wiener Städtischen Elektrizitätswerken übernommen. Die Braunkohle aus Zillingdorf und Neufeld wurde per Bahn in das benachbarte Ebenfurth gebracht, um im Dampfkraftwerk Elektrizität zu produzieren. Durch den verlorenen Krieg und den Wegfall der ehemaligen Kronländer war die neue Republik sehr stark auf inländische Rohstoffquellen angewiesen. Dies schlug sich in den steigenden Förderleistungen nieder. In den 1920er-Jahren waren im Zillingdorfer Bergbau bis zu 1.000 Menschen beschäftigt.

Nach dem 1. Weltkrieg mussten die Wasserkraftwerke ausgebaut werden, um von den Kohleeinfuhren unabhängig zu werden. Nach dem 2. Weltkrieg war Österreich wegen Devisenmangels von Kohleimporten abgeschnitten. Aufgrund der Energiekrise und mithilfe des Marshallplans wurde die inländische Kohleproduktion in der Wiederaufbauphase noch einmal angekurbelt. Mit dem **Strukturwandel** auf dem Energiesektor hin zu Erdöl und Erdgas sowie dem Ausbau der Wasserkraft nahm die Rentabilität des Kohleabbaus ab, und die Förderung wurde in vielen Fällen eingestellt. Gegen Ende der 1920er-Jahre wurden in Wien pro Jahr noch fast 3,5 Mio. t Kohle verheizt, vor allem Braunkohle aus oberösterreichischen und steirischen Lagerstätten.



Kohlekipper Kraftwerk Simmering 1951
© Josef Kratky, Wien Energie

Für die Kesselbefuerung in den Wiener Dampfkraftwerken Simmering und Engerthstraße wurde 1920 erstmals Rohöl verwendet. Bereits im Jahr 1934 wurde im Kraftwerk Simmering Erdgas eingesetzt. Ab der **Einstellung des Kohlebetriebs** in Simmering im Jahr 1969 wurden feste Brennstoffe in Wien zur Stromerzeugung nicht mehr verwendet. Holz und Kohle spielen in der Energieversorgung Wiens heute eine geringe Rolle. Die rückgängige Entwicklung des Bedarfes an festen Brennstoffen auch in den Haushalten ist im Zusammenhang mit dem stetigen Ausbau der leitungsgebundenen Energieversorgung zu sehen. Betrug z. B. der Anteil von festen Brennstoffen zur Raumheizung in Wien 1972 noch 18 %, konnte dieser bereits 1996 auf rund 9 % reduziert werden und ist seitdem auf unter 3 % gesunken.

Österreichweit wurden 1994 noch 980.000 t Kohle gefördert. Aktuell besteht keine heimische Kohleförderung mehr. Kohle hat im Energiemix Österreichs eine eher untergeordnete Bedeutung. Rund 9 % des österreichischen **Bruttoinlandsverbrauches** an Energie werden durch Kohle gedeckt.

1.4 Gasometer

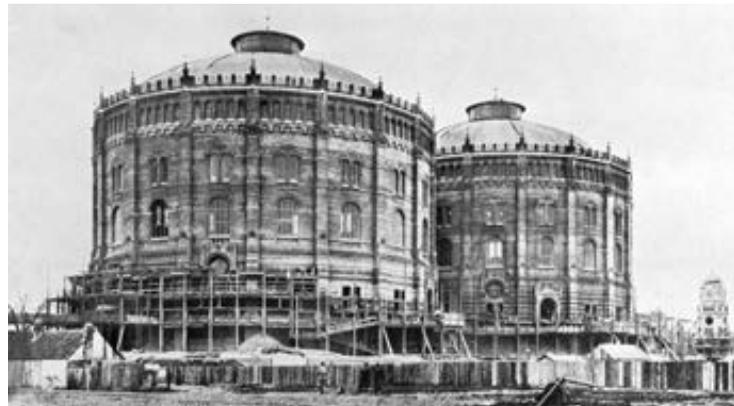
Viele waren in den 1990er-Jahren bei den legendären „Gasometer Raves“ in den großen Gasometer-Hallen in Simmering. Auch von Ausstellungsbesuchen, aus Fernsehen und Kino, als Spielstätten von Kottan oder James Bond kannte man die imposanten Bauwerke. Heute leben rund 1.600 Menschen in 800 Wohnungen in der Anlage mit den vier Gasometern. In ihrer ursprünglichen Funktion waren es Gasbehälter, wie sie in Wien früher öfters anzutreffen waren. Im Jahr 1985 wurden die denkmalgeschützten Gasometer in Simmering stillgelegt.

Die Geschichte der Simmeringer Gasbehälter begann mit der Kohle. Durch den Gehalt an flüchtigen und schwefeligen Bestandteilen war Kohle für Erzverhüt-

tung weniger geeignet. Die früheste Veredelungsform war die Verkokung zu Koks und Gas. Das **Stadtgas** wurde bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts in Gaswerken erzeugt und diente vor allem der städtischen Beleuchtung. Wegen dieser Verwendungsform nannte man es auch Leuchtgas. Um 1835 setzte in Österreich-Ungarn die flächendeckende gewerbliche Gaserzeugung und -verteilung ein. Die Gasproduktion war unstrukturiert, und viele kleine Unternehmen verteilten in Wien Leuchtgas. So versorgte die private Gasanstalt von Theodor Friedrich Hené im 15. Bezirk ab 1840 u.a. die Beleuchtung der Schönbrunner Hofstraße. Im Jahr 1842 kaufte die englische **Imperial Continental Gas-Association** (I.C.G.A.) nach und nach alle kleinen Gaswerke in Wien auf und schloss mit der Gemeinde Wien für die Dauer von sieben Jahren einen Vertrag über die Beleuchtung der Inneren Stadt ab. Im Wiener Stadtgebiet gab es 1862 bereits mehr als 6.000 mit Stadtgas betriebene Beleuchtungskörper.

Mit dem Bevölkerungswachstum am Ende des 19. Jahrhunderts stiegen die Anforderungen an die städtische Infrastruktur. Die Stadtverwaltung ging in einer umfassenden Welle von Kommunalisierungen dazu über, die technische Infrastruktur in Eigenregie zu betreiben. Besonders die Verkehrseinrichtungen, die Elektrizitäts- wie auch die Gasversorgung Wiens sollten nicht mehr alleine privaten Gesellschaften überlassen werden. Das Leitungsnetz der I.C.G.A. hatte 1883 eine Länge von 395 km und war bis 1899 auf nicht ganz

Gasometer Simmering 1898 © Wien Energie Gasnetz





Baustelle Gasometer Simmering 1897 © Wien Energie Gasnetz

1.000 km ausgebaut worden. Da der Liefervertrag mit der marktbeherrschenden I.C.G.A. im Jahr 1899 auslaufen sollte, wurde von der Stadt 1892 der Bau des **Gaswerkes Simmering** beschlossen. Im Oktober 1899 ging das Gaswerk Simmering in Betrieb. Das Gaswerk war für eine tägliche Gaserzeugung von rund 430.000 m³ (Kubikmeter) ausgerichtet. Die Planung sah eine Jahresleistung von 86 Mio. m³ vor, um alle Wiener Bezirke versorgen zu können. Die Anlagen und das Rohrleitungsnetz der I.C.G.A. wurden 1899 zum Teil und 1912 zur Gänze übernommen.

Die öffentliche **Beleuchtung** Wiens setzte sich noch 1914 aus nicht ganz 45.000 Gasflammen und rund 4.400 elektrischen Lampen zusammen. 1923 beschloss die Stadtregierung, in allen Straßen elektrische Beleuchtung einzuführen. Die letzte öffentliche Gaslaternen drehte Bürgermeister Franz Jonas eigenhändig am 27. November 1962 ab.

Um 1909 kamen die ersten Kombinationen von **Gasherd** und Backrohr auf den Markt. Das Städtische Gaswerk produzierte und verkaufte ab 1914 Gasherde. 1911 wurde ein zweites Gaswerk in der Leopoldau eröffnet und mehrere Gasometer in verschiedenen Teilen der Stadt gebaut oder übernommen.

Ab 1930 wurde Gas auch zur Raumheizung eingesetzt. Im Jahr 1940 übernahm die Gemeinde Wien das letzte verbliebene private Gasversorgungsunternehmen. Das erste **Erdgas** aus Zistersdorf in Niederösterreich wurde 1943 bezogen. Die Kohlegaserzeugung ging zurück, und der Anteil an Erdgas erhöhte sich laufend. Die komplette Umstellung auf Erdgas erfolgte in den 1970er-Jahren. Die Umsetzung geschah schrittweise und war mit dem Austausch der Gasgeräte verbunden. Davon waren die Industrie und 1,5 Mio. Gasgeräte bei mehr als 750.000 KundInnen betroffen.

Entwicklung Wiener Gasnetz

Jahr	Rohrnetz km	Gasanschlüsse	Beleuchtung
1899	992	59.932	29.685
1905	1.228	86.919	33.460
1913	1.503	211.815	44.715
1920	1.580	239.036	42.819
1930	1.808	482.544	20.141
1940	1.830	557.605	17.630
1950	2.003	564.167	4.089

Quelle: MA 20 – Energieplanung

1.5 Erste Stromversorgung

Im Jahre 1866 entdeckte Werner von Siemens das dynamoelektrische Prinzip. Damit war der Grundstein zur Nutzung der elektrischen Energie in größerem Maße gelegt. Der Einzug der Elektrizität in Österreich begann 1873, als erstmals eine Gleichstrommaschine einen Industriebetrieb in Berndorf mit elektrischer Energie versorgte. Im Wiener Volksgarten wurden 1880 die ersten elektrischen Beleuchtungsversuche mit Kleinbogenlampen durchgeführt.

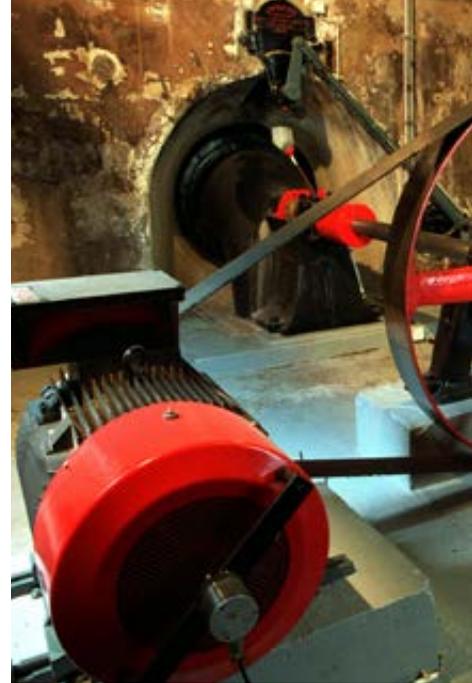
Internationale Elektrizitätsausstellungen waren im ausgehenden 19. Jahrhundert eine Ausstellungsserie, die Entwicklungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik einem breiten Publikum näher brachte. Nach Paris und München war die **Internationale Elektrische Ausstellung** 1883 in Wien zu sehen. Insgesamt nahmen 575 nationale und internationale Aussteller an der zukunftsweisenden Leistungsschau der Elektrotechnik auf dem Gelände rund um die Wiener Rotunde teil. Gezählt wurden im Ausstellungszeitraum von August bis November rund 870.000 BesucherInnen. In 18 Themengruppen wurden die neuesten technischen Errungenschaften vorgestellt. Innovationen waren Dampfmaschinen mit Dynamos, deren elektrische Leistung im praktischen Maschinenbetrieb umgesetzt wurde. Präsentiert wurden u.a. die ersten elektrisch betriebenen Druckpressen, ein Personenaufzug und die erste elektrische Straßenbahn, die Mödling mit Hinterbrühl verband. Technische Neuheiten waren eine mit Gleichstrom betriebene Praterbahn oder ein Elektroboot mit 78 Akkumulatoren, das 40 Personen in vier Stunden von Wien nach Pressburg beförderte. Publikumsrennen neben den ausgestellten Telefonen waren vor allem beleuchtungstechnisch in Szene gesetzte exotische Interieurs. Allein die Innenbeleuchtung der Rotunde mit einer Lampe mit einer Leuchtkraft von 40.000 Kerzen war eine Sensation.

Die Ausstellung in der Rotunde markierte einen ersten Meilenstein, mit dem eine rasante Entwicklung der

Elektrotechnik begann und sich das urbane Leben innerhalb von wenigen Jahrzehnten grundlegend veränderte. Die erste Glühlampenbeleuchtung des Sitzungssaals im Wiener Rathaus gelang 1885. Zwei Jahre später war die Premiere der vollständigen elektrischen Beleuchtung der Hofoper, und 1897 fuhr eine erste elektrische Straßenbahn. Wurde der Bau von Kraftwerken ursprünglich drei privaten Gesellschaften überlassen, bewirkten Uneinigkeit über eine gleichartige Stromversorgung und hohe Kosten ein Umdenken bei der Stadtverwaltung. Im Rahmen der großen Kommunalisierungswelle sollte die Energieversorgung von der Stadt selbst gewährleistet werden.

Der Ingenieur Franz Fischer erhielt 1885 die erste Konzession zur Errichtung einer elektrischen Kraftzentrale. Die Genehmigung gab er an die Aktiengesellschaft Siemens und Halske weiter, die einen Vertrag mit der Stadt Wien über Leitungsverlegungen abschloss und 1889 die **erste Kraftstation** mit einer Leistung von 295 kW (Kilowatt) in der Neubadgasse im 1. Wiener Gemeindebezirk errichtete. Die Konzession übernahm 1891 die Allgemeine Österreichische Elektrizitätsgesellschaft. Mit der Übernahme des Unternehmens mit rund 960 km (Kilometer) Kabelnetz und rund 2.700 versorgten Haushalten im Jahr 1914 war ab diesem Zeitpunkt die gesamte Stromversorgung in kommunaler Verantwortung.

Das Dampfkraftwerk Kaunitzgasse im 6. Wiener Gemeindebezirk wurde von der Wiener Elektrizitätsgesellschaft errichtet. In Betrieb ging 1890 eine Dampfmaschine mit einer Leistung von 44 kW und zwei Generatoren zur Erzeugung von Gleichstrom. 1907 wurden die Liegenschaft und ein Leitungsnetz mit



Generator Wasserkraftwerk Trumau
© Hans Prammer, Wien Energie



Entwicklung Wiener Stromnetz

Jahr	Stromnetz km	AbnehmerInnen	Strombedarf MWh	Strombedarf kWh pro Kopf
1900	-	18.713	23.447	14,2
1905	-	47.076	66.821	36,2
1910	5.146	89.139	117.186	58,4
1915	5.867	136.311	190.931	86,6
1920	5.653	206.876	187.199	100,4
1925	6.699	453.514	279.000	149,5
1930	8.060	625.366	402.327	215,1
1940	9.622	770.287	482.810	250,0
1950	8.662	795.966	737.915	417,9

Quelle: MA 20 – Energieplanung

rund 53 km, mit dem etwa 4.500 StromkundInnen versorgt wurden, von der Gemeinde Wien übernommen. Die maximale Leistungsfähigkeit des Dampfkraftwerks war um 1910 mit rund 2 MW (Megawatt) erreicht. Im Jahr 1890 begann die Internationale Elektrizitätsgesellschaft mit dem Bau eines Kraftwerks in der Engerthstraße im 2. Wiener Gemeindebezirk. In der ersten Ausbaustufe betrieben drei Dampfmaschinen drei Wechselstromgeneratoren mit je 400 kW. 1908 wurden das Dampfkraftwerk, 820 km Stromnetz und 4.900 Haushaltsanschlüsse der Gemeinde Wien übergeben.

Im Wiener Gemeinderat wurde 1899 der Bau des ersten stadteigenen Dampfkraftwerks in Simmering zur Versorgung der Straßenbahn und für die öffentliche Beleuchtung beschlossen. Die Eintragung der **Gemeinde Wien Städtisches Elektrizitätswerk** in das Handelsregister erfolgte im Jahr 1900. Fast gleichzeitig wurde mit dem Bau des Kraftwerks in Simmering begonnen. Der erste Strom für die Straßenbahn verließ das Werk 1902 - und fünf Monate später wurde Lichtstrom für die öffentliche Beleuchtung in das Netz eingespeist.

Das Kraftwerk Simmering bestand aus zwei zusammengehörigen Kraftwerksblöcken, dem so genannten Bahnwerk und dem Lichtwerk, die zusammen eine Leistung von rund 18 MW erbrachten. Für die Befehuerung der Kessel wurde Kohle, ab dem Jahr 1920 Rohöl

und ab 1934 auch Erdgas eingesetzt. Seit der Inbetriebnahme war das Kraftwerk Simmering die leistungsstärkste Stromerzeugungsanlage Wiens.

Nach dem Erwerb des Zillingdorfer Braunkohleabbaus durch das Städtische Elektrizitätswerk wurde 1913 mit dem Bau des **Kraftwerk Ebenfurth** in Niederösterreich begonnen. Nach kriegsbedingten Verzögerungen wurden 1915 zwei Dampfturbinen in Betrieb genommen. Nach Fertigstellung einer 70 kV (Kilovolt)-Fernleitung wurde der erste Strom nach Wien geliefert. Im Jahr 1926 wurde mit rund 120.000 MWh der Höchstwert an elektrischer Energie produziert. Mit dem Kraftwerk in Ebenfurt wurde ein großer Teil des damaligen Energiebedarfs von Wien gedeckt. Als Folge der Weltwirtschaftskrise verringerte sich der Strombedarf, der Braunkohleabbau wurde unrentabel und der Kraftwerksbetrieb in Ebenfurth eingestellt.

1.6 Trinkwasser und erneuerbare Energie

Der Zusammenhang zwischen Seuchenepidemien und erneuerbarer Energie scheint auf den ersten Blick weit hergeholt. Aber erst als es im Wien des ausgehenden 19. Jahrhunderts gelang, eine zentrale Wasserversorgung aufzubauen, wurden Cholera oder Typhus dauerhaft verdrängt, und die Fließkraft des Wassers zur Energieerzeugung genutzt. Die Bauarbeiten an einer 120 km langen Fernleitung vom niederösterreichischen Rax-Schneeberg-Gebiet nach Wien und dem Verteilungssystem begannen 1870. Nach drei Jahren Bauzeit war die **1. Wiener Hochquellenleitung** fertig gestellt und wurde anlässlich der Weltausstellung am 24. Oktober 1873 als Europas größte Wasserleitung eröffnet. 1888 waren 90 % der Wohnhäuser an die zentrale Wasserversorgung angeschlossen. Damit hatte nun ein Großteil der etwa 900.000 Wienerinnen und Wiener Zugriff auf sauberes Trinkwasser, meist über die klassische Bassena in jeder Etage.

Das rasante Wachstum Wiens und die Tatsache, dass die bestehende Hochquellenleitung vor allem während der Wintermonate den Erwartungen nicht entsprach, zwangen die Stadtverantwortlichen zum Handeln. Nach umfangreichen Vorarbeiten fasste der Gemeinderat am 27. März 1900 den Beschluss, eine weitere Hochquellenleitung zu errichten, die mit der Erschließung von Quellen im steirischen Hochschwabgebiet eine tägliche Leistungsfähigkeit von 200.000 m³ (Kubikmeter) Wasser erbringen sollte. Bei der Planung ging man von der Prognose aus, dass um 1940 rund 3,4 Mio. Menschen in Wien leben werden, für die ausreichend Trinkwasser aufzubringen wäre. Mit Kosten von 100 Mio. Kronen war der Bau der **2. Wiener Hochquellenleitung** eines der größten Projekte der Monarchie. 100 Aquädukte wurden errichtet, und 10.000 Arbeiter waren mit dem Bau der über 180 km langen Wasserleitung nach Wien beschäftigt. Am 2. Dezember 1910 wurde die 2. Wiener Hochquellenleitung durch Kaiser Franz Joseph I. im Festsaal des Wiener Rathauses eröffnet.

Da in dieser Zeit der zunehmenden Industrialisierung auch die grundlegenden Erfindungen zur Nutzung der elektrischen Energie gelangen, dauerte es nicht lange, bis die Idee aufkam, die Fließkraft des Leitungswassers zur Erzeugung von Strom zu nutzen. Eng mit dem Bau der Wiener Hochquellenleitungen verknüpft, haben **Trinkwasserkraftwerke** in Wien eine lange Tradition. Sechs Kleinwasserkraftwerke in den Gefällestufen der 1. und 2. Hochquellenleitung wurden in Wien bereits in den Jahren 1912 bis 1914 errichtet. Im Jahr 1927 produzierten diese Anlagen rund 7.000 MWh (Megawattstunden) Strom.

Zwei Kraftwerke werden heute von Wien Energie in Gaming betrieben. Die Magistratsabteilung 31 - Wiener Wasser erzeugt Strom in einer Anlage in Wien Mauer, in sieben Werken in der steirischen Gemeinde Wildalpen und in vier Kraftwerken im Quellgebiet der 1. Wiener Hochquellenleitung. Mit den insgesamt 14 Trinkwasserkraftwerken werden jährlich rund 65.000 MWh Strom erzeugt, womit ziemlich genau der Bedarf einer Stadt in der Größe von St. Pölten mit 52.000 EinwohnerInnen abgedeckt werden kann. Das größte Trinkwasserkraftwerk an der

2. Wiener Hochquellenleitung ist **Gaming 1** in der gleichnamigen Ötschergemeinde im Erlaufstal. Aufgrund fehlender Anschlussmöglichkeit konnte das Projekt erst 1926 nach der Errichtung des Kraftwerkes Opponitz und des Umspannwerkes Gresten verwirklicht werden. Wegen eines Höhenunterschieds waren die Voraussetzungen für die Energiegewinnung hier ideal. Von der 2. Wiener Hochquellenlei-



Trinkwasserkraftwerk Gaming 1
© Wien Energie



tung zweigt in Grubberg ein 7.950 m langer Stollen zum sogenannten Wasserschloss ab. Von dort überwindet das Trinkwasser in einer 588 m langen Druckrohrleitung den Höhenunterschied von 188 m bis zum Kraftwerk, das mit zwei Francis-Turbinen ausgestattet ist. An-

Maschinenhalle Trinkwasserkraftwerk Gaming 1 © Wien Energie



schließend wird das Wasser wahlweise in das Druckrohr von Gaming 2 oder wieder direkt in die Hochquellenleitung eingespeist. Seit der Modernisierung 1998 liefert Gaming 1 rund 42.300 MWh Strom im Jahr und versorgt etwa 17.000 Wiener Haushalte.

Nachdem noch in den 1950er-Jahren ein angedachtes zweites Kraftwerk in Gaming unwirtschaftlich erschienen war, konnte das Projekt aufgrund der ausgereiften Technik Jahrzehnte später doch verwirklicht werden. Die Energie des Wassers treibt am Ende eines 2.250 m langen Druckrohres eine Francis-Spiralturbine. Der Strom gelangt über ein 3 km langes Kabel nach Gaming 1 und wird von dort in das Hochspannungsnetz mit 110 kV (Kilovolt) eingespeist. Das 1990 in Betrieb genommene Trinkwasserkraftwerk

Gaming 2 produziert jährlich 6.000 MWh Strom, womit 2.400 Haushalte versorgt werden.

Mit dem **Trinkwasserkraftwerk Mauer** im 23. Wiener Gemeindebezirk wurde 2006 eine weitere Anlage

eröffnet. Bereits in den 1970er-Jahren wurde hier am Ende der 2. Wiener Hochquellenwasserleitung ein Kleinwasserkraftwerk betrieben, mit der primären Aufgabe, das optimale Druckniveau für das Wiener Rohrnetz herzustellen. Nach einem Brandschaden war die Wiederherstellung unwirtschaftlich, und die notwendige Druckminderung musste mechanisch über Ventile erzielt werden. Erst das Ökostromgesetz und damit geförderte Ökostromtarife haben die Neuerrichtung sinnvoll gemacht. Die Hochquellstrom-Vertriebs GmbH, ein Tochterunternehmen der Siemens Austria AG, investierte 1,25 Mio. Euro in die Errichtung des Trinkwasserleitungskraftwerkes. Nach Auslaufen eines Nutzungsvertrages wird das Kraftwerk 2019 zum Restwert in das Eigentum der Stadt Wien übergehen. Rund 2.000 l Trinkwasser pro Sekunde fließen über eine Francis-Turbine mit einer Leistung von 400 kW (Kilowatt) in das Wiener Wasserversorgungsnetz. Pro Jahr werden in Mauer rund 3.000 MWh Strom produziert und um die 1.000 Haushalte versorgt.

Das Konzept Trinkwasser zur Energiegewinnung zu nutzen, hat sich über die Jahrzehnte bewährt und ist so effizient, dass laufend in den Ausbau und die Verbesserung der Leistungsfähigkeit investiert wird. Im Ortsteil Nasswald der Gemeinde Schwarza im Gebirge wird 2012 das Kraftwerk an der 1. Wiener Hochquellenleitung ausgebaut. Um den Druck auf die Turbine und damit die Leistung von 240 kW auf 340 kW zu steigern, werden mehr als 500 m Leitung druckfest ausgebaut. Als am Beginn des 20. Jahrhunderts die ersten Trinkwasserkraftwerke entstanden, war der Begriff „Ressourcenschonung“ noch nicht Bestandteil des gebräuchlichen Wortschatzes, und auch die Beweggründe zur energetischen Nutzung des Quellwassers waren damals noch andere. Heute jedoch sind diese Kraftwerke ein sinnvolles Beispiel dafür, wie aus ein und derselben Rohstoffquelle ein zweifacher Nutzen gewonnen wird.

1.7 Wiener Modell

Die Themen **Energieeffizienz** und Energiesparen haben in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Die klima- und energiepolitischen Zielsetzungen der EU sehen eine Steigerung der Energieeffizienz um 20 %, einen Anteil an erneuerbaren Energien von 20 % und die Senkung der CO₂-Emissionen um mindestens 20 % bis 2020 vor.

Mit dem Wiener Modell hat die Stadt gemeinsam mit Wien Energie einen in internationalen Fachkreisen viel beachteten Weg beschritten. Zentrale Elemente des Wiener Modells sind die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme durch **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**, die Nutzung von Energie aus thermischer Abfallentsorgung, der Einsatz erneuerbarer Energieträger und umfassende Effizienzdienstleistungen für VerbraucherInnen.

Die Basis des Wiener Modells bildet die Einsparung von Primärenergieträgern durch die Nutzung von Abwärme. Diese bei der Stromerzeugung in den kalorischen Kraftwerken entstehende Abwärme wird nicht in die Luft geblasen, sondern als Fernwärme genutzt. Die Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht die kombinierte Strom- und Fernwärmeerzeugung bei maximaler Nutzung des Energieinhalts der Brennstoffe. Auch die Müllverbrennungsanlagen nutzen die thermische Energie des Abfalls für die Fernwärmeproduktion. Zentrales Element der Kraft-Wärme-Kopplung und ein wichtiger Faktor für Eigenständigkeit und Unabhängigkeit der Stadt sind die kalorischen Kraftwerke.

Wien Energie verfügt über einen großen **Kraftwerkspark**, der u.a. aus Gas- und Dampf-Kombikraftwerken für die Kraft-Wärme-Kopplung besteht. Werden die Strombezugsrechte etwa aus Donaukraftwerken zugeordnet, verfügt der Wiener Energieversorger über eine jährliche Erzeugungskapazität von knapp 2.000 MW (Megawatt) Strom. Bei einer Absatzmenge von rund 9,3 Mio. MWh wird eine Eigendeckungsquote von rund 70 % erzielt. In Wien arbeiten kalorische Kraftwerke an

den Standorten Simmering, Donaustadt und Leopoldau.

Im Fokus des Wiener Modells steht der forcierte Einsatz von **erneuerbarer Energie**. Die Nutzung regenerativer Energiequellen hat in Wien eine lange Tradition. Schon seit mehr als 100 Jahren liefern Wasserkraftwerke Strom für die Stadt, und das erste Windrad ging vor 15 Jahren auf der Donauinsel in Betrieb. Um die Wiener Energieversorgung nachhaltig und ökologisch verträglich zu gestalten und um von fossilen Brennstoffen unabhängiger zu werden, kommt eine Vielfalt an unterschiedlichen Energiequellen und modernen Technologien zum Einsatz. Wien Energie betreibt zahlreiche Kleinwasserkraftwerke, Wind-, Biogas-, Photovoltaik- und Biomasse-Anlagen. Am Kraftwerksstandort Simmering wird seit 2006 Wald-Biomasse für die CO₂-neutrale Strom- und Fernwärmeproduktion genutzt. Eine Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energie wird u.a. das gerade im Bau befindliche Geothermiekraftwerk Aspern/Ebling bewirken.

Wien Energie Facts 2010 / 2011

Eigenproduktion Strom	6.899.144 MWh
Eigenproduktion Fernwärme	6.192.300 MWh

Quelle: Wien Energie Jahrbuch 2010/11

Deutlich ausbauen wird Wien Energie den Anteil der erneuerbaren Energien. Im Jahr 2030 soll bei der Energieerzeugung der Wien Energie 50 % aus Erneuerbaren stammen. Derzeit liegt deren Anteil bei der Stromproduktion in Wien bei 11 % und bei der Wärmeproduktion bei 18 %.

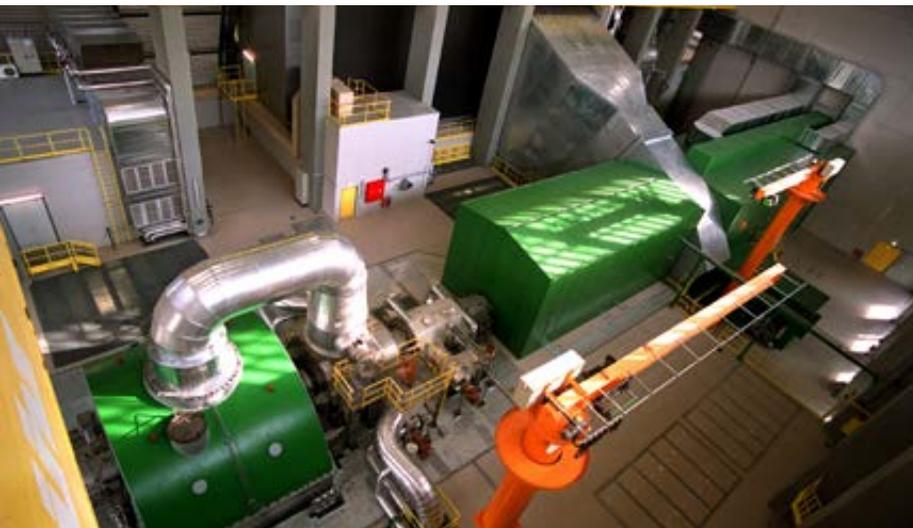
Durch die Umsetzung ambitionierter **Klimaschutzziele** in Österreich und Europa kommt es in den nächsten Jahrzehnten zu einem starken Ausbau erneuerbarer Energien. Das Wiener Modell steht damit vor neuen Herausforderungen und muss an diese Situation angepasst werden. Es werden in Zukunft vermehrt schwankende erneuerbare Energien die Versorgung sicherstellen. Die Städte, als große Verbraucher im System, müssen an dieses Angebot angepasst werden. Städte

werden in Zukunft Energie verbrauchen und speichern, wenn diese im Überfluss da ist und in Mangelzeiten Energie aus Speichern und flexiblen Anlagen beziehen. Durch das Wiener Modell und seine Bausteine werden jährliche Einsparungen von etwa 4,2 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen erzielt.

1.8 KWK-Trick

Das Prinzip der **Kraft-Wärme-Kopplung** (KWK) ist einfach aber wirkungsvoll. Bei herkömmlichen kalorischen Kraftwerken wird die anfallende Wärmeenergie nur zur Stromerzeugung genutzt. Bei der Kraft-Wärme-Kopplung werden Gasturbine und Dampfturbine (GuD) kombiniert und die Energie sowohl zur Strom- als auch zur Fernwärmeproduktion verwendet. Dadurch kann der Wirkungsgrad gegenüber konventionellen Kraftwerken verdoppelt werden. Der Wirkungsgrad bezeichnet das Verhältnis von abgegebener zu aufgewendeter Energie, d.h. wie viel Strom bzw. Wärme bei der Verbrennung von Erdgas im Verhältnis zum Brennstoffeinsatz gewonnen wird.

Maschinenhalle Kraftwerk Donaustadt 3 © Hans Prammer, Wien Energie



In einem dreistufigen Ablauf wird bei KWK-Anlagen ein deutlich höherer Wirkungsgrad erreicht. Der Gasturbinen-Generator produziert den Hauptanteil des Stroms. Die Abwärme der Gasturbine wird zur Erhitzung von Wasser genutzt. Dieser Dampf treibt eine Turbine an. Durch diese **Kombination von Gas- und Dampfturbine** (GuD) steigt der Wirkungsgrad erheblich an. Modernste GuD-Kombikraftwerke erzielen einen elektrischen Wirkungsgrad von 50 % bis 60 %. Konventionelle Kraftwerke zur Stromerzeugung erzielen hingegen nur etwa 40 % Wirkungsgrad. Mittels KWK verwenden moderne GuD-Kombikraftwerke einen Teil des Wasserdampfes zusätzlich für die Fernwärmeversorgung. Dadurch kann der Gesamtwirkungsgrad auf bis zu 86 % angehoben werden. Zum Vergleich: Ottomotoren erzielen 10 % bis 30 % und Dieselmotoren 15 % bis 35 % Brennstoffnutzungsgrad.

Die Stadt Wien setzt bei der Strom- und Fernwärmeerzeugung schon seit langem auf die Kraft-Wärme-Kopplungstechnologie. Da die Brennstoffenergie optimal ausgenutzt wird, ist deutlich weniger Brennstoff für den Kraftwerksbetrieb notwendig, und es werden dadurch bzw. durch moderne Filtertechnologie erheblich weniger Luftschadstoffe emittiert. Bereits in den 1960er-Jahren errichtete die Stadt Wien Müllverbrennungsanlagen, die erstmals den Abfall zur Fernwärmeerzeugung verwerteten.

Die Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung setzt ein leistungsstarkes Fernwärmenetz voraus. Derzeit speisen 18 Erzeugungsanlagen an elf Standorten Heißwasser in das 1.200 km (Kilometer) lange **Fernwärmenetz** ein. Rund ein Drittel aller Wiener Haushalte und etwa 5.800 Großabnehmer werden mit Raumwärme und Warmwasser versorgt. Wien Energie plant, den Anteil am Wiener Wärmemarkt bis zum Jahr 2020 von derzeit rund 35 % auf 50 % zu steigern. Etwa zwei Drittel der gesamten Wärmeerzeugung stammen aus KWK-Anlagen zur gemeinsamen Produktion von Strom und Wärme, rund ein Drittel aus



Wärmespeicher © APA-Grafik, Wien Energie

Abfallverwertung und aus Heizwerken, die Bedarfsspitzen abdecken.

Wien Energie verfügt über einen großen **Kraftwerkspark**, der aus GuD-Kombikraftwerken und aus Erzeugungsanlagen besteht. GuD-Kombikraftwerke arbeiten an den Standorten Simmering, Donaustadt und Leopoldau. Diese Anlagen haben einen Anteil von rund 89 % an der Stromerzeugung von Wien Energie. **Repowering** ist quasi so etwas wie Kraftwerks-Tuning, bei dem das Leistungsvermögen gesteigert wird. Die Gasturbinen-Technologie hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht und ermöglicht höhere Wirkungsgrade und damit eine effizientere Brennstoffnutzung. Um diese Vorteile zu nutzen und die Kapazität auszubauen, wurde am Standort Simmering ein Repowering-Projekt eingeleitet.

Die neue GuD-Anlage **Simmering 1** wurde 2009 in Betrieb genommen. Mit einer elektrischen Leistung von 710 MW (Megawatt) bei einer Fernwärmeleistung von 450 MW wurde die Kapazität nahezu verdoppelt. Simmering 1 kann für rund 800.000 private Haushalte und mehr als 7.000 gewerbliche KundenInnen Strom erzeugen und etwa 200.000 Haushalte mit Wärme versorgen. Im Zuge des Repowering wurde das Kraftwerk

Simmering 2 zu einem Reservekraftwerk und zur Abdeckung von Bedarfsspitzen mit einer Leistung von 63 MW elektrisch und 150 MW thermisch ausgebaut. Das 1992 gebaute und mit allen modernen Rauchgasreinigungsanlagen ausgestattete GuD-Kombikraftwerk **Simmering 3** produziert Strom für rund 480.000 Haushalte und Wärme für rund 150.000 Haushalte.

Die GuD-Anlage **Leopoldau** steht im Winter im KWK-Einsatz zur Strom- und Fernwärmeerzeugung zur Verfügung und dient im Sommer als Reserve und zur Abdeckung von Spitzenlasten, da die Anfahrtszeit vom Startbefehl bis zum Erreichen der Nennlast mit elf Minuten extrem kurz ist. Das 2001 eröffnete Kraft-

werk **Donaustadt 3** zeichnet sich durch sehr hohe Wirkungsgrade aus. Wird Donaustadt 3 rund 5.500 Volllaststunden (Arbeitszeit bei voller Leistung) pro Jahr eingesetzt, können 800.000 Wiener Haushalte mit Strom und 180.000 Haushalte mit Fernwärme versorgt werden.

Zum Wiener KWK-Kraftwerkspark zählt auch das am Standort Simmering seit 2006 betriebene **Wald-Biomassekraftwerk**. Biomasse ist ein erneuerbarer, nachwachsender Energieträger und hat sowohl wegen der Rohstoffverfügbarkeit als auch der ausgereiften Verstromungstechnologie sehr großes Potenzial zur Energieerzeugung. Um überschüssige Abwärme der Kraftwerke auch in Zeiten geringer Fernwärmenachfrage nicht ungenutzt zu lassen, geht am Gelände des Kraftwerks Simmering 2014 ein in dieser Form weltweit erstmals errichteter **Hochdruck-Wärmespeicher** in Betrieb. Die jährlich gespeicherte und auch entnommene Wärmemenge dieser 45 m hohen Anlage beträgt rund 145.000 MWh (Megawattstunden). Mit dem innovativen Speicher können pro Jahr etwa 20.000 Haushalte mit Wärme versorgt und rund 11.000 t CO₂ eingespart werden.

Leistung der Wiener Kraftwerke im KWK-Betrieb

KWK-Kraftwerk	Installierte Leistung Strom	Installierte Leistung Fernwärme
Simmering 1	710 MW	450 MW
Simmering 2	63 MW	150 MW
Simmering 3	365 MW	350 MW
Donaustadt 3	347 MW	250 MW
Leopoldau	140 MW	170 MW
Wald-Bio-massekraftwerk Simmering	16 MW	37 MW

Quelle: Wien Energie Jahrbuch 2010/11

Durch KWK wird im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom und Fernwärme in Wien der jährliche CO₂-Ausstoß um etwa 700.000 t reduziert. Der Wiener KWK-Trick ist eine international viel beachtete Strategie zur optimalen Energieausbeute. Auch die Europäische Union hat festgestellt, dass der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung vor allem in **Ballungszentren** sinnvoll und das Potenzial in den Mitgliedsstaaten nicht genügend ausgeschöpft ist. Durch KWK können Energieeinsparungen erzielt werden, deshalb soll die europäische Erzeugung von KWK-Energie von 9 % auf 18 % verdoppelt werden. Dies würde die gesamten CO₂-Emissionen der EU um 4 % reduzieren.

1.9 Wiener Netze

Wir drücken auf den Lichtschalter, es wird hell, und uns ist meist nicht bewusst, dass genau in diesem Moment der Strom auch erzeugt werden muss. Es benötigt nicht nur Energie produzierende Anlagen, sondern auch ein hochkomplexes System an Netzen, damit die Energie sicher und in ausreichender Menge zu uns kommt. Ohne diese **Lebensadern** ist der Alltag nicht mehr vorstellbar. Wie gut die Energieversorgung in Wien funktioniert, erschließt sich erst dann, wenn technische Pannen für kurze Zeit die alltägliche Routine durchbrechen.

Effiziente Energienetze sind die Voraussetzung für das Funktionieren einer modernen Gesellschaft. Lebensqualität, Standortattraktivität und internationale Wettbewerbsfähigkeit stehen in engem Zusammenhang mit der Qualität der Energieinfrastruktur. Permanenter Ausbau und Instandhaltung der Netzinfrastruktur garantieren eine hohe Versorgungssicherheit und damit die wirtschaftliche Entwicklung Wiens. Mit Strom-, Gas-, Fernwärme- oder digitalem Datentransport betreiben die Wiener Stadtwerke wichtige Infrastrukturnetze der Stadt Wien.



Erdgasverteils- und Regelsystem
© Wien Energie Gasnetz

Der österreichische Markt für Elektrizität und Erdgas ist seit 2001 bzw. 2002 vollständig liberalisiert und unterliegt den Regeln des freien Wettbewerbs. Eine der Grundbedingungen des liberalisierten Marktes, in dem kein Unternehmen über ausgeprägte Marktmacht verfügt, ist das so genannte **Unbundling**, die Trennung des Monopolbereiches Netz von den im Wettbewerb stehenden Bereichen Erzeugung, Handel und Vertrieb.



Umspannwerk Nord © Walter Luttenberger, Wien Energie

Wiener Energie- und Kommunikationsnetze

Stromnetz	22.670 km
Gasnetz	3.490 km
Fernwärmenetz	1.167 km
Glasfaserkabel (blizznet)	1.200 km

Quelle: Wien Energie Jahrbuch 2010/11

Das **Wiener Stromnetz** ist rund 22.700 km lang, das entspricht einer Kabellänge von Wien über New York und Los Angeles bis nach Neuseeland. Rund 83 % des Netzes bestehen aus unterirdisch verlegten Erdkabeln, lediglich 17 % sind Freileitungen. Seit ihrer Gründung im Jahr 2005 ist die Wien Energie Stromnetz GmbH für die Sicherung der Versorgungsqualität sowie für Instandhaltung und Ausbau des Stromnetzes verantwortlich. In Wien wird als oberste Spannungsebene ein 400 kV-Netz (400 Kilovolt-Netz) in Kombination mit einem 110 kV-Verteilungsnetz im städtischen Bereich betrieben. Für ein stabiles Netz ist eine gute Verknüpfung mit überregionaler Anbindung notwendig. Wien hat zwei Knoten zum europäischen 400 kV-Netz über die Süd-Ost-Einspeisung und die Nord-Einspeisung über den Bisamberg.

Über diese Hochspannungsebene wird die elektrische Energie auch von den Wiener Kraftwerken zu den Umspannwerken transportiert. Damit Strom auch tatsächlich verwendet werden kann, muss er auf die geeignete Spannungsebene gebracht werden. In mehreren Schritten wird die Spannung in 42 Umspannwerken und den Trafostationen auf eine niedrigere Spannung im Verteilernetz herabgesetzt. Die elektrische Energie wird so lange reduziert, bis die Spannung 230 V (Volt) erreicht, die die VerbraucherInnen benötigen. Neben dem Drehstromnetz (Dreiphasen-Wechselstrom) betreibt Wien Energie auch ein Gleichstromnetz für die Energieversorgung von Straßen- und U-Bahnen und ein Fernwirknetz für den Austausch von Messdaten und die interne Kommunikation. Wien Energie ist mit einem Netz von 1.200 km auch der größte Glasfaser-Netzbetreiber Wiens.

Das Unternehmen **Wien Energie Gasnetz GmbH** ist gemessen an der Zahl der KundenInnen und der Durchleitungsmenge der größte Gasnetzbetreiber in Österreich. Es versorgt rund 123.000 Hausanschlüsse mit Erdgas. Mit über 670.000 Gaszählern wird der individuelle Gasverbrauch aller KundInnen festgestellt. Die jährlich durchgeleitete Erdgasmenge beträgt



rund 2,3 Mrd. m³ (Kubikmeter). Die Länge des Wiener Gasnetzes mit rund 3.500 km entspricht in etwa der Entfernung von Wien bis zu den Kanarischen Inseln. Das Gasnetz in Wien ist auf dem modernsten Stand der Technik und eines der sichersten in Europa. Um eine reibungslose Versorgung zu gewährleisten, gehören zur gasrelevanten Infrastruktur neben Hochdruck-Transportleitungen auch Niederdruckleitungen, Gasregelsysteme und Speicher. Im Oktober 2011 wurde in Leopoldau ein unterirdischer Erdgas-Röhrenspeicher mit einem Speichervolumen von 500.000 m³ fertiggestellt, der zur Abdeckung von Leistungsspitzen und der Überbrückung von etwaigen Lieferengpässen dient.

Im Untergrund der Stadt verläuft auch das in sich geschlossene Verbundnetz der **Fernwärme**. Die aktuelle Länge des Rohrleitungssystems von etwa 1.200 km entspricht in etwa der Luftlinie von Wien bis Sizilien. Das Netz teilt sich in Primärleitungen, die Haupttransportleitungen und in Sekundärleitungen. Im Primärnetz werden große Wärmemengen bei hohem Druck und Temperaturen von max. 160 °C durch ganz Wien transportiert. In Übergabestationen wird das Heißwasser an die sekundären Netze übergeben und mit einer Temperatur von max. 90 °C und geringerem Druck zu den KundInnen geleitet. Dadurch kann die Wärmeverteilung in lokalen Gebieten mit kleineren, wesentlich günstigeren Leitungen erfolgen.

Netzverluste bei der Energieübertragung und -verteilung sind ein zentrales Effizienzthema. Die Stadt Wien liegt bei der Vermeidung von Netzverlusten bei netzgebundenen Energieformen im internationalen Spitzenfeld. Im Stromnetz betragen die Verluste 5,3 %, im Gasnetz 0,3 % und im Fernwärmenetz rund 8,5 %. Um die Effizienz zu steigern und Verluste zu unterbinden, werden die Wiener Netze kontinuierlich optimiert und modernisiert.

1.10 Strom managen

Elektrische Energie lässt sich bis heute in nennenswertem Umfang nicht einfach speichern. Jede Sekunde muss exakt so viel Strom erzeugt werden, wie verbraucht wird. Um die Stromproduktion und den Verbrauch immer im **Gleichgewicht** zu halten, bedarf es einer europaweit abgestimmten Regelung der Versorgungsnetze und der Kraftwerke. Mittels komplexer Maßnahmen wird danach gestrebt, die in Kraftwerken gewonnene elektrische Leistung und die dem Stromnetz entnommene Leistung samt den Transportverlusten im Gleichgewicht zu halten. In Europa wird für das Stromnetz, das so genannte Verbundnetz, eine Netzfrequenz von 50 Hz (Hertz) verwendet. Für ein stabiles Netz ist es notwendig, dass Angebot und Nachfrage synchron sind und sich genau in Waage der vorgegebenen 50 Hz halten. Bei einem Überangebot an Strom besteht die Problematik, dass die Frequenz ansteigt, und bei zu hoher Nachfrage sinkt sie.

Die Nachfrage nach elektrischer Energie unterliegt **Schwankungen**. Nicht nur in Abhängigkeit von der Jahreszeit, auch im Laufe eines Tages treten starke Veränderungen beim Bedarf auf. Strombedarfsspitzen spiegeln so den Lebensrhythmus der Gesellschaft. Die Schwankungen des Stromverbrauches im Laufe eines Tages werden über Lastkurven dargestellt. Diese Diagramme, die sogenannten Tagesganglinien zeigen, dass das Management der Stromnetze eine komplexe Aufgabe ist, um Über- und Unterspannungen im Stromnetz zu vermeiden.

Den Grundbedarf an elektrischer Energie, der unabhängig von allen Schwankungen besteht, nennt man **Grundlast**. In Österreich wird die Grundlast vorwiegend von Laufkraftwerken an Flüssen und kalorischen Kraftwerken bereitgestellt, die rund um die Uhr arbeiten. Erzeugen diese Kraftwerke gerade mehr Strom als im Moment benötigt wird, wird diese Überschussenergie in der Regel dazu verwendet, Wasser in höher gelegene Speicherseen zu pumpen, um es im Bedarfs-

fall später für Bedarfsspitzen zu nutzen. Die zweite Ebene des Strombedarfs ist die gut vorhersehbare **Mittellast**. Dabei handelt es sich um stundenweise Belastungen des Stromnetzes morgens, mittags und abends, die sich als regelmäßige Ausbuchtung der Lastkurve oberhalb der Grundlast zeigen. Wenn oberhalb der Mittellast zusätzliche Belastungsspitzen auftreten, muss jeden Moment vorgesorgt sein. Bei dieser **Spitzenlast** kommen die Generatoren von Speicher- und Gasturbinenkraftwerken zum Einsatz, die innerhalb wenigen Minuten ihre volle Leistung erbringen müssen.

Der Befehl für einen solchen Einsatz zur Spitzenlastabdeckung kommt vom **Lastverteiler**. Jedes Energieversorgungsunternehmen verfügt mit einem Lastverteiler über eine Einsatzzentrale, die die vorhandenen Produktionsanlagen möglichst optimal einsetzt und die Energieverteilung bedarfsgerecht steuert.

Um eine laufende und ausreichende Versorgung mit Strom zu gewährleisten, muss man über den Stromverbrauch und seine langfristigen sowie kurzfristigen Schwankungen genauso Bescheid wissen wie über die zur Verfügung stehenden Produktions- und Anlieferungsmöglichkeiten, und man muss im Ernstfall beides kurzfristig steuern können. Für die **Prognose** des Stromverbrauches der WienerInnen werden sowohl über Jahre gesammelte Erfahrungswerte als auch täglich aktuelle Einflüsse berücksichtigt. Langfristig wird u.a. die Beschaffung der Primärenergie für den Kraftwerkeinsatz in der Jahresplanung festgelegt.

Die Lastprognose ist die Basis für den Einsatz des Kraftwerkparks und für jene Strommenge, die nicht selbst erzeugt werden kann. Dazu werden im Lastverteiler kurzfristige Prognosen erstellt. Jeden Tag wird für den Stromverbrauch die 10-Tages-Prognose mittels spezieller Programme vorausberechnet. Für den aktuellen Tag wird der Trend jede halbe Stunde noch einmal aktualisiert. Nicht nur die Jahreszeit oder der Unterschied



Freileitungen 400 kV Wien Südost © Hans Prammer, Wien Energie

zwischen Arbeitstag oder Wochenende bestimmen den Strombedarf. Für die TechnikerInnen im Lastverteiler ist die **Wetterprognose** eine der wichtigsten Informationsquellen. Ein plötzlich aufziehendes Gewitter, wenn es schlagartig dunkel wird und in allen Haushalten und Büros die Beleuchtung angeht, lässt den Stromverbrauch binnen Minuten stark ansteigen. Laufend beobachten die MitarbeiterInnen das aktuelle Satellitenbild, um Vorkehrungen treffen zu können, wenn sich eine Wolkenfront nähert. Belastungsspitzen im Wiener Stromnetz in der Größenordnung von 150 MW (Megawatt), was etwa 40 % der Leistung des Kraftwerkes Donaustadt entspricht, sind keine Seltenheit.



Freileitungsarbeiten © Wien Energie

Die Kontrolle der Leitungen erfolgt mit Hilfe modernster melde- und steuerungstechnischer Einrichtungen. Ein zur Sicherheit doppelt ausgeführtes Großrechner-system verarbeitet rund um die Uhr 20.000 Meldungen

und 4.000 Messwerte. Mit modernster Technik und mit Spezialgeräten wie der Tonfrequenzrundsteueranlage können ganze Verbrauchergruppen wie die Straßenbeleuchtung ein- oder ausgeschaltet werden. Ändert sich die Nachfrage, wird im Lastverteiler entschieden, welches Kraftwerk oder welche Wiener Hochspannungsleitung zu- oder abgeschaltet werden muss. Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit müssen ebenfalls in der Entscheidungsfindung mitberücksichtigt werden, da zugekaufter Strom meist teurer ist.

Großräumige Stromausfälle sind selten, kommen aber vor und zeigen, dass der Transport von Strom ein technischer Balanceakt ist, um die gleichbleibende Spannung im gesamten Netz zu gewährleisten. Um den Strombedarf Wiens jederzeit vollständig und sicher decken zu können, ist die Anbindung an den europäischen Netzverbund unerlässlich. Schwankungen bei der Erzeugung und beim Bedarf regionaler Stromnetze werden ausgeglichen, indem mehrere regionale Stromnetze miteinander verbunden werden. In Europa sind die Höchstspannungsnetze im europäischen **Übertragungs- und Verbundnetz** (ENTSO-E-Netz) zusammengeschaltet. Europaweit wird Strom mit 400 kV (Kilovolt) ausgetauscht, weil bei dieser hohen Spannung weniger Netzverluste bei der Übertragung anfallen. Wien ist im Norden und Südosten durch zwei Einspeiseknoten an das europäische Transportnetz angebunden.

Eine große Herausforderung für die Stabilität in den Übertragungsnetzen ist die Integration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Vor allem Wind und Sonne liefern Strom nur unregelmäßig und decken sich nicht unbedingt mit dem aktuellen Verbrauch. Bei einem großen Windstromangebot müssen andere Kraftwerke heruntergefahren werden. Konventionelle Kraftwerke lassen sich aber nicht so einfach an- und abschalten, denn die Anfahrtszeit vom Startbefehl bis zum Erreichen der Nennlast benötigt einige Zeit. Naheliegender wäre es, Wind, oder Sonnenstrom zwischenzuspeichern. Die großtechnische Möglichkeit der Speicherung beschränkt sich bis jetzt aber ausschließlich auf die bewährten Pumpspeicherkraftwerke. Dieser Speichertyp ist der einzige derzeit verfügbare,

der bis in den Gigawatt-Bereich Leistung über mehrere Stunden abgeben kann. Geeignete Standorte für Pumpspeicher sind aber europaweit nur begrenzt vorhanden.

NORWEGIAN PEARL 2006

In großen Teilen Europas fiel am 4. November 2006 um 22:10 Uhr der Strom aus. Um die Überführung eines großen Kreuzfahrtschiffes, der Norwegian Pearl, im Emsland zu ermöglichen, wurden zwei Hochspannungsleitungen im deutschen Stromnetz ausgeschaltet. Dabei trat eine Überlastung einer Verbindungsleitung auf, die sich automatisch abschaltete. Wie bei einem einstürzenden **Kartenhaus** schalteten sich quer durch Europa in kurzer Zeit automatisch Leitungen ab, und das europäische Verbundnetz zerfiel in drei Teilnetze unterschiedlicher Frequenzen. Europaweit waren mehr als 10 Mio. Menschen rund 90 min. von der Stromversorgung abgeschnitten. Auch Österreich war von dem Vorfall betroffen, wenn auch in geringerem Ausmaß. Konkret kam es zu einer Auffrennung zwischen West- und Ostösterreich: Im Osten war zu viel Leistung verfügbar, sodass Kraftwerke kurzfristig vom Netz genommen werden mussten. Im Westen hingegen herrschte die Leistungsknappheit. Um einen Totalausfall der Stromversorgung zu verhindern, mussten kurzfristig Großverbraucher abgeschaltet und zusätzliche Speicherkraftwerke zur Stützung der Stromversorgung in Betrieb genommen werden. Die Ausfallzeiten durch die Umschaltungen dauerten Sekunden und in manchen Regionen wenige Minuten. Laut Untersuchungen war die für Schiffsüberführung notwendige Leitungsabschaltung mangelhaft geplant und kurzfristige Änderungen waren anderen Übertragungsnetzbetreibern nicht rechtzeitig mitgeteilt worden. Diese hatten keine Chancen, ihre Stromerzeugungs- und Netzkapazitäten an die veränderten Bedingungen anzupassen.

1.11 Holz spart CO₂

Erneuerbare oder regenerative Energieträger sind Energieträger, welche sich ständig auf natürliche Weise erneuern. Treibende Kraft für fast alle energetisch nutzbaren Quellen ist die Sonneneinstrahlung. Diese kann direkt in Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen genutzt werden. Indirekt nutzen wir die Sonne in Form von Wind, Biomasse, Erdwärme und Wasserkraft.

Kohlenstoff (C) ist ein elementarer Baustein des Lebens. Rund 50 % der pflanzlichen Trockenmasse bestehen aus Kohlenstoff. Pflanzen sind in der Lage, Sonnenenergie aufzunehmen und chemisch zu speichern, dabei werden Wasser und das aus der Luft aufgenommene CO₂ unter Aufnahme von Sonnenenergie in Traubenzucker (Glukose) umgewandelt. Durch diesen Prozess der **Fotosynthese** sind Pflanzen in der Lage, Biomasse aufzubauen. Die von Pflanzen als Primärproduzenten erzeugte Biomasse wird in Folge von Menschen und Tieren genutzt. Unter Biomasse wird sämtliches durch Fotosynthese direkt oder indirekt erzeugtes organisches Material subsumiert, das im Gegensatz zu

den fossilen Energieträgern nicht über geologische Prozesse verändert wurde. Die Gesamtheit der Massen an Lebewesen, abgestorbenen Organismen und organischen Stoffwechselprodukten gilt als Biomasse. Grundsätzlich wird zwischen fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse unterschieden.

Die während des Pflanzenwachstums aus der Sonnenenergie gewonnene chemisch gebundene Energie in den Pflanzen, wird durch Verrottung oder Verbrennung wieder freigesetzt. Im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern verbrennt Biomasse **CO₂-neutral**, denn es wird genau jene Menge CO₂ freigesetzt, die die Pflanze der Atmosphäre davor entnommen hat und die damit dem natürlichen CO₂-Kreislauf unterliegt. Eine Fichte mit einer Holzmasse von einem fm (Festmeter) speichert im Laufe ihres Lebens zumindest 200 kg C und entnimmt der Atmosphäre dazu rund 750 kg CO₂.

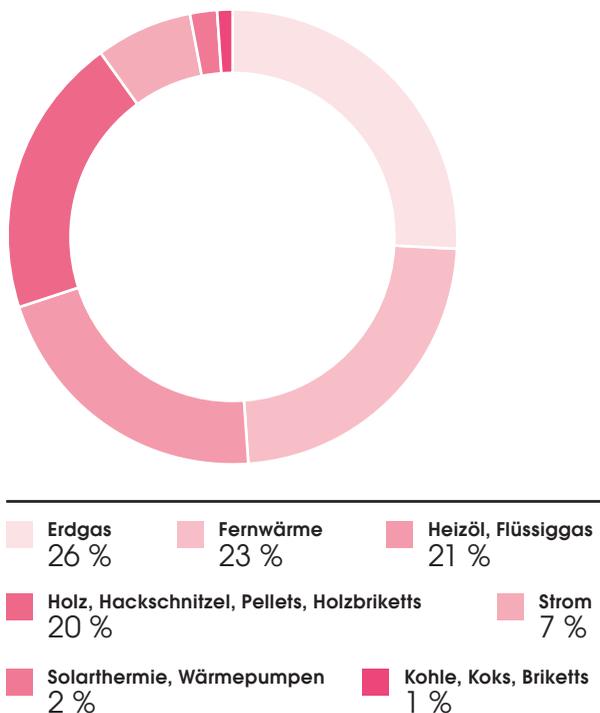
Die in der Biomasse gespeicherte Energie kann zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Die Nutzung von fester Biomasse zur Wärme- und Stromerzeugung dominiert eindeutig und wird in erster Linie im **Niedertemperaturbereich**, also vornehmlich zur Erzeugung von Raumwärme genutzt.

Waldbiomasse Kraftwerk Simmering © Ian Ehm, Wien Energie



Grundsätzlich ist ein Anstieg an Heizsystemen, die erneuerbare Energiequellen nutzen, zu verzeichnen. Laut Datenerhebung der Statistik Austria wurden im Jahr 2010 rund 3,6 Mio. österreichische Haushalte gezählt. 20 % der Haushaltssysteme werden von Biomasseheizungen mit den Brennstoffen Holz, Hackschnitzel, Pellets und Holzbriketts abgedeckt. Die Bandbreite reicht von Einzelöfen, automatischen Kleinfeuerungen, Kachelöfen bis zu Heizwerken, die einzelne Gebäude oder ganze Nah- oder Fernwärmenetze speisen. Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen verzeichnen in ländlichen Regionen den stärksten Anteil und spielen in Wien aufgrund der dichten Fernwärmeversorgung eine untergeordnete Rolle.

Beheizung österreichischer Haushalte 2010



Quelle: Marktanalyse Energieholz 3/2011, klima:aktiv Fachinformation, Hrsg.: BMLFUW, Wien 2011

Ein wichtiger Vorteil von Holz ist die Speicherfähigkeit. Während andere erneuerbare Energien starke Schwankungen in der Erzeugung aufweisen, kann mit Holz der zu einem gewissen Zeitpunkt benötigte Energiebedarf gedeckt werden. Prinzipiell kann jede Art von Holz energetisch verwertet werden. In der Praxis gibt es jedoch mit der stofflichen Nutzung zahlreiche höherwertige Verwendungsmöglichkeiten. Energieholz ist vor allem minderwertiges Holz, das bei der notwendigen Durchforstung der Wälder anfällt bzw. in Plantagen als Energiepflanzen herangezogenes Holz, Restholz aus der Holzverarbeitenden Industrie und Altholz. Österreich ist zu 47 % mit Wald bedeckt und eines der walddreichsten Länder Europas. In den österreichischen Wäldern gibt es zwar große ungenutzte Holzreserven, dennoch ist die Ressource Holz knapp. Um für den steigenden Nutzungsgrad die Versorgung, sowohl für die stoffliche als auch die energetische Nutzung, sicherzustellen, müssen dem österreichischen Markt zusätzliche Energieholzmengen zugeführt werden.

Feste Biomasse hat auch wegen der ausgereiften Technologie großes Potenzial zur **Stromproduktion**. Da bei der Verbrennung von Biomasse mehr Wärme als Strom erzeugt wird, ist es am effizientesten, nicht nur Strom, sondern auch die Wärme in Form von Fernwärme in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen zu produzieren. Die derzeit in Betrieb befindlichen Biomasse-KWK-Anlagen, die mit fester Biomasse betrieben werden, basieren auf zwei Technologien. Mit der bei der Verbrennung entstehenden Wärme wird Dampf erzeugt, der eine Dampfturbine zur Stromerzeugung antreibt. Die andere Möglichkeit ist der Einsatz einer ORC-Turbine (Organic Ranking Cycle), bei der in einem Kreislauf anstelle des Mediums Wasser aus Thermoöl erzeugter organischer Flüssigkeitsdampf für den Turbinenantrieb sorgt.

Die **Substitution fossiler Energieträger** durch feste Biomasse verringert die Emissionen an Treibhausgasen. Um aber bei einem weiteren Ausbau den Bedarf an Biomasse durch inländische Produktion decken zu können, kommt der effizienten Nutzung eine wesentliche Rolle zu. Maximal 40 % der in der Biomasse enthaltenen Energie können in Strom umgewandelt werden.

Die Energieeffizienz bei der Nutzung von Biomasse kann durch eine kombinierte Produktion von Strom und Wärme in KWK-Anlagen erheblich gesteigert werden.

WALDHACKGUT FÜR 48.000 HAUSHALTE

Als größter österreichischer Bereitsteller von nachwachsenden Ressourcen haben die Österreichischen Bundesforste gemeinsam mit Wien Energie 2004 die „Wien Energie Bundesforste Biomasse Kraftwerk GmbH & Co KG“ gegründet und 2006 das Wald-Biomassekraftwerk Simmering in Betrieb genommen. Für den Betrieb des Kraftwerks liefern die Österreichischen Bundesforste Holz, das nicht zur stofflichen Nutzung geeignet ist und zu 80 % aus einem Umkreis von maximal 100 km per Bahn und LKW nach Wien transportiert wird. Pro Jahr werden in der KWK-Anlage knapp 190.000 t Waldhackgut verbrannt. Stündlich werden in der Feuerungsanlage rund 24 t verfeuert und damit jährlich 37 MW (Megawatt) Fernwärme und rund 15 MW Strom produziert. Mit der gewonnenen Energie werden pro Jahr 48.000 Haushalte mit Strom und 12.000 Haushalte mit Wärme versorgt. Bei einem Brennstoffnutzungsgrad bis zu 80 % werden im Vergleich zu fossilen Brennstoffen rund 140.000 t CO₂ eingespart.

Betreiber	Wien Energie
Biomassebedarf	190.000 t Waldhackgut und Rinde (625.000 Schüttraummeter) pro Jahr
Generatorleistung	max. 24,5 MW elektrisch
Fernwärmeauskoppelung	max. 37 MW thermisch
Leistung Fernwärmebetrieb	16 MW elektrisch, 37 MW thermisch
Durchschnittliche Betriebszeit	8.000 Volllaststunden/Jahr
Anlagenwirkungsgrad	80 %
In Betrieb	seit Mitte 2006
Bauzeit	20 Monate
Investitionssumme	52 Mio. Euro
Adresse	1110 Wien, 1. Haidequerstr. 1
Öffentliche Verkehrsmittel	Autobus 72A Station E-Werk

Quelle: Wiener Energieprojekten auf der Spur,

Hrsg.: Magistratsabteilung 20 - Energieplanung, Wien 2012

1.12 Wind um Wien

Vereinfacht erklärt, entsteht Wind durch Sonneneinstrahlung. Dunkle Landmassen werden von der Sonne stärker erwärmt und geben Wärme an darüberliegende Luftmassen ab. Aufgrund einer unterschiedlichen Erwärmung der Erdoberfläche kommt es zur Ausbildung von Luftdruckunterschieden. Die Luft ist bestrebt, die Druckunterschiede auszugleichen und strömt daher von Gebieten höheren Druckes in Gebiete niedrigeren Luftdruckes. Die Windgeschwindigkeiten nehmen von Küstenbereichen landeinwärts ab. Über Landflächen treten größere **Windgeschwindigkeiten** auf Anhöhen und in offenen Ebenen mit wenigen Hindernissen auf.

Windkraftanlagen nutzen die Bewegungsenergie des Windes zur Umwandlung in elektrische Energie. Parameter, die den Energieertrag beeinflussen, sind die Windgeschwindigkeit, die Seehöhe und die so genannte Erntefläche, die von den Rotorblättern durchquert wird. Höhenluft enthält aufgrund der geringeren Masse weniger Energie. Die Windgeschwindigkeit wirkt sich zur dritten Potenz auf den Energieertrag aus, was bedeutet, dass eine geringfügig höhere Windgeschwindigkeit zu stark erhöhten Erträgen führt. Die Technik hat sich in den letzten Jahren rasant entwickelt, und es gibt verschiedenste Arten und Bauformen von Windrädern. Auftriebsläufer mit horizontaler Drehachse sind die am weitesten verbreitete Form von Windenergie-Anlagen. Die **Rotorblätter** sind wie Flugzeugflügel geformt und nutzen den Auftrieb, der durch Unterdruck entsteht, wenn die Luft unterschiedlich lange Wege um ein Hindernis nehmen muss. Zum Einsatz kommen in der Mehrzahl Windräder mit drei Rotorblättern.

Ab einer Windgeschwindigkeit von etwa 3 m/s (Meter pro Sekunde), das sind etwas mehr als 10 km/h (Stundenkilometer), beginnen Windräder die Energieproduktion. Die wirtschaftliche Produktion beginnt jedoch erst ab Windgeschwindigkeiten von rund 5 m/s. Um die Lebensdauer zu erhöhen und Störungen zu



Windpark Unterlaa © Wien Energie

vermeiden, schalten Windkraftwerke ab 25 bis 30 m/s (90 bis 110 km/h), das ist zum Beispiel ein Gewittersturm, automatisch ab. Die Stromproduktion durch Windkraftanlagen unterliegt Schwankungen, diese müssen in windlosen Phasen durch die Reservekapazitäten anderer Kraftwerke aufgefangen werden.

Mitte des 19. Jahrhunderts arbeiteten in Europa rund 200.000 Windmühlen, vorwiegend eingesetzt zum Mahlen von Getreide. In Holland, dem Land der Windmühlen, war Windenergie auch der Motor zur Entwässerung der Deiche. Die Moderne der Windkraftnutzung für die Stromerzeugung begann in **Dänemark**. Um 1900 sollten Windkraftanlagen die Elektrifizierung und damit die Entwicklung der ländlichen Gebiete vorantreiben. Die erste Ölkrise im Jahr 1973 und die darauf folgende Reaktion der Regierenden, die Abhängigkeit von den Erdöl exportierenden Ländern durch den Ausbau von Atomkraftwerken zu verringern, veranlasste dänische Gegner dieser Energiepolitik zu einer Rückbesinnung auf frühere Erfahrungen und zum Eigenbau einer ersten netzgekoppelten Windkraftanlage. Ein neues Steuerabschreibungsmodell in Kalifornien förderte 1985 den Durchbruch der Technologie. Aus den dänischen Werkstätten waren mittlerweile Industriebetriebe geworden, die in annähernd weltweiter

Alleinstellung funktionierende Windkraftwerke produzieren konnten. Nach dem Bau der ersten Windparks im Westen der USA verebbte das lukrative Geschäft durch das Auslaufen der Steuerregelung. Unterstützung erhielten die Produzenten von der dänischen Politik, die die umweltfreundliche Energieform anerkannte und förderte. Ende 2010 stellten Windkraftwerke mit einer installierten Leistung von rund 3.800 MW (Megawatt) rund 20 % des in Dänemark benötigten Stroms bereit. Einen weiteren Entwicklungsschritt bewirkte 1991 in Deutschland das Stromeinspeisungsgesetz, das den Betreibern von Windenergie-Anlagen wirtschaftliche Einspeisetarife sicherte. Daran anknüpfend folgten viele weitere Länder dem dänisch-deutschen Vorbild.

Bis Anfang der 1990er-Jahre nahmen EnergieexpertInnen an, dass das Windpotenzial in Österreich für eine Nutzung durch Windkraft-Anlagen unzureichend sei. Messungen von Windenergiepionieren bewiesen das Gegenteil. 1994 wurde im Marchfeld die erste größere Windkraft-Anlage Österreichs mit einer Leistung von 150 kW (Kilowatt) errichtet. Das zunächst gemächliche Wachstum begann erst mit dem **Ökostromgesetz 2002** rasant zu steigen. In den ersten drei Jahren bewirkten das Gesetz und die geförderten Einspeisetarife einen jährlich Ausbau an Windkraftanla-

gen von durchschnittlich 230 MW. Stark einschränkend erwies sich eine Gesetzesnovelle 2006, in deren Folge zwischen 2007 bis 2009 fast keine Windkraftanlagen in Österreich errichtet wurden. Neuerliche Novellierungen und insbesondere das neue Ökostromgesetz 2012 kurbelten den Ausbau in Österreich wieder an.

Die räumliche Verteilung der errichteten Windkraftanlagen macht die begünstigten Gebiete in Österreich ersichtlich. In der gesamten **Ostregion Österreichs** herrschen besondere meteorologische Gegebenheiten vor. Die Nordwestströmung, die vom Atlantik her kommt und die Ostwinde aus der Pannonischen Tiefebene machen das Nordburgenland und das niederösterreichische Weinviertel zur bevorzugten Windregion. Neun von zehn errichteten Windrädern stehen in Ostösterreich. Die restlichen 10 % verteilen sich größtenteils auf Oberösterreich und die Steiermark.

Aus langjährigen Windmessreihen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) wurde Mitte der 1990er-Jahre mittels eines Windfeld-Analysemo- dells ein **Windkataster** für den Großraum Wien erstellt, um das Potenzial der jährlich lukrierbaren Energiegewinnung zu berechnen. Die geografische Auswertung wurde für unterschiedliche Nabenhöhen der Windräder erstellt, da die Erdoberfläche und sogenanntes raues Gelände bremsend wirken und in größeren Höhen die Windgeschwindigkeit zunimmt. Günstige Windverhältnisse weisen vor allem die Gebiete im Norden und Osten von Wien sowie die Donauuferbereiche entlang der Donauinsel auf. Diese Berechnungen in den 1990er-Jahren ergaben auch, dass diese Windkraftanlagen nur einen ganz kleinen Anteil des Wiener Strombedarfes decken könnten. Unabhängig von den Fragen des Naturschutzes, der Anrainerproblematik durch Lärmbelästigung und ohne Berücksichtigung der Ungleichheit zwischen Angebot und Nachfrage sind damit die Grenzen der Windenergienutzung aufgrund fehlender Flächen im Ballungsraum Wien klar ersichtlich.

Der Wiener Beitrag zur Energieaufbringung mittels leistungsstarker Windgeneratoren wird also flächenbedingt bescheiden bleiben. Derzeit stehen auf Wiener

Gebiet neun Anlagen. In Wien wird der zielführende Weg der **Kooperation und Partnerschaft** gegangen. An diversen Beteiligungsmodellen sind übrigens laut IG Windkraft rund 7.000 ÖsterreicherInnen finanziell engagiert.

Nachdem Wien Energie bereits im Jahr 1997 die erste Windkraftanlage auf der Donauinsel nahe der Stein- spornbrücke errichtet hat, wurden in Folge Windparks in größerer Zahl mit langjährigen Partnern realisiert. Mit den Windkraftwerken in Unterlaa, Pama-Gols, Zurn- dorf und auf der Rattener Alm beschränkte sich das Einsatzgebiet zuerst auf Wien, Niederösterreich, die Steiermark und das Burgenland. 2008 startete Wien Energie mit der Inbetriebnahme des Windparks Levél in Ungarn mit den Auslandsaktivitäten am Windsektor. 2012 entstand in der Marchfeldgemeinde **Glinzendorf** in einem Kooperationsprojekt ein neuer Windpark mit neun Windrädern und einer Gesamtleistung von rund 18 MW. Alleine diese Anlage spart jährlich rund 28.000 t CO₂ und versorgt rund 12.500 Wiener Haushalte. Weitere Windparks von Wien Energie insbesondere in Österreich werden folgen.

WINDFAKTEN

In Österreich sind derzeit knapp 700 Windkraftwerke mit einer Leistung von mehr als 1.000 MW (Megawatt) in Betrieb. Zum Vergleich: Das nie in Betrieb gegangene Kernkraftwerk Zwentendorf hätte eine Leistung von ca. 700 MW gehabt. Das neue Ökostromgesetz 2012 kurbelt den Ausbau in Österreich wieder an. Bis 2015 werden deutlich über 2.000 MW Windkraft installiert sein. So könnten alle Wiener Haushalte, mit sauberem Windstrom versorgt werden. Laut European Wind Energy Association (EWEA) wuchs im Jahr 2011 die Leistung der Windenergie in Europa gegenüber dem Jahr 2010 um 11 % auf rund 94.000 MW. In einem durchschnittlichen Windjahr erzeugen die Windenergie-Kraftwerke in der EU 204 Mio. MWh Strom. Die Windkraft deckt damit rund 6 % des europäischen Stromverbrauchs und vermeidet europaweit jährlich deutlich mehr als 100 Mio. t CO₂. Zum Vergleich: Das ist weit mehr als der gesamte CO₂-Ausstoß Österreichs ausmacht, der pro Jahr etwa 90 Mio. t beträgt.

In unterschiedlichen Beteiligungsmodellen sind übrigens rund 7.000 ÖsterreicherInnen finanziell engagiert.

200 M SEEHÖHE IN WIEN

In Unterlaa in Wien-Favoriten liefert seit Dezember 2005 ein geräuscharmer Windpark Strom für Wiens Stromnetz. Die Anlage wurde von einem Tochterunternehmen der Wien Energie errichtet. Der Windpark ist zweigeteilt (Unterlaa-West und -Ost) und umfasst jeweils zwei 60 m hohe Windkraftanlagen. Insgesamt produzieren sie Ökostrom für rund 2.700 Wiener Haushalte und sparen jährlich rund 6.000 t CO₂ ein. Beste Windbedingungen gaben den Ausschlag für den Standort auf 200 Meter Seehöhe im Südosten Wiens. Die Projektverantwortlichen hatten dabei einige Auflagen zu erfüllen. Entgegen der ursprünglichen Planung mit sechs Windrädern konnten nur vier realisiert werden. Grund war ein Einspruch der Flugraumüberwachung Austro Control, die bei der ursprünglichen Variante eine Beeinträchtigung der Radarüberwachung befürchtete. Die Anlagen sind fernüberwacht und schalten sich bei etwaigen Stör- oder Notfällen selbsttätig ab.

Betreiber	Wien Energie
Nabenhöhe	60 m
Rotordurchmesser	54 m
Engpassleistung	4 MW
Regelarbeitsvermögen	ca. 6.700 MWh Strom pro Jahr
Errichtet	2005
Adresse	Unterlaa
Öffentliche Verkehrsmittel	Autobus 17A Station Unterlaa

Quelle: Wiener Energieprojekten auf der Spur, Hrsg.: Magistratsabteilung 20 - Energieplanung, Wien 2012

1.13 Energie der Wiener Dächer

Auch wenn man es an einem Tag mit Nebel oder geschlossener Wolkendecke nicht glauben mag, aber die Gewinnung von Energie aus der Sonne ist auch in unserem Klima möglich und sinnvoll. Jahr für Jahr wird ein Vielfaches des gesamten Wiener Energiebedarfs durch die Sonne eingestrahlt. Der große Vorteil von **Solarenergie** ist, dass sie wie Wind- und Wasserenergie und Energie aus Biomasse auch zu den regenerativen Energien gehört und somit nachhaltig verfügbar und umweltfreundlich ist. Sonnenenergie kann man passiv oder aktiv nutzen. Bei der passiven Anwendung wird ein Gebäude so geplant und nach der Sonne ausgerichtet, dass über große Fenster die energiereiche, langwellige Strahlung in das Innere gelangt. Über Glasvorbauten an der Südseite werden in Kombination mit abgestimmten Speichermassen ebenfalls passive Wärmegewinne erzielt.

Photovoltaikanlage am Amtshaus Bartensteinblock
© MA 20 - Energieplanung



Die aktive Nutzung der Sonnenenergie wird derzeit in erster Linie durch zwei Verfahren umgesetzt. Bei der aktiven Solarnutzung wird die einstrahlende Sonnenenergie durch Solarkollektoren in **Wärme (Solarthermie)** oder durch Solarzellen in elektrischen **Strom (Photovoltaik)** umgewandelt. Die dazugehörigen unterschiedlichen Techniken gelten als ausgereift, um die vorhandene Sonnenenergie effizient zu nutzen.

Eine der saubersten Methoden zur Erzeugung elektrischer Energie ist **Photovoltaik** mittels Solarzellen. Unter Solarzellen versteht man dünne, mit Silizium beschichtete Plättchen, die nach dem photovoltaischen Prinzip direkt elektrischen Strom aus der Sonne erzeugen. Solarzellen aus Silizium werden aus Sand erzeugt, wodurch es weder Rohstoff- noch Entsorgungsprobleme gibt. Während des Betriebs ist keine laufende Wartung notwendig, und es fallen weder Abfallstoffe noch direkte Emissionen an.



Photovoltaikanlage am Weingut Cobenzl © MA 20 - Energieplanung

Solarthermie bezeichnet die Umwandlung der Sonnenenergie in nutzbare thermische Energie. Die verwendete Technik sind Sonnenkollektoren, die Sonnenstrahlen in Wärme umwandeln und weiterleiten. Im Vergleich zu einem sonnigen Tag stehen der thermischen Solaranlage an einem bewölkten Tag im Sommer immer noch bis zu 80 % der Strahlung zur Verfügung, da sie auch die von den Wolken reflektierte diffuse Strahlung nutzt. An einem bewölkten Wintertag sind es immerhin noch rund 25 % der Strahlung eines Sonnentages. Die so gewonnene Wärme wird über

einen Wärmetauscher an einen Speicher abgegeben, der mehr als doppelt so groß wie der tägliche Warmwasserbedarf einer Familie sein sollte. Wird die Solaranlage größer ausgelegt, ist auch die Einspeisung in den Heizkreislauf möglich. Da die mittlere Strahlung während der Heizperiode aber relativ niedrig ist, kann ein Haus mit Sonnenkollektoren allein kaum beheizt werden. Eine standardisierte Solaranlage ist heute innerhalb eines Tags komplett installiert. Meist werden Kollektoren, Speicher und Solarkreis Komponenten im Set angeboten.

Durch die laufende Verbesserung des Wirkungsgrades der **Kollektortechnik** reichen heute meist vier m² (Quadratmeter) Vakuumröhrenkollektoren oder sechs m² Flachkollektoren, um für einen 4-Personen-Haushalt rund 70 % des Jahresbedarfs an Warmwasser zu decken. Eine Solaranlage mit 6 m² Kollektorfläche und 300 l (Liter) Solarspeicher erzeugt in 25 Jahren 60.000 kWh (Kilowattstunden) Energie für die Warmwasserbereitung. Dadurch werden ca. 16 t (Tonnen) CO₂-Emissionen eingespart. Mit 20 m² Kollektorfläche und 1.500 l Speicher werden 200 MWh (Megawattstunden) Energie für Warmwasser und Raumheizung erzeugt. Die Umwelt profitiert durch eine Reduktion von ca. 26 t CO₂.

In Wien liegt die durchschnittliche Sonneneinstrahlung bei rund 1.100 kWh pro m² und Jahr. Das entspricht einem Energiegehalt von jährlich rund 100 l Öl auf jeden Quadratmeter der Fläche der Stadt gerechnet. Damit ist in der Regel genügend Sonneneinstrahlung vorhanden, um Solar-Anlagen effizient zu betreiben. Jede ganzjährig unbeschattete Dachfläche, die nicht mehr als 45 Grad von Süden abweicht, ist daher prinzipiell für die Installation von Solaranlagen geeignet. Auch südseitig angeordnete Fassaden eignen sich sehr gut als Solarflächen. Mehrere Magistratsabteilungen haben gemeinsam eine Analyse des Wiener Potentials der Solarenergie durchgeführt, um die Menge an Sonnenenergie, die im Laufe eines Jahres auf den rund 240.000 Dachflächen von Wien auftrifft, zu ermitteln. Das Ergebnis der Arbeit ist der **Solarpotenzialkataster**, in welchem Strahlungen über 900 kWh pro m² und Jahr ausgewiesen werden. Die geeigneten Standorte auf



den Wiener Dachflächen sind durch farbliche Markierung auf einen Blick zu erkennen. Dies betrifft die solare Nutzung zur Gewinnung sowohl von Wärme als auch von Strom. Für jedes Gebäude in Wien können prinzipielle Informationen über mögliche Eignung für eine Solaranlage abgefragt werden, wie z.B. die Gebäudefläche und die für gute bzw. sehr gute Solarnutzung geeigneten Teile der Dachflächen mit mehr als fünf Quadratmetern zusammenhängender Fläche. Der Solarpotenzialkataster ist eingebettet in die Homepage der Stadt Wien und unter <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/> abrufbar.

Die umfangreichen Analysen haben ergeben, dass mehr als die Hälfte der 52 km² (Quadratkilometer) Wiener Dachflächen theoretisch für eine solarenergetische Nutzung geeignet sind. In Zahlen ausgedrückt heißt das, dass auf einer Stadtfläche von rund 415 km² etwa 55 % der Dächerflächen (rund 29 km²) für die Nutzung von Solarthermie oder Photovoltaik geeignet sind. Das theoretische jährliche Solarthermiepotenzial beträgt 27,3 Mio. MWh (Megawattstunden) bzw. das Photovoltaikpotenzial beläuft sich auf 4,3 Mio. MWh. Das theoretisch größte Potenzial weisen die Außenbezirke Donaustadt, Floridsdorf und Liesing auf.

Solarenergie-Eignung der Wiener Dächer

sehr gute Eignung	21 km ²
gute Eignung	8 km ²
nicht geeignet	23 km ²

Quelle: <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/>

Übrigens wird auch auf dem Dach des Elefantenhauses im Tiergarten Schönbrunn eine thermische Solaranlage mit rund 200 m² Kollektorfläche betrieben. Der Jahreswärmeertrag der Anlage beträgt rund 90 MWh und dient dazu, jene 150.000 l Warmwasser, die für die Duschen und Bäder der Elefanten pro Woche notwendig sind, bereitzustellen.

SOLARSTADT WIEN

Die Nutzung der erneuerbaren Energie ist von zentraler Bedeutung für die Stadt Wien und wird von der „Solarstadt Wien“ umfangreich gefördert.

Solarthermie-Förderung Wien	2007	2008	2009	2010	2011
Förderanträge	331	299	348	250	171
Kollektorfläche m²	4.247	3.418	3.984	3.138	2.085
Fördermittel Mio. Euro	0,84	0,58	0,67	0,53	0,36
Investitionsvolumen Mio. Euro	3,8	3,8	5,2	3,1	2,2

Quelle: <http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/sonne/solarthermie.html>

Photovoltaik-Förderung Wien	2007	2008	2009	2010	2011
Genehmigte Anlagen	37	32	36	90	258
Gesamtleistung KWP (Kilowattpeak)	430	399	235	736	3.361
Ertrag MWh (Megawattstunden)	405	260	212	724	3.025
Fördermittel Mio. Euro	1,0	0,7	0,5	1,2	3,9
Investitionsvolumen Mio. Euro	3,7	2,6	1,6	4,3	13,8

Quelle: <http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/sonne/photovoltaik.html>

DACHFLÄCHEN AM GEMEINDEBAU

Der Hugo-Breitner-Hof im 14. Wiener Bezirk gehört zu den größten Gemeindebauten Wiens. Er besteht aus insgesamt 24 Wohnblöcken für rund 3.500 BewohnerInnen. Dieser Gemeindebau war das erste große Bauvorhaben der Gemeinde Wien nach dem Zweiten Weltkrieg. Auf einer Gesamtfläche von 16,3 Hektar entstand bis 1956 eine richtige Kleinstadt. Der Hugo-Breitner-Hof erhielt als erster Wiener Gemeindebau eine 280 m² große solarthermische Anlage sowie eine Wärmedämmung der Fassaden, Wärmeschutzfenster und Aufzüge. Die Solaranlage versorgt rund 120 Wohnungen mit Energie. Die Sonnenkollektoren decken etwa zwei Drittel des Warmwasserbedarfs.

Betreiber und Generalplaner	Wien Energie
Wohnfläche insgesamt	71.799 m ² verteilt auf 126 Stiegen
Wohneinheiten	ca. 1.270
Wohnfläche von 199 neuen Dachgeschosswohnungen	13.700 m ²
Errichtungskosten Solaranlage	350.000 Euro
Fläche Sonnenkollektoren	280 m ²
Ertrag der Sonnenkollektoren	112.000 kWh/a
Gebäudeerrichtung	1949 – 1954
Sockelsanierung und Solaranlage	2003 – 2007
Adresse	1140 Wien, Linzer Straße 299-325
Öffentliche Verkehrsmittel	Straßenbahn 49 Station Baumgarten

Quelle: Wiener Energieprojekten auf der Spur,
Hrsg.: Magistratsabteilung 20 - Energieplanung, Wien 2012

1.14 Versteckte Wasserkraft

Im Stadtgebiet von Wien treibt das Wasser der Donau das große Laufkraftwerk Freudenau an. Eine Volksbefragung 1991 ergab eine Mehrheit für die Errichtung. In Erinnerung sind vielen Wienerinnen und Wienern wahrscheinlich auch noch die zahlreichen baulichen Maßnahmen wie die Anhebung der Donaubrücken, die im etwa 28 km (Kilometer) langen Stauraum erforderlich waren. Das markante Bauwerk des Verbund, das jährlich rund 1.052.000 MWh (Megawattstunden) Strom erzeugt, ist nicht nur weithin sichtbar, sondern auch aufgrund der Tatsache bekannt, dass seit der Inbetriebnahme 1999 in Österreich keine derartig großen Wasserkraftwerke mehr gebaut wurden.

Dass sich in Wien auch **Kleinwasserkraftwerke** finden, wissen wahrscheinlich nur ausgewiesene EnergieexpertInnen. Nicht nur das Donauwasser, auch Trinkwasser, Kühlwasser und Abwasser treiben kleine Turbinen an und liefern jährlich gut 35.000 MWh CO₂-neutralen Strom. Mit dieser Menge können umgerechnet 17.000 Wiener Haushalte versorgt werden. An der Donau im

Kraftwerk Freudenau finden übrigens pro Jahr mehr als 6.000 Schleusungen statt. Diese Wasserbewegungen nutzt das weltweit erste **Schleusenkraftwerk**. Neu an der Kleinturbine in Größe einer Telefonzelle ist, dass sie beidseitig durchströmt wird und in beliebiger Stückzahl in einer Matrix angeordnet werden kann. Bei diesem Pilotprojekt sind 25 Turbinen in einer Matrix von fünf mal fünf Stück angeordnet. Dieser Maschinenblock kann jährlich 3.700 MWh Strom für rund 1.200 Haushalte produzieren.

Am Einlauf der Donau in den Donaukanal, unter der Schemerlbrücke mit den mächtigen Löwenstatuen, verbirgt sich mit dem **Kraftwerk Nussdorf** die größte Wiener Kleinwasseranlage. Die denk-

malgeschützte, von Otto Wagner geplante Jugendstil-Schleuse bildet seit Jahrzehnten eine funktionierende Hochwasserbarriere. Die energetische Nutzung des Donaukanals war schon lange angedacht, aber erst der Anstieg des Wasserpegels um gut fünf Meter durch den Bau des Donaukraftwerkes Freudenau, das Förderungssystem der Ökostrom-Regelung im Jahr 2002 und die Entwicklung von effizienten Hydromatrixturbinen ermöglichten den Bau. Sichtbare Eingriffe waren aus Denkmalschutzgründen unmöglich, deshalb wurde das Kraftwerk Nussdorf unsichtbar in die Schleusenanlage integriert. Anstelle großer herkömmlicher Turbinen sorgen 12 kleinere Matrixturbinen für eine optimale Nutzung der Wasser-

Wasserkraftwerk Nussdorf © Ian Ehm, Wien Energie



kraft. Seit 2005 werden jährlich etwa 28.000 MWh Strom erzeugt und 10.000 Wiener Haushalte mit bislang brachliegender, erneuerbarer Energie versorgt.

Im Rahmen eines Entwicklungsprojektes wird seit Juni 2012 ein neuer Turbinentyp der österreichischen Firma Kössler im Kraftwerk Nussdorf erprobt. Das Konstruktionsprinzip von **StreamDiver**® ist findig durchdacht. Eine starre Propellerturbine mit einer Leistung von 446 kW (Kilowatt) und direkt angekoppeltem Generator spart Platz, erleichtert den Einbau und reduziert den Wartungsaufwand. Bewährt sich der Prototyp, bietet sich die Chance für ein weites Anwendungsgebiet. Vorsichtige Schätzungen gehen von einem Potenzial derartiger Anlagen von mehreren hundert Gigawattstunden, dem Strombedarf von über 100.000 Haushalten, alleine in Österreich aus.

Das Potenzial der Wasserkraft nutzt auch die **Auslauf-turbine** im Kraftwerk Simmering. Bei dieser Innovation wird das Kühlwasser, bevor es in den Donaukanal fließt, zur Stromerzeugung über eine Kaplanturbine geleitet. Bei einer Leistung von rund 700 kW erzeugt diese Kleinanlage jährlich rund 1.000 MWh elektrischen Strom und kann rund 400 Haushalte versorgen. Eben-

falls in Simmering, in Wiens Hauptkläranlage, arbeitet seit 2009 eine in Österreich einzigartige **Abwasseranlage**, die die Strömungsenergie des geklärten Wassers im Ablauf zum Donaukanal nutzt. Eine Kaplanturbine mit einer Leistung von 385 kW erzeugt jährlich 1.500 MWh Strom, das entspricht dem Stromverbrauch von 500 Wiener Haushalten. Damit können rund 2,6 % des Energiebedarfs der Kläranlage gedeckt werden. Anfang 2006 wurde von den Wiener Wasserwer-



ken mit dem **Trinkwasserkraftwerk Mauer** eine besondere Anlage eröffnet. Eine Francis-Turbine produziert am Ausläufer der 2. Wiener Hochquellenleitung rund 3.000 MWh Strom für rund 1.000 Haushalte pro Jahr.

Dass das Ausbaupotenzial für Wasserkraftwerke im Raum Wien beschränkt ist, liegt auf der Hand. Die wichtige Rolle der Wasserkraft für die Energiewende ist eindeutig, deshalb sind die für eine Großstadt eigentlich untypischen Kleinwasserkraftwerke so wichtig.

WASSERKRAFT IN ÖSTERREICH

In Österreich werden 38 Mio. MWh Strom aus Wasserkraft erzeugt. Das entspricht ca. 58 % des österreichischen Stromverbrauchs. Derzeit speisen mehr als 2.600 Kleinwasserkraftwerke CO₂-freien Ökostrom in das öffentliche Versorgungsnetz ein und decken damit rund 9 % des österreichischen Strombedarfs bzw. versorgen rund 1,6 Mio. Haushalte. Österreich verfügt über ein theoretisches Gesamtpotenzial an Wasserkraft zur Stromerzeugung von 57 Mio. MWh. Aus ökologischen Gründen wären davon rund 13 Mio. MWh umsetzbar. Nach einer Schätzung der österreichischen E-Wirtschaft sind bis 2020 sieben von diesen 13 Mio. MWh auch realisierbar. Bis 2020 könnte also ein Beitrag von 60 % am Stromverbrauch aus Wasserkraft in Österreich erreicht werden. Rund 17 % davon könnten Kleinwasserkraftwerke beitragen.

55.000.000 KUBIKMETER STAU-RAUM

Das Donaukraftwerk Freudenau am unteren Ende der Donauinsel ist eines der modernsten Flusskraftwerke weltweit. Die Donau wird rund 28 km auf eine Höhe von 8,6 m aufgestaut. Der Stauraum misst zirka 55 Mio. m³. Auf der Südseite der Stau-mauer liegen die beiden Schiffsschleusen und am Nordufer das Wehr. Es besteht aus vier Wehrfeldern mit einer Breite von jeweils 24 m. Sechs Maschinensätze erzeugen elektrische Energie für das öffentliche Stromnetz. Die Strom-Einspeisung erfolgt in das 220 Kilovolt-Netz der Austrian Power Grid AG (APG). Bei einem Ausbaudurchfluss von 3.000 m³ pro Sekunde hat es eine tatsächliche mittlere Leistung, über ein Jahr gemittelt, von 0120 MW. Damit kann die Hälfte aller Wiener Privathaushalte mit Strom versorgt werden. Wasserkraft erzeugt hier pro Jahr circa 500.000 t weniger CO₂-Ausstoß als herkömmliche Energiegewinnung.

Betreiber	VERBUND Hydro Power AG
Engpassleistung	172 MW
Regelarbeitsvermögen	1.052 Mio. kWh
Durchschnittliche Fallhöhe	8,6 m
Ausbau durchfluss	3.000 m³/s
Turbinen	6 Kaplan-Rohrturbinen mit 7,5 m Durchmesser
Bauzeit	1992-1998
Adresse	1020 Wien, Am Praterspitz
Öffentliche Verkehrsmittel	U2 Station Krieau - Autobus 80B Station Kraftwerk Freudenau

Quelle: Wiener Energieprojekten auf der Spur, Hrsg.: Magistratsabteilung 20 - Energieplanung, Wien 2012

1.15 Müll ist Energie

Der Blick auf die wachsenden Müllmengen führt uns den Umgang und den rasanten Verbrauch an natürlichen Ressourcen durch die moderne Zivilisation vor Augen. Das Erkennen der **Abfallproblematik** hat zu einem gesellschaftlichen Umdenken geführt, und die Akzeptanz von Mülltrennung und Altstoffsammlung ist mittlerweile hoch. Es bleibt aber immer ein Rest, der zu entsorgen ist. Vor allem sind es jene Güter, die aufgrund ihrer schädlichen Inhaltsstoffe für eine Kreislaufführung als Recycling-Produkte ungeeignet sind und die Abfallwirtschaft vor große Herausforderungen stellen.

Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2011 ist die aktuelle Bestandsaufnahme des Aufkommens, der Verwertung und Beseitigung von Abfällen in Österreich. Demnach beträgt das aktuell ermittelte jährliche **Abfallaufkommen** rund 53 Mio. t (Tonnen), wobei in dieser Mengenangabe rund 23 Mio. t Aushubmaterialien berücksichtigt sind. Im Vergleich zu den Erhebungen aus dem Jahr 2006 ist zwar das gesamte Abfallaufkommen um etwa 500.000 t gesunken, aber das Aufkommen von

MVA Pfaffenau © Wiener Kommunal-Umweltschutzprojektgesellschaft mbH



Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen ist in diesem Zeitraum um rund 14 % angestiegen. Rund 7 % des jährlich anfallenden österreichischen Abfallaufkommens stammt aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen.

Österreichische Haushalte werfen bis zu 170.000 t an angebrochenen und original verpackten Lebensmitteln weg. Im Wiener Restmüll landen pro Person und Jahr rund 40 kg leicht vermeidbare Lebensmittelabfälle, das sind in Summe rund 70.000 t. Um genau diese Menge zu transportieren, braucht es 11.500 Müllfahrzeuge. Der gesamte **Biomasse-Anteil** im Hausmüll beträgt 64 %.

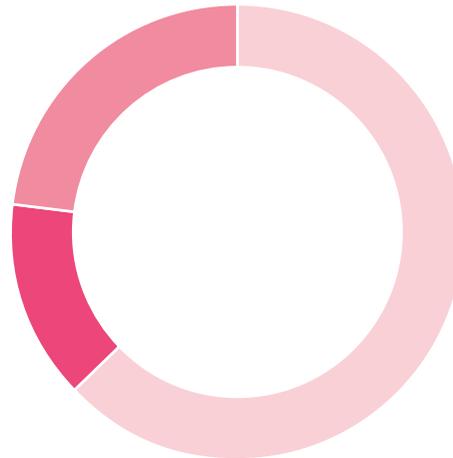
In der österreichischen Deponieverordnung wurde festgelegt, dass unbehandelte Abfälle grundsätzlich nicht mehr deponiert werden dürfen. Die thermische Abfallbehandlung durch Verbrennung nimmt heute eine wesentliche Rolle ein. In Müllverbrennungsanlagen (MVA) werden Schadstoffe mit maximalem Wirkungsgrad zerstört und das zu deponierende Volumen verringert. Mittels strenger Richtlinien werden der Verbrennungsprozess überwacht und Umweltbelastungen durch ausgereifte Abgasreinigungstechnologie vermieden.

Das Konzept, den anfallenden Wiener **Müll als Energiequelle** zu nutzen, hat seinen Ursprung in den 1960er-Jahren. Damals wurden unter zahlreichen Protesten der AnrainerInnen die ersten beiden Müllverbrennungsanlagen gebaut, um mit der so gewonnen Wärme umliegende Spitälner zu versorgen. 1963 wurde die Anlage am Flötzersteig und vier Jahre später jene in der Spittelau in Betrieb genommen. Mittlerweile wurden in Wien vier thermische Abfallverwertungen gebaut, die auf den letzten technischen Stand gebracht und mit moderner Filtertechnologie ausgestattet sind. Auch von jenen WienerInnen, die Wärme aus dem Fernwärmenetz beziehen, wissen nur wenige, dass rund ein Drittel davon aus Müllverbrennungsanlagen stammt. Die gut im gesamten Stadtgebiet verteilten Anlagen Spittelau, Flötzersteig, Simmeringer Haide und Pfaffenau ver-



Thermische Abfallbehandlungsanlage Spittelau © Ernst Schauer, Wien Energie Fernwärme

Verwertung und Beseitigung von Abfällen in Österreich 2009



■ Aufbereitung und Verwertung gesammelter Abfälle
63 %

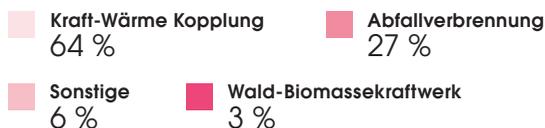
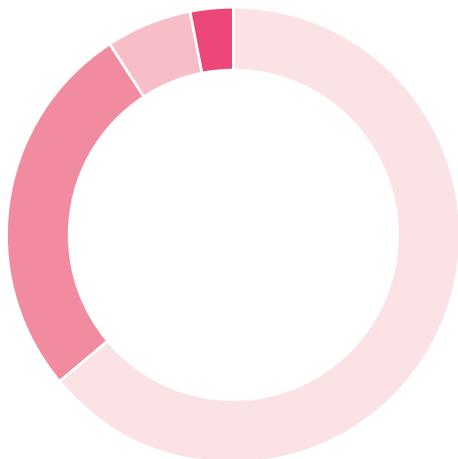
■ Thermische Behandlung
23 %

■ Sonstige Behandlung
14 %

Quelle: Wien Energie Jahrbuch 2010/11, Hrsg.: Wien Energie GmbH, Wien 2011

werten jährlich rund 615.000 t Abfall, Sondermüll und rund 330.000 t Klärschlamm. Die dabei gewonnene Energie in Form von Wärme wird als Grundlast ganzjährig in das Fernwärmeverbundnetz eingespeist. Alle vier Standorte produzieren zusammen rund 1,5 Mio. MWh (Megawattstunden) Fernwärme.

Struktur der Wärmeerzeugung in Wien 2010/11



Quelle: Wien Energie Jahrbuch 2010/11, Hrsg.: Wien Energie GmbH, Wien 2011

In der Abfallbehandlungsanlage **Flötzersteig** können stündlich 25 t Müll verbrannt werden. Jährlich werden an diesem Standort rund 195.000 t Abfall verbrannt und daraus rund 415.000 MWh Fernwärme für rund 50.000 Haushalte produziert. In der wegen ihres auffälligen Hundertwasser-Designs bekannten Anlage in der Spittelau können in zwei Müllkesseln pro Stunde 30 t Hausmüll thermisch verwertet werden. Aus 200.000 t Abfall werden pro Jahr rund 370.000 MWh Wärme erzeugt. Derzeit wird die gesamte Anlage energiewirtschaftlich optimiert, um den Wirkungsgrad von 67 % auf 76 % zu

erhöhen und den Einsatz von Erdgas um fünf Mio. m³ zu reduzieren.

Die Sonderabfall- und Klärschlammbehandlungsanlage **Simmeringer Haide** ist in Österreich die einzige Anlage, in der unter Einhaltung strenger Umweltauflagen Sondermüll und Klärschlamm verbrannt werden. Die Verbrennung und thermische Verwertung von Klärschlamm und Sondermüll wie Altölen, Gewerbe- und Industriemüll, Spitalsmüll, Altmedikamenten und Problemstoffen aus Haushalten verläuft bei Temperaturen von 1.200 °C in zwei Drehrohröfen, deren jährliche Kapazität rund 100.000 t ausmacht. In der Hauptkläranlage werden jährlich rund 200 Mio. m³ (Kubikmeter) Abwasser gereinigt. Der daraus resultierende Schlamm wird in Dickschlamm mit 34 % Trockensubstanz umgewandelt und in vier Wirbelschichtöfen mit Hilfe von Ersatzbrennstoffen wie Restmüll und Altöl verbrannt. Mit der entsorgten Menge von rund 330.000 t pro Jahr werden in der Simmeringer Haide rund 360.000 MWh Fernwärme für mehr als 43.500 Haushalte produziert.

Die **MVA Pfaffenau** ist die zuletzt gebaute Wiener Müllverbrennungsanlage. An diesem Standort werden seit 2008 aus 220.000 t Abfall jährlich Energie in Form von rund 365.000 MWh Fernwärme sowie Strom für den Eigenverbrauch gewonnen. Gemeinsam mit dem angrenzenden Areal der Hauptkläranlage und der Biogasanlage bildet diese Müllverbrennung das Umweltzentrum Simmering. Täglich liefern bis zu 200 Fahrzeuge 770 t Restmüll in die MVA Pfaffenau. Nach dem Verbrennungsvorgang in der Rostfeuerung bei mindestens 850 °C bleiben vom Müll weniger als 30 % nicht brennbare Verbrennungsrückstände zurück. Aschen und Schlacken werden von Eisenmetallen befreit und durch Zugabe von Zement zu einem deponiefähigen Aschen-Schlacken-Beton aufbereitet. Mit den heißen Abgasen aus der Verbrennung wird in Kesselzügen Wasser zum Verdampfen gebracht und mit dem Dampfdruck eine Turbine zur Stromgewinnung angetrieben. Die Abwärme der Anlage wird genutzt, um Kesselwasser zu erhitzen, das in das Fernwärmenetz eingespeist wird und rund 50.000 Haushalte mit Wärme versorgt.

Leistung der Wiener Müllverbrennungsanlagen pro Jahr

MVA	Leistung Fernwärme	Verwerteter Abfall	Wärmeproduktion
MVA Flötzersteig	51 MW	195.000 t	415.000 MWh
MVA Spittelau	60 MW	200.000 t	370.000 MWh
MVA Pfaffenau	54 MW	220.000 t	365.000 MWh
SVA Simmeringer Haide	75 MW	330.000 t	360.000 MWh

Quelle: Orange Buch 2010, Hrsg.: Wien Energie GmbH, Wien 2010, Zahlen gerundet

Die **Rauchgasfilterung** ist unerlässlich für die ökologische Verträglichkeit der Müllverbrennungsanlagen. Rauchgase, die bei der Müllverbrennung entstehen, werden in mehrstufigen Filterverfahren fast vollständig gereinigt. In der MVA Pfaffenau erfolgt dies in vier Schritten: Ein Elektrofilter, zwei Nasswäschen und ein Aktivkohlefilter, gefolgt von einer Entstickungsanlage, entstauben das Rauchgas und filtern Schwermetalle, Chlor, Fluor, organische Schadstoffe sowie Stickoxide heraus. Die Abfallprodukte des Rauchgasfilterungsprozesses werden verbrannt, gelagert oder der Industrie zugeführt. Die systematische Überwachung und Kontrolle der Emissionen erfolgt durch Messsonden im Kamin. Die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte werden um 90 % unterschritten.

VERMEIDEN, SAMMELN UND VERWERTEN

Würde Mineralwasser in Österreich ausschließlich in Mehrwegflaschen verkauft, könnten pro Jahr rund 195.000 MWh Energie gespart werden. Der uneingeschränkte Verbrauch von bislang genutzten nicht erneuerbaren Rohstoffquellen wird in Zukunft die Quellen versiegen lassen. Abgeleitet aus der Erkenntnis einer endlichen Welt, nimmt sich das **Konzept der Kreislaufwirtschaft** den Stoffkreislauf der Natur zum Vorbild und versucht durch mehrere hintereinander geschaltete Elemente die Nutzung ohne Abfälle und ohne Emissionen zu erreichen, d.h. die eingesetzten Rohstoffe sollen über den Lebenszyklus eines Produktes hinaus wieder vollständig in den Produktionsprozess zurückgelangen.

In der Wiener Umweltpolitik haben Abfallvermeidungsmaßnahmen, Sammlung und Verwertung von Altstoffen höchste Priorität. Altpapier, Bunt- und Weißglas, Metalle, Kunststoffe, Biomüll und andere Altstoffe werden von den WienerInnen getrennt gesammelt. Wenn es um die **Sammelmorel** geht, liegt Wien im Bundesländervergleich ganz vorne. Jährlich werden rund 25.000 t Altglas, 15.000 t Altmetall und 5.500 t Plastikflaschen gesammelt. Das Altglasrecycling führt pro Jahr

zu einer Einsparung von rund 250.000 t an Primärstoffen. Alleine durch die Verwertung der PET-Flaschen werden jährlich fast 10.000 t Erdöl für die Produktion dieser Flaschen eingespart. 2005 setzte die Stadt Wien bei der Kunststoffsammlung auf eine Änderung des Konzepts. Es erfolgte die Umstellung der Sammlung von gemischten Kunststoffabfällen auf reine Plastikflaschensammlung. Die Sammlung entsprach nicht mehr dem Stand der Technik, und die Fehlwurfquote der WienerInnen betrug bis zu 40 %. Mittlerweile ist durch die Änderung die Fehlwurfquote auf unter 10 % gesunken und damit eine der niedrigsten in Österreich.

Gemäß einer EU-Richtlinie über Elektro- und Elektronikaltgeräte hatten die Mitgliedsstaaten dafür zu sorgen, dass bis Ende des Jahres 2007 in dieser Abfallkategorie eine Sammelmasse von durchschnittlich mindestens 4 kg pro EinwohnerIn erreicht wird. Das vorgegebene Ziel wird in Österreich mit aktuell rund 9 kg deutlich übertroffen. Im Jahr 2009 wurden über alle österreichischen Sammelstellen rund 76.000 t Elektro- und Elektronikaltgeräte aus Haushalten und aus dem Gewerbe erfasst. In Wien wurde 2009 laut Wiener Umweltschutzabteilung ein Aufkommen von rund 7.500 t Elektronikschrott gemessen. 2011 waren es nur noch 3.500 t. Einen erheblichen Beitrag zur Abfallvermeidung und Ressourcenschonung leisten auch kleinere Initiativen. Der Reparatur von gebrauchten Elektrogeräten und dem Wiederverkauf widmet sich das Reparaturnetzwerk Wien. Die 55 Fachbetriebe des Netzwerkes haben im Jahr 2011 rund 44.000 Reparaturen durchgeführt.

1.16 Ressourcen und Einkommen

Als im Jahre 1947 mit dem 2. Verstaatlichungsgesetz die Österreichische Elektrizitätswirtschafts-AG (heute Verbund AG) gegründet wurde, verbrauchte ein durchschnittlicher österreichischer Haushalt 140 kWh (Kilowattstunden) Strom pro Jahr. Elektrogeräte waren in den Jahren unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg schwer erhältlich und teuer. Elektrische Energie wurde in den meisten österreichischen Haushalten



Kohlelager Kraftwerk Simmering 1967 © Josef Kratky, Wien Energie

fast ausschließlich für Beleuchtungszwecke verwendet. Die technische Entwicklung, niedrige Strompreise und das kräftige Wirtschaftswachstum erschlossen der elektrischen Energie in den 1950er-Jahren neue Verwendungsbereiche und führten zu einer sprunghaften **Zunahme des Stromverbrauches**. In den privaten österreichischen Haushalten verdreifachte sich der Verbrauch an elektrischer Energie von 575.000 MWh (Megawattstunden) im Jahr 1951 auf 1.728.000 MWh im Jahr 1960. Der starke Anstieg in diesen neun Jahren um durchschnittlich 13 % pro Jahr hatte wirtschaftliche, technische und soziologische Ursachen.

Der Auslöser für die Elektrifizierung der Haushalte und die wachsende Verbreitung von Konsumgütern waren im Steigen der Realeinkommen begründet. Der gesamte Stromverbrauch der in den 1950er-Jahren gekauften Elektrogeräte ist nicht genau dokumentiert und nur lückenhaft erfasst. Anhaltspunkte und Größenvorstellungen bieten die Abschätzungen der Elektrizitätswerke. Demnach besaßen 1951 etwa 6 % der österreichischen Haushalte einen Elektroherd, etwas weniger als 3 % einen elektrisch betriebenen Heißwasserspeicher und rund 1 % einen Kühlschrank. Im Jahr 1960 verfügten bereits rund 30 % der Haushalte über einen Elektroherd, etwa 15 % hatten einen strombetriebenen Heißwasserspeicher und rund 15 % einen Kühl-

Stromverbrauch der privaten Haushalte und Einkommen nach Bundesländern 1957

	Haushaltsstromverbrauch Mio. kWh	EinwohnerInnenzahl in Tausend	Stromverbrauch pro Kopf kWh	Jahresnettoeinkommen pro Kopf Schilling	Jahresnettoeinkommen pro Kopf Euro
Wien	358,8	1.636,2	219	16.260	1.181,7
Vorarlberg	77,3	202,3	382	13.080	950,6
Salzburg	97,6	328,3	297	12.900	937,5
Tirol	168,4	438,0	384	12.280	892,4
Oberösterreich	172,9	1.105,8	156	11.930	867,0
Steiermark	182,3	1.119,2	163	11.450	832,1
Niederösterreich	107,4	1.400,1	77	11.300	821,2
Kärnten	81,4	488,1	167	11.160	811,0
Burgenland	18,5	280,3	66	9.500	690,4

Quelle: http://www.wifo.ac.at/bibliothek/archiv/MOBE/1962Heft08_375_379.pdf



Kraftwerk Simmering 1953 © Wien Energie

schränk. In Österreich begann Mitte der 1950er-Jahre auch das sogenannte **Fernsehzeitalter**. 1959 waren bereits an die 50.000 FernsehteilnehmerInnen angemeldet. Die ersten Apparate kosteten rund 1.500 Euro, das entsprach etwa 13 Monatslöhnen bei einem monatlichen Durchschnittseinkommen eines Arbeiters von rund 112 Euro.

Österreich ist heute angewiesen auf den **Import fossiler Energieträger** wie Braun- und Steinkohle, Erdöl und Erdgas. Feste, flüssige und gasförmige fossile Energieträger unterscheiden sich bezüglich ihres Energiegehalts. Der Brennwert von Braunkohle beträgt max. 4,16 kWh und ist in etwa mit dem von Holz vergleichbar. Der Energiegehalt von Erdöl ist mit 12,5 kWh drei Mal so hoch. Seit Anfang 1960 hat sich der Verbrauch an fossilen Energieträgern in Österreich mehr als verdop-

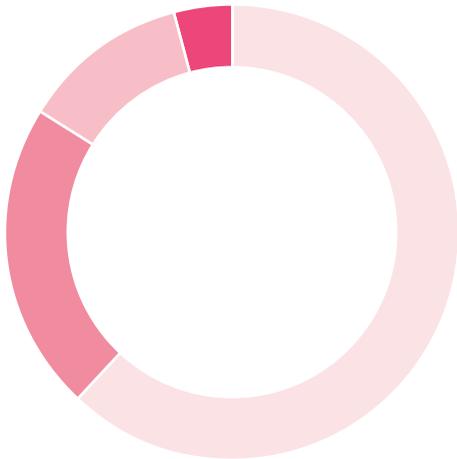
pelt. Im Jahr 2003 erreichte der inländische Verbrauch mit knapp 29 Mio. t (Tonnen) einen Höchststand. 2011 lag der Pro-Kopf-Verbrauch fossiler Energieträger bei knapp 3 t pro Jahr. Rund die Hälfte wird als Treibstoff im Verkehr genutzt. Der produzierende Bereich verbraucht 23 %, die Haushalte 17 % und Dienstleistungen und Landwirtschaft die restlichen 10 %.

Einkommen und Energieausgaben der österreichischen Haushalte 1980 bis 2011

Jahr	Verfügbares Einkommen * je EinwohnerIn in Euro	Haushalte in Tausend	Konsumausgaben der Haushalte* für Brennstoffe, Strom, Gas in Mio. Euro
1980	8.560	2.763	231
1985	11.530	2.801	351
1990	15.020	2.913	332
1995	18.350	3.093	386
2000	21.460	3.237	430
2005	24.640	3.475	574
2011	29.640	3.650	662

* zu laufenden Preisen, **Quelle:** Statistik Austria, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 1980 – 2011, Wien 2012, Statistik Austria, Privathaushalte nach Haushaltstypen 1985 - 2011, Wien 2012

Ressourcenverbrauch in Österreich nach Materialgruppen 2008



Quelle: Ressourcennutzung in Österreich, Bericht 2011, Hrsg.: BMLFUW, BMWFJ, Wien 2011

Der österreichische **Ressourcenverbrauch** ist zwischen 1960 und 2008 von insgesamt 114 auf 197 Mio. t jährlich angestiegen, das sind im Jahr 2008 etwa 24 t pro Kopf und Jahr oder 66 kg (Kilogramm) pro Person und Tag.

Entwicklung des Österreichischen Ressourcenverbrauchs

Materialflüsse pro EinwohnerIn	1960	2008	Anstieg
DMC pro Kopf *	16,2 t	23,6 t	46 %
Biomasse	5,0 t	5,2 t	4 %
Fossile Energieträger	2,2 t	3,0 t	34 %
Metalle	0,7 t	1,0 t	41 %
Nicht-metallische Mineralstoffe	8,3 t	14,7 t	77 %

*Domestic Material Consumption (DMC): Inlandsmaterialverbrauch = Inlandsentnahme + Importe - Exporte, **Quelle:** Ressourcennutzung in Österreich, Bericht 2011, Hrsg.: BMLFUW, BMWFJ, Wien 2011

Im Jahr 2010 erreichte der **Anteil erneuerbarer Energie** am Gesamtenergieverbrauch 30 % (gemessen am Bruttoendenergieverbrauch). Der Anteil an erneuerbaren Energiequellen basiert in Österreich im Wesentlichen auf der Nutzung der Wasserkraft und der energetischen Nutzung von Biomasse. Der sparsame und effiziente Umgang mit natürlichen Ressourcen gilt als eine der Schlüsselstrategien für eine nachhaltige gesellschaftliche Entwicklung.

GESAMTEINSATZ ALLER ENERGIETRÄGER IN WIEN

Die Erhebungen der Statistik Austria stellen eine wesentliche Datenbasis für die internationalen Meldeverpflichtungen Österreichs an die Internationale Energieagentur (IEA) dar. Sie bilden die Grundlage für den von der Österreichischen Energieagentur (AEA) berechneten und veröffentlichten Energiepreisindex (EPI). Die Erfassung aller in Österreich eingesetzten Energieträger zeigt, dass in Österreich der Trend hin zu Komfortheizungen mit Pellets und Hackschnitzel geht und die Heizsituation in der Großstadt Wien völlig anders ist. In 99 % der Wiener Haushalte sind Erdgas und Fernwärme die wesentlichen Energieträger für Raumheizung und Warmwasser.

Gesamteinsatz aller Energieträger in Wien

Energieträger	2003/2004			2009/2010		
	Haushalte	MWh pro HH	Ausgaben pro Person in Euro	Haushalte	MWh pro HH	Ausgaben pro Person in Euro
Steinkohle	5.154	9,4	222	883	0,2	7
Braunkohle	3.142	5,8	391	0	0	0
Braunkohlenbriketts	3.223	3,0	126	0	0	0
Koks	4.241	8,3	222	1.409	3,9	176
Holz	19.638	8,0	58	27.901	4,6	53
Pellets, Holzbriketts	2.243	7,5	195			
Pellets				695	17,9	177
Holzbriketts				5.761	1,0	22
Hackschnitzel	438	13,8	83	0	0	0
Heizöl	62.605	14,2	348	31.668	12,0	423
Flüssiggas	6.033	0,5	42	2.649	1,4	69
Naturgas	541.723	11,4	291	520.448	12,1	392
Fernwärme+HZH	265.599	7,5	465	323.006	8,0	574
Strom	824.482	3,0	224	837.676	3,6	330
Solarwärme	4.291	3,3	0	8.073	2,0	0
Wärmepumpe	3.051	8,8	0	2.240	10,5	0

Quelle: Statistik Austria, Energiestatistik: MZ Energieeinsatz der Haushalte 2003/2004 und 2009/2010. Erstellt am: 12.07.2011. Da die Haushalte bei jedem angegebenen Energieträger einmal gezählt werden, ergeben sich Mehrfachzählungen.

1.17 Peak Oil

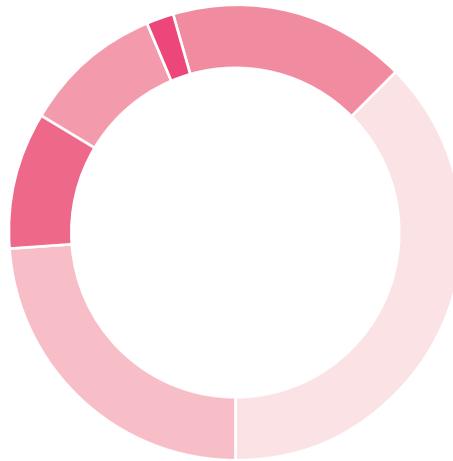
Ist die Zeit billigen Öls vorbei? Die globale Energieversorgung ist eng verbunden mit der Förderung **fossiler Energie**, insbesondere von Öl, Kohle und Gas. Doch diese Energieträger stehen nicht unendlich zur Verfügung. Der Energiehunger industrialisierter Gesellschaften führt dazu, dass das weltweite Angebot an Öl nicht mehr zu gleichen Kosten verfügbar ist wie noch vor vielen Jahren. Die Förderung von Öl und Gas ist deutlich teurer geworden. Der weltweite **Peak Oil** ist wahrscheinlich bald erreicht.

„Peak“ bedeutet Gipfel bzw. Höhepunkt und beschreibt in diesem Fall das Maximum der jährlich förderbaren Erdölmenge. Der Begriff wurde bereits in den 1950ern vom amerikanischen Geologen Marion King Hubbert geprägt, der das Maximum der US-amerikanischen Erdölproduktion richtigerweise für die 1970er- Jahre vorher gesehen hatte. Als **Fördermaximum** wird der Zeitpunkt bezeichnet, an dem die Förderrate eines Öl- oder Gasfeldes ihr absolutes Maximum erreicht. Nach Erreichen des Maximums geht die Förderung unwiderruflich zurück, die tägliche Fördermenge kann also nicht mehr gesteigert werden. Peak Oil ist der Zeitpunkt, an dem das globale Ölfördermaximum erreicht wird. Viele wichtige Ölfelder, wie etwa die der Nordsee, haben bereits ihr Fördermaximum überschritten. Das steigert die Abhängigkeit der betroffenen Staaten und Regionen von teuren Energieimporten. Wann der Zeitpunkt des weltweiten Peak Oil erreicht sein wird, ist unter ExpertInnen umstritten. Manche ExpertInnen sehen ihn schon jetzt; andere geben der Welt noch einige Jahre. Wichtig ist, dass mit dem Überschreiten des Fördermaximums die Ölgewinnung nicht zu Ende ist, aber es können dann nur noch sinkende Mengen an Barrel pro Tag aus den Feldern herausgeholt werden, was bei weiter steigender Nachfrage ein Problem ist.

Auch in Österreich ist die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern trotz der gut ausgebauten Wasserkraft hoch. Rund 70 % des österreichischen Energiever-

brauchs (Stand 2010) werden laut Statistik Austria mit fossilen Energieträgern gedeckt. Das in Österreich verbrauchte Öl kam 2011 vorwiegend aus folgenden Ländern: Kasachstan (29 %), Nigeria (17 %), Russland (16 %), Saudi-Arabien (11 %), Irak (11 %), Libyen (7,1 %). Das Energiehandelsdefizit Österreichs betrug 2010 über 11 Mrd. Euro.

Struktur des Bruttoinlandsverbrauchs* 2010

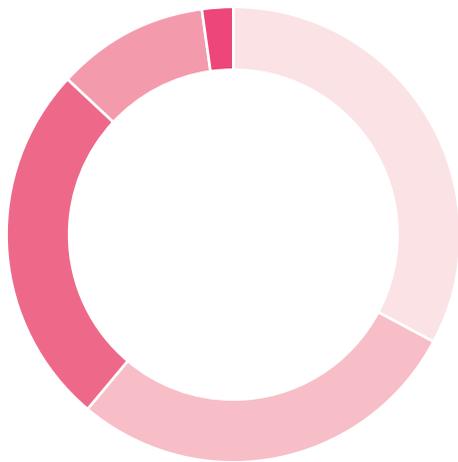


Erdöl 37,7 %	Erdgas 23,8 %	andere Erneuerbare 16,9 %
Wasserkraft 10,1 %	Kohle 9,7 %	Brennbare Abfälle 1,9 %

* Der BIV entspricht der Energiemenge, die insgesamt zur Deckung des österreichischen Inlandsbedarfes notwendig war. **Quelle:** BMWFJ, Energiestatus Österreich, <http://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/endenergieverbrauch.html>



Energetischer Endverbrauch in Österreich nach Sektoren 2010



Energetischer Endverbrauch in Österreich nach Sek.

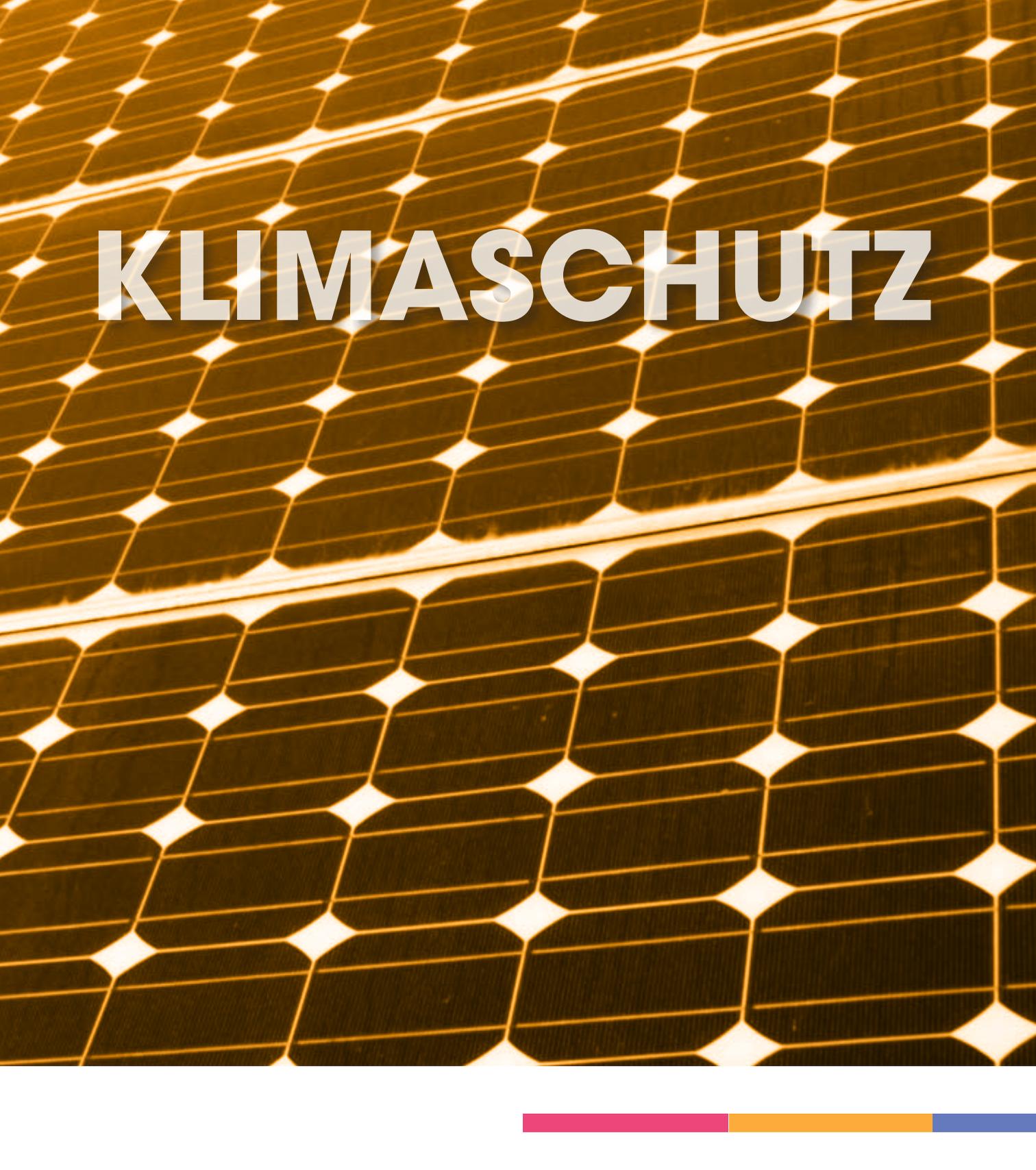
Der BIV entspricht der Energiemenge, die insgesamt zur Deckung des österreichischen Inlandsbedarfes notwendig war.

Quelle: BMWFJ, Energiestatus Österreich, <http://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/endenergieverbrauch.html>

Fossile Energie wird teurer. Nicht zuletzt die nahezu **Verfünffachung** des Ölpreises innerhalb der vergangenen zehn Jahre hat dazu geführt, dass die Peak-Oil-Szenarien ernst zu nehmen sind. Wurde über viele Jahrzehnte mit einem Ölpreis von rund 25 US-Dollar pro Barrel Öl kalkuliert, erleben wir seit 2008 eine Berg- und Talfahrt mit Preisen meist über 100 US-Dollar pro Barrel Öl. Ein signifikantes Absinken der Preise ist bei wachsender Wirtschaft längerfristig nicht mehr zu erwarten. Die Folgen für die Weltwirtschaft sind evident. Öl ist der Motor der Weltwirtschaft. Alle Transportwege, Produk-

tionsprozesse und die Energieversorgung selbst sind Teil unseres Wirtschaftssystems. Ein hoher Ölpreis dämpft die weltweite Konjunktur, sodass Alternativen auch aus ökonomischer Sicht unabdingbar sind. Nicht zu vergessen ist die Folgewirkung eines hohen Ölpreises auf die Lebensmittelpreise, da die Agrarwirtschaft ebenso stark von Energie abhängig ist. Auch die geopolitischen Konflikte in unserer Welt haben häufig mit Öl- und Gasreserven zu tun. Viele Experten fürchten, dass die Ressourcenverknappung zu weiteren kriegerischen Konflikten führen wird. Neben dem Nahen Osten und den militärischen Konflikte um das Öl etwa in der Straße von Hormus (Iran) sind aktuell auch die Arktis, das südchinesische Meer und die Region um das Kaspische Meer Konfliktherde.

Es gehört mittlerweile zur Strategie vieler Staaten, unabhängiger von Energieimporten werden zu wollen. Die Hoffnung vieler Akteure ruht seit einigen Jahren auf der sogenannten **nicht-konventionellen Förderung** von Öl und Gas, also z.B. Öl und Gas aus Schiefergesteinen, Sandstein, Tiefseebohrungen. Diese Fördermethoden sind jedoch nicht nur deutlich teurer als konventionelle Methoden, sondern häufig ökologisch bedenklich. Auch in Österreich wurde zuletzt intensiv über die Gewinnung von Schiefergas im Weinviertel diskutiert. Jedoch ist dies aufgrund der Fördermethoden und ihrer Umweltauswirkungen (Hydraulic Fracking) durchaus umstritten. Erst kürzlich wurden die entsprechenden Pläne vorerst eingestellt. Das Problem dabei ist nicht nur, dass durch Schieferöl und Schiefergas die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern prolongiert werden würde, sondern häufig auch zunehmende Konflikte rund um Landnutzung, ökologische Konsequenzen (Chemikaliennutzung, Wasserverbrauch), die auf massive Widerstände stoßen. Mehrere Staaten wie z.B. Frankreich haben aufgrund der drohenden Konsequenzen bereits ein Schiefergas-Förderverbot erlassen.

A close-up, low-angle shot of a solar panel. The panel is composed of a grid of dark, rectangular cells, each separated by thin, light-colored lines. The lighting is bright and directional, creating a strong perspective and highlighting the texture of the cells. The overall color palette is dominated by warm, golden-yellow and brown tones.

KLIMASCHUTZ



2.1 Klimawandel

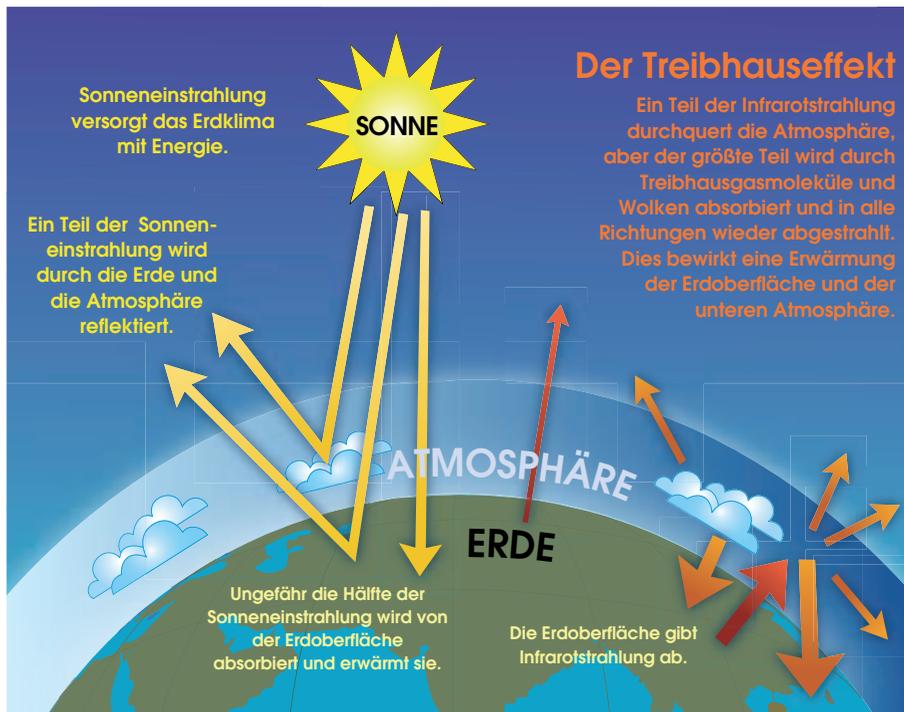
Eiseskälte im Winter, lang andauernde Hitzeperioden und Dürrekatastrophen, extreme Niederschläge oder saisonale Wasserknappheit – das Wetter spielt immer öfter verrückt: Sind das bereits die Folgen des Klimawandels? Zum Verständnis und einer korrekten Verwendung hilft eine Definition der zwei Begriffe „Wetter“ und „Klima“: Während das Wetter den physikalischen Zustand der **Atmosphäre** zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort beschreibt, wird das Klima als durchschnittliches Wetter definiert und mittels statistisch erfassbarer Wetterverläufe und Wetteränderungen im Laufe der Zeit eruiert.

Das Wort „Klima“ wird hergeleitet von „klinein“, dem griechischen Wort für „neigen“, da Sommer und Winter die Folge der Neigung der Erdoberfläche relativ zur Bahnebene der Erde um die Sonne sind. Seit der Entstehung der Erde verändert sich das weltweite Klima laufend, wobei sich die Übergänge von Kalt- und Warmphasen über mehrere tausend Jahre erstrecken. Zusätzlich zu den natürlichen Faktoren beeinflusst allerdings auch der Mensch seit seiner jüngeren Vergangenheit die globale Klimaveränderung. Laut allen maßgeblichen wissenschaftlichen Modellen und Untersuchungen ist die zurzeit eintretende globale Erwärmung der Atmosphäre hauptsächlich auf von Menschen verursachte Treibhausgase zurückzuführen – insbesondere durch den hohen Energieverbrauch und die Nutzung fossiler Energie (Öl, Kohle, Gas).

Historisch hatten klimatische Veränderungen meist gesellschaftliche Umbrüche und soziale Umwälzungen zur Folge. Knapper werdende Ressourcen, Wassermangel oder Ernterückgänge zwangen den Menschen, sich an die neuen Gegebenheiten anzupassen. In diesem Zusammenhang sind zwei Faktoren für die Brisanz der aktuellen globalen **Erwärmung** ausschlaggebend: Noch nie zuvor hat sich das Klima so schnell verändert wie heute, und noch nie lebten so viele Menschen auf unserem Planeten.

Da die Folgen der globalen Erwärmung alle natürlichen und gesellschaftlichen Bereiche betreffen – von der Beeinträchtigung unserer Lebensqualität, Umweltauswirkungen bis hin zu Wirtschaft und Politik – können wir nur global durch weitreichende und einschneidende Maßnahmen eine **Trendwende** schaffen, die uns vor den ärgsten Bedrohungen bewahrt. Denn inzwischen ist auch klar, dass der Verzicht auf Klimaschutz langfristig mehr kostet als die Maßnahmen selbst. Daher gilt der Klimawandel auch als eine der größten und zentralen Herausforderungen der Menschheit im 21. Jahrhundert. Aber welche Faktoren beeinflussen nun unser Klima? Die treibende Kraft aller klimabestimmenden Vorgänge ist die Sonneneinstrahlung. Von der ankommenden Sonnenstrahlung werden knapp 30 % reflektiert – primär von den Wolken, aber auch von hellen Arealen auf der Erdoberfläche wie Schnee und Eis. Die restlichen 70 % werden von der Atmosphäre und der Erdoberfläche einschließlich der Ozeane aufgenommen. Dieser Prozess erwärmt unseren Planeten. Rein rechnerisch würde die Strahlungsmenge der Sonne, welche die Erdoberfläche erreicht, einer mittleren Temperatur auf der Erde von -18 °C entsprechen. Tatsächlich beträgt die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche aber +15 °C. Verantwortlich hierfür ist der 1827 von Joseph Fourier entdeckte Treibhauseffekt: Einige Gase in der Atmosphäre lassen, wie die Glasscheiben eines Treibhauses, die ankommende (kurzwellige) Sonnenstrahlung weitgehend durch, halten aber die (langwellige) Wärmestrahlung der Erde zurück und bewirken so ein Zurückstrahlen von Wärme zur Erde, die wiederum von dieser aufgenommen wird. In der Strahlungsbilanz der Erde bezeichnet man diese Wärme als „Rückstrahlung“.

Was hat der Mensch mit dem Treibhauseffekt zu tun? Die für den Klimawandel verantwortlichen **Treibhausgase** sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) sowie industriell hergestellte Fluorkohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid (zusammengefasst als F-Gase). Kohlendioxid spielt eine zentrale Rolle, weil es in sehr großen Mengen in die Atmosphäre geblasen wird. Diese Gase kommen zwar alle auch natürlich vor, sind aber seit der industriellen Entwicklung vermehrt durch Aktivitäten der Menschheit in die Atmosphäre



Was ist der Treibhauseffekt © IPCC, Genf

Der vom Menschen verursachten signifikanten Verstärkung des Treibhauseffektes als Folge der ungebrochenen Steigerung der Emission von Treibhausgasen muss Einhalt geboten werden. Sie nahm ihren Anfang mit Beginn der Industrialisierung und der damit eng verbundenen vermehrten Verbrennung fossiler Energieträger zur Energieerzeugung für die Industrie und zum Betrieb von Kraftfahrzeugen. In diesen letzten 100 Jahren haben die globalen CO₂-Emissionen in die Atmosphäre um 800 Mrd. t (Tonnen) zugenommen. Gegenwärtig kommen im Schnitt jedes Jahr über 15 Mrd. t CO₂ dazu.

emittiert worden. Dieser Prozess wird als anthropogene, also vom Menschen verursachte Emission bezeichnet. Der natürliche Treibhauseffekt hingegen wird zu rund zwei Drittel vom Wasserdampf in der Atmosphäre verursacht. In geringerem Maße tragen auch Kohlendioxid, Lachgas, Ozon und Methan aus natürlichen Quellen (z.B. Vulkanausbrüche) dazu bei.

Der natürliche Treibhauseffekt erfüllt eine wichtige Funktion. Er stellt eine notwendige Voraussetzung für das Leben auf unserem Planeten dar, da die Durchschnittstemperatur sonst -18 °C betragen würde. Wasser wäre dann gefroren und Leben in der uns bekannten Form könnte es nicht geben. Ohne die Wärmeregulierung durch die Atmosphäre und die Ozeane würde die Temperatur je nach Sonneneinstrahlung ähnlich stark schwanken wie am Mond, wo Temperaturschwankungen bis nahezu 300 °C auftreten.

In Österreich waren laut dem **Klimaschutzbericht 2012** im Jahr 2010 die Industrie und das produzierende Gewerbe mit einem Anteil von 29,2 % die Hauptemittenten der Treibhausgase, dicht gefolgt vom Verkehr, der für einen Anteil von 26,6 % an den Gesamtemissionen verantwortlich ist. Als dritter Hauptverursacher von Emissionen zählt mit 13,5 % die Energieaufbringung für Raumwärme. Darüber hinaus tragen global gesehen das Bevölkerungswachstum und die intensive Landwirtschaft zu dieser Verstärkung des Treibhauseffektes erheblich bei. Die intensiv betriebene Landwirtschaft liefert zwar hohe Erträge und senkt Produktionskosten, führt jedoch gleichzeitig zu ökologischen und ethischen Problemen. Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) schätzt, dass weltweit jährlich ungefähr 13 Mio. ha (Hektar) Wald (entspricht der Fläche Griechenlands) gerodet und einer anderen Flächennutzung zugeführt werden. Diese gerodeten Wälder fallen als natürliche Kohlenstoffsinken (Bindung von CO₂ mittels Photo-



Daten von Wetterstationen dienen als Basis für Klimaprognosen © Bernhard Hynek, ZAMG

synthese der Pflanzen) aus. Der Anteil der weltweiten Treibhausgasemissionen aus der Land- und Forstwirtschaft beträgt jährlich über 30 %.

Zu berücksichtigen sind im globalen Kontext jedenfalls auch die enormen Unterschiede der Pro-Kopf-Emissionen in den verschiedenen Regionen der Welt. Entwicklungsländer haben, trotz ihres wachsenden Anteils an der Weltbevölkerung, wegen ihrer geringen Pro-Kopf-Emissionen bis heute nur einen geringen Anteil an den kumulierten weltweiten Emissionen von Treibhausgasen. Die **Industrieländer** sind dagegen für den Klimawandel historisch verantwortlich und tragen mit ihren hohen Emissionen bis heute maßgeblich dazu bei. Das enorme Wirtschaftswachstum insbesondere in Schwellenländern wie China oder Indien lässt jedoch auch die Emissionen insgesamt zusätzlich steigen. Zudem ist zu bedenken, dass von den derzeit sieben Mrd. Menschen mehr als eine Milliarde noch keinen Zugang zu Strom hat. Der Gerechtigkeitsgrundsatz verlangt, dass langfristig weltweit eine Annäherung des Niveaus der Pro-Kopf-Emissionen angestrebt wird. Jedoch müssen sich die Gesamtemissionen deutlich reduzieren. Die Industrieländer werden in die Verantwortung gezogen und müssen langfristig ihre Treib-

hausgasemissionen drastisch senken. Diese Reduktion muss im Verlauf der kommenden 50 Jahre rund 80 % erreichen, wenn die Erderwärmung die kritische Marke von 2 °C nicht übersteigen soll. Das Kyoto-Protokoll und angedachte Folgevereinbarungen sollen dazu beitragen, dass sich in den Entwicklungsländern nicht ähnlich hohe Pro-Kopf-Emissionen einstellen wie in den Industrieländern. Der Beitrag der Industrieländer hierzu besteht neben der eigenen Emissionsreduktion darin, den Entwicklungsländern das nötige Know-how, angepasste Technologien und eine entsprechende finanzielle Unterstützung bereitzustellen, um eine klimabelastende Entwicklung dieser Länder weitgehend zu verhindern.

Die **Reduktionsziele** der Treibhausgase wurden im Kyoto-Protokoll im Jahre 1997 beschlossen. 193 Staaten sowie die Europäische Union haben bis 2011 dieses Abkommen, das erstmals verbindliche Reduktionsziele für den Ausstoß von Treibhausgasen festlegt, ratifiziert, also in ihre eigene Gesetzgebung aufgenommen. Im Rahmen dieser Vereinbarung hat sich Österreich innerhalb der EU-27 verpflichtet, bis zur 5-Jahresperiode 2008 bis 2012 die Treibhausgasemissionen um 13 % gegenüber dem Wert von 1990 zu reduzieren. Im anschließenden Prozess werden Nachfolgeabkommen für die Zeit nach 2012 verhandelt. Auf der UN-Klimakonferenz in Durban 2011 wurde beschlossen, dass das Kyoto-Protokoll zunächst um eine zweite Verpflichtungsperiode verlängert wird. Die Reduktionsbeiträge und die Dauer dieser zweiten Verpflichtungsperiode (entweder bis Ende 2017 oder bis Ende 2020) sind Inhalt der Verhandlungen der 18. UN-Klimakonferenz (COP-18) Ende 2012 in Katar. Unabhängig von internationalen Abkommen hat sich die EU unilateral verpflichtet, die Treibhausgas-Emissionen der EU-27 Staaten um mindestens 20 % bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 1990 zu senken.

KLIMAWIRKSAMKEIT VON TREIBHAUSGASEN

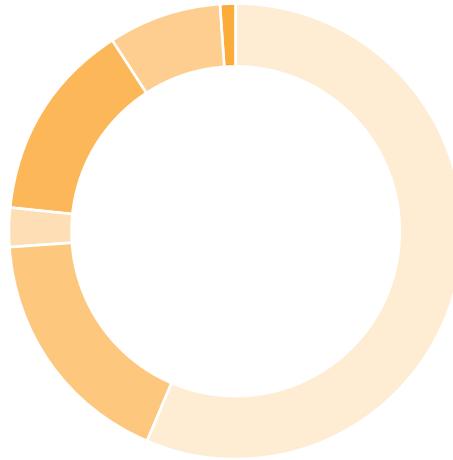
Die Treibhausgase haben unterschiedliche Wirksamkeiten, die in CO₂eq (CO₂-Äquivalenten) gemessen werden. Die Klimawirksamkeit von Kohlendioxid dient als Richtgröße, die anderen Treibhausgase werden entsprechend ihrer spezifischen Wirksamkeit in Teilchen pro Mio. Teilchen (parts per million, ppm) mit CO₂ in Bezug gesetzt. Die Treibhausgase lassen sich dadurch gut vergleichen. Ein Beispiel: Methan ist 21 Mal klimawirksamer als Kohlendioxid. Demnach entsprechen 10 ppm Methan umgerechnet 210 ppm CO₂eq.

Treibhausgas	Klimawirksamkeit	Verweildauer in der Atmosphäre
Kohlendioxid (CO ₂)	1	variabel
Methan (CH ₄)	21	9 - 15 Jahre
Lachgas (N ₂ O)	310	120 Jahre
F-Gase (H-FKW/FKW/SF ₆)	140 - 11.700	1,5 - 264 Jahre

Quelle: http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php

Anhand des Treibhauspotenzials kann man die Konzentrationen aller Treibhausgase (THG) in der Atmosphäre angeben. Zurzeit beträgt diese Konzentration etwa 440 ppm. Vor der Industrialisierung lag der Wert bei 280 ppm. Der prozentuelle Vergleich der vom Menschen verursachten Treibhausgase zeigt deutlich, dass CO₂ mit 76,7 % den mit Abstand höchsten Anteil einnimmt. Methan folgt mit über 14 %, Lachgas mit 7,9 % und die F-Gase haben den geringsten Anteil über 1 %.

Prozentueller Anteil der einzelnen Treibhausgase in CO₂ Äquivalent



Anteil der einzelnen Treibhausgase an den gesamten vom Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2004 in CO₂-Äquivalenten (4. UN-Klimareport 2007, Syntheseband)
Quelle: <http://www.oekosystem-erde.de/assets/images/treibhausgas-anteile-2007.gif>

2.2 Klimaeingriff des Menschen

Grundsätzlich unterliegt das Klima der Erde einem ständigen Wandel. Die **Klimaschwankungen** im Laufe der Erdgeschichte mit Warmzeiten und Kaltzeiten sind auf gewaltige Vulkanausbrüche, Meteoriteneinschläge oder Verschiebungen in der Neigung der Erdachse zurückzuführen.

Als natürliche und gut dokumentierte historische Klimawandelergebnisse gelten die Vulkanausbrüche im 18. und 19. Jahrhundert, so zum Beispiel der Ausbruch des Laki-Kraters auf Island im Frühsommer 1783 oder des Vulkans Tambora auf der indonesischen Insel Java im Frühjahr 1815. Diese Eruptionen schleuderten Staub, Asche und Schwefelverbindungen in die Atmosphäre, diese verteilten sich wie ein Schleier um die gesamte Erde und beeinflussten das Klima. Die Folgen wie verdunkelter Himmel, Unwetter, lang andauernde Schneefälle erzeugen Temperaturabnahmen. Der Einfluss auf die Landwirtschaft war groß: Ernteeinbußen, hohe Getreidepreise oder sogar Hungersnöte. Die Abkühlung des Weltklimas durch den Tambora-Ausbruch konnte zum Beispiel bis 1819 gemessen und bestätigt werden.

In der jüngsten Geschichte unseres Planeten ist jedoch ein **Klimawandel** zu beobachten, der mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausschließlich auf den Menschen zurückzuführen ist. Die Ursachen für diese Klimaänderung sind in erster Linie der vermehrte Ausstoß klimaktiver Gase, sogenannter Treibhausgase. Die Akkumulation dieser Gase in der Atmosphäre verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und beeinflusst damit das Klima der Erde.

Die bedeutendsten Bereiche, die zum erhöhten Ausstoß von Treibhausgasen führen, sind:

- Verbrennung fossiler Brennstoffe zu Heizzwecken, zur Stromerzeugung, in der Produktion oder im Verkehrswesen
- Brandrodungen
- intensive Landwirtschaft, insbesondere Massentierhaltung zur Fleischerzeugung

Dieses im Einzelnen lokale, menschliche Handeln wirkt sich insgesamt auf das gesamte biologische System der Erde aus. Daher müssen korrigierende Maßnahmen sowohl lokale als auch globale Aspekte berücksichtigen. So macht die Auslagerung von energieintensiven und emissionsreichen Produktionen in andere Staaten oder sogar in andere Kontinente keinen Sinn. Dabei handelt es sich lediglich um eine Verlagerung des Energieeinsatzes und somit der **Emissionen** mit meist zusätzlich hohen Effizienzverlusten. So zeigt die Betrachtung des CO₂-Fußabdruckes europäischer Nationen, dass die Globalisierung des Warenverkehrs zu einer jährlich steigenden Auslagerung der CO₂-Emissionen und des Energieaufwands führt. Ein Vergleich zwischen den in der EU hergestellten Exportgütern und den in die EU importierten Produkten im Jahr 2009 bestätigt, dass die importierten Waren und Dienstleistungen doppelt so viel t (Tonnen) CO₂ beinhalten als die exportierten. Diese Verlagerung wirkt jedoch der weltweit angestrebten Reduktion von Emissionen und Energieverbrauch, die zur Erreichung der Klimaziele unbedingt notwendig ist, entgegen (Übereinkommen zur Begrenzung der globalen Temperaturerhöhung auf 2 °C). Laut einer im Sommer 2012 von der EU präsentierte Studien sind die Pro-Kopf-Emissionen Chinas bereits gleich hoch wie die eines Europäers. Diese Entwicklung ist auf die Globalisierung und die damit entstehende Verlagerung der Produktion zurückzuführen.

Dieser Gefahr des **Emissions- und Energietransfers** müssen Maßnahmen entgegengesetzt und Rahmenbedingungen im Zuge der internationalen Klimapolitik geschaffen werden. Gleichermaßen leisten aber auch gerade lokale Institutionen und Gruppierungen in ihren Wirkungsbereichen mit den unterschiedlichsten Initia-

tiven, wie zum Beispiel die Klima- und Energiemodellregionen, die e5-Gemeinden, das umweltpolitische Aktionsprogramm Agenda 21 oder das Klimabündnis einen bedeutenden Beitrag in der konkreten Reduktion der Emissionen und in der Bewusstseinsbildung.

2.3 Folgen des Klimawandels

Langzeitmessungen und wissenschaftlichen Beobachtungen dokumentieren die Folgen des Klimawandels. Beobachtet werden der weltweite Rückgang der Gletscher und Eismassen, die Ausbreitung von Wüsten, die Beeinträchtigung der Wasserressourcen, das Aussterben von Tier- und Pflanzenarten, das Ansteigen der Meeresspiegel und die Zunahme von Unwetterschäden. Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen nicht nur das sensible Ökosystem, sondern in der Folge alle Lebensgrundlagen des Menschen.

Das augenscheinlichste und am meisten kommunizierte Beispiel für den Klimawandel ist die Temperatur: Messungen zeigen, dass die jährliche Mitteltemperatur in Europa von 1850 bis 2008 um 1,3 °C gestiegen ist. Die neun wärmsten Jahre dieses Zeitraums waren innerhalb der letzten zwölf Jahre zu beobachten.

Diese **Erwärmung** trifft besonders große Alpengletscher und bewirkt ihren drastischen Rückgang. Laut wissenschaftlichen Prognosen werden die Gletscher bis zum Ende des Jahrhunderts rund 83 % ihrer Fläche verlieren. Die österreichischen Gletscher werden aufgrund der geringeren Gipfelhöhen sogar früher abschmelzen als die höher gelegenen Gletscher der Westalpen.

Klimamodelle zum Eis in der Arktis werden von aktuellen Beobachtungen sogar übertroffen. Das Eis der Arktis schwindet schneller und stärker als prognostiziert: Der Eisverlust in den Sommern der Jahre 2007 bis 2009 war jeweils um rund 40 % größer als der Mittelwert der Berechnungen von IPCC (Intergovernmental Panel on

Climate Change) des Jahres 2007. Dieselben schlechten Nachrichten vom Rückgang der Eismassen betreffen auch die Antarktis und der Grönländische Eisschild.

Ein bereits jetzt deutlich von den Folgen des Klimawandels betroffenes Land ist Bangladesch. Seit etwa 20 Jahren werden vermehrt Überflutungen registriert, die immer weiter ins Landesinnere vordringen und dabei fruchtbare Böden versalzen. Während des Monsuns führen die Flüsse immer mehr Wasser, da Niederschlagsmengen zunehmen und große Volumen Schmelzwasser aus den Gletschern des Himalayas freigesetzt werden. Die Folgen sind, dass viele Bauern Ackerflächen verlieren und die Ernten ausfallen. Den Landbewohnerinnen bleibt dann nur noch der Weg in die Städte des Landes („nationale Klimaflüchtlinge“), die wiederum unter dem starkem Bevölkerungswachstum zu leiden haben.

Das **Klima urbaner Gebiete** unterscheidet sich deutlich vom Klima ländlicher Gebiete. Auch für große österreichische Städte ist infolge des Klimawandels eine zunehmende Hitzebelastung zu erwarten. Es entwickeln sich so genannte urbane Wärmeinseln, die im Wesentlichen durch die Art der Bebauungsstruktur, die

Dachbegrünung des Amtes für Umweltschutz in Stuttgart
© Stadt Stuttgart - Gartenamt



Oberflächenversiegelung und das Vegetationsdefizit der Städte verursacht werden. Besonders die Wiener Innenstadt ist aufgrund des städtischen Wärme-Inseleffekt stärker von der Hitzebelastung betroffen als die Stadtrandgebiete.

Rückgang des Gletschers Kleinfleißkees auf dem Hohen Sonnblick (1983-1999-2006) © ZAMG



Die bisher in **Wien** beobachtete Temperaturentwicklung zeigt, dass sich nicht nur die mittleren Bedingungen ändern, sondern besonders die Temperaturextreme wie Hitze- und Frosttage. Dabei lassen sich aufgrund der derzeit noch zu geringen räumlichen Differenzierung von regionalen Klimamodellen die Unterschiede innerhalb des Stadtgebietes oder überhaupt der „Stadteffekt“ noch nicht direkt darstellen. Eine aktuelle Studie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) untersucht die zukünftige Wärmebelastung in Wien. Mit hochaufgelösten, klimatologischen Simulationen wird die Wirksamkeit von möglichen Anpassungsstrategien der Stadtplanung zur Verminderung von Hitzestress in dicht besiedelten Gebieten bewertet.

COOL CITY

Stuttgart unternimmt mit dem Klimaschutzkonzept Stuttgart (KLIKS) viele Anstrengungen, die Treibhausgase zu reduzieren, und setzt seit vielen Jahren erfolgreich Klimaschutzmaßnahmen um. Ganz wichtig ist aber auch die Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels. Diese Anpassung wird in Stuttgart durch die Berücksichtigung des Klimas in der Stadtplanung berücksichtigt und widmet sich besonders den Schutz gegen die Hitze. Zu den Maßnahmen gehören der Erhalt und die Vergrößerung der Grünflächen in der Stadt, z. B. Wald und Parkanlagen, Sicherung wichtiger Frischluftschneisen und Luftaustauschbahnen, aber auch Verkehrsgrün, begrünte Stadtbahngleise und Dachbegrünungen. Eine Besonderheit in Stuttgart sind die Bewahrung und Entwicklung der Frischluftschneisen. Diese Grünkorridore und Grünnetzungen sind in Stuttgart bereits ein wichtiger Baustein einer klimagerechten Stadtplanung. Frischluftversorgung und Minderung thermischer Belastungen sind die Gewichte in der Waagschale, die gegenüber den Bestrebungen nach Siedlungserweiterung und Baulandgewinnung ausbalanciert werden müssen.

Eine weitere bereits umgesetzte Maßnahme besteht in **Dachbegrünungen**. Sie bewirken eine Minderung der Extremwerte der Oberflächentemperaturen sowohl im tageszeitlichen als auch jahreszeitlichen Verlauf. Dachbegrünung ist daher ein kleiner Beitrag zur Heizenergieeinsparung im Winter sowie eine Einsparung von Kühlenergie im Sommer, was wiederum die Freisetzung schädlicher Treibhausgase mindert und dem Schutz des Klimas als natürliche Lebensgrundlage zugutekommt. Zudem tragen begrünte Dachflächen auch als Vegetationsflächen zur Staubabscheidung bzw. Staubbinding bei. Dies wurde durch vergleichende Staubmessungen vielfach belegt. Mit diesen Beispielen zeigt Stuttgart, wie jahrzehntelange Bemühungen der Stadtklimatologie zum Schutz des lokalen Klimas wegweisende Vorzeigebispiele zur Anpassung an den Klimawandel bewirken.

2.4 Unser Klima schützen

Unsere Umwelt ist ein schützenswertes, wichtiges Gut. Ohne **intakte Umwelt** verlieren wir Lebensqualität und die Basis für Wohlstand. Die Befürchtungen, dass die Folgen des Klimawandels einschneidend auf die ökologische, ökonomische und soziale Zukunft von Mensch und Natur wirken, haben viele Teile der Gesellschaft wachgerüttelt. Schließlich tangieren uns mögliche Effekte sowohl im privaten als auch beruflichen Umfeld, es betrifft die Wirtschaft gleichermaßen wie die Politik. Konzepte bzw. Initiativen, die dem Klimawandel entgegenwirken, sind deshalb ebenfalls breit aufgestellt und beinhalten Maßnahmen und Aktivitäten für unterschiedliche Sektoren und Lebensbereiche. Das Ziel freilich ist dasselbe: Das Klima zu schützen und negative Folgen der bereits eintretenden globalen Erwärmung zu minimieren. Wirksame Maßnahmen gegen den Klimawandel sind die Reduktion des Energieverbrauchs und der Ausbau der erneuerbaren Energieproduktion, ein emissionsarmes Mobilitätsverhalten und -angebot, die Bewusstseinsbildung und Schulung sowie die Unterstützung der Ressourcenschonung. Besonders mit der Nutzung alternativer bzw. erneuerbarer Energien kann der Ausstoß von Treibhausgasen wesentlich verringert werden. Noch wichtiger sind Energie-Effizienzmaßnahmen in der Industrie, in der Verwaltung bis hin zu den privaten Haushalten.

Bei der Ressourcenschonung spielt die Pflege von **Naturräumen** eine wesentliche Rolle. Diese nehmen große Mengen CO₂ auf (in sogenannten Kohlenstoff-Senken). Zu diesen Naturräumen zählen in erster Linie die Ozeane und die tropischen Regenwälder mit ihrer immensen CO₂-Speicherkapazität. Ressourcenschonung bedeutet aber auch den sparsamen Umgang und Wiederverwertung von Rohstoffen, von der Biomasse die bis hin zu wertvollen Metallen wie z.B. Kupfer oder Aluminium. Denn Rohstoffe werden in Zukunft nicht mehr ausreichend vorhanden sein, und daran sollten wir schon heute denken.

Der entscheidende Punkt all dieser Maßnahmen ist, dass diese so schnell wie möglich ein- und umgesetzt werden. Denn steigen die Emissionen der Treibhausgase in die Atmosphäre weiterhin so drastisch, wird ihr Anteil immer größer. Das dadurch entstehende Ungleichgewicht bewirkt laut Prognosen, dass das Weltklima mit einer globalen Temperaturerhöhung von +6 bis +7 °C bis 2100 konfrontiert sein wird. Dadurch wird ersichtlich, dass es nicht egal ist, wann die Treibhausgase reduziert werden. Denn je später damit begonnen wird, desto mehr muss reduziert werden, um das europäische Ziel bis 2050 (Reduktion der Emissionen zum Basisjahr 1990 um 80 bis 90 %) zu erreichen.

CO₂-FREI BIS 2025

Kopenhagen, die Hauptstadt Dänemarks mit ihren rund 530.000 EinwohnerInnen, ist laut dem European Green City Index (2011) die derzeit umweltfreundlichste Metropole Europas. Das liegt vor allem an der Fülle von Energiespar- und Klimaschutzmaßnahmen, die die Stadt auf den Weg gebracht hat, mit dem Ziel, bis zum Jahr 2025 „CO₂-frei“ zu sein. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Erzeugung von CO₂-freiem Strom mit Windturbinen, die Entwicklung einer Smart Grid-Infrastruktur mit durchgehender Kopplung oder die Erforschung der Elektromobilität mit der Dänischen Technischen Universität. „CO₂-frei“, das heißt in diesem Fall, dass der derzeitige Ausstoß von jährlich 2,5 Mio. t (Tonnen) Kohlendioxid mit den bereits umgesetzten und den fest eingeplanten Maßnahmen bis 2025 um 1,15 Mio. t verringert werden soll. Die übrigen CO₂-Mengen möchte die Stadt durch weitere Projekte wie etwa neue Windparks und das Pflanzen von Wäldern ausgleichen. Das zeigt die Bilanz der letzten Jahre: Während in vielen anderen Metropolen der Welt der CO₂-Ausstoß noch immer wächst, wurden die sowieso schon geringen Emissionen der dänischen Hauptstadt seit 1990 um weitere 20 % reduziert. Die effiziente und zum großen Teil erneuerbare Energieversorgung ist eine wichtige Säule zur Erreichung der CO₂-Neutralität. Weltweit einzigartig ist das Kopenhagener **Fernwärmesystem**, das 98 % aller Haushalte mit Wärme versorgt. Dass Kopenhagen grüner als andere Städte ist, sieht man an dem zahlreichen Fahrrädern im Stadtbild. 520.000 KopenhagenerInnen radeln mit Leidenschaft.

Fast 40 % der Bevölkerung pendelt täglich mit dem Rad zur Arbeit oder zur Uni. Von einem internationalen Ausschuss wurde



Kunstinstallation CO2 CUBE bei der UN-Klimakonferenz COP15 in Kopenhagen © Millennium Art and Obscura Digital, San Francisco

Kopenhagen auch als die „Grüne Hauptstadt Europas“ für das Jahr 2014 bestimmt. Die Wahl der Jury fiel auf Kopenhagen als gutes Modell für städtebauliche Planung und Gestaltung. Die Stadt ist auch ein Vorreiter im Bereich Verkehr. Ziel ist, dass bis 2015 rund 50 % der Menschen mit dem Fahrrad zur Arbeit oder zur Schule fahren.

WÄRME AUS ABWASSER

Helsinki, die finnische Hauptstadt, zählt knapp 600.000 EinwohnerInnen. Mit einer jährlichen Durchschnittstemperatur von nur 4,8 °C ist es verglichen mit Wien (ca. 10,5 °C) deutlich kühler. Die Versorgung mit Wärme ist in diesen Breiten somit von besonderer Bedeutung – auch hinsichtlich der Klimawirkbarkeit. Und in diesem Zusammenhang hat sich Helsinki ein ambitioniertes Klimaschutzziel gesetzt: die CO₂-Emissionen bis 2030 um mehr als ein Drittel zu verringern (Basisjahr: 1990). Helsinki besitzt eines der am weitest entwickelten Fernwärmenetze in Westeuropa. So werden über 90 % der Gebäude der Stadt Helsinki mit Fernwärme versorgt, dabei kommen 72 % der erzeugten Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen. Seit 2001 wird auch Fernkälte mit diesem System erzeugt. Die kombinierten Heiz- und Kühlwärmepumpen verfügen über eine Kälteleistung von 60 MW (Megawatt) im Sommer und über eine Heizleistung von 90,5 MW im Winter. Besonders interessant ist die Lösung zur Abdeckung der Spitzenlasten

im Winter: Eine Wärmepumpenanlage nutzt die Wärme des geklärten Abwassers als Wärmequelle und dient so als Spitzenlastheizwerk. Einen weiteren Meilenstein für die Zukunft setzt die vermehrte Befeuerung der Fernwärme-Anlagen mit erneuerbaren Energieträgern.

2.5 Klimaschutz in Wien

Die Stadt Wien verfügt mit dem **Klimaschutzprogramm KlIP** über ein engagiertes Umweltprogramm. Die umfangreichen Maßnahmen zu KlIP I wurden in einer ersten Phase von 1999 bis 2010 umgesetzt. Im Dezember 2009 hat der Wiener Gemeinderat die Fortschreibung des Wiener Klimaschutzprogramms beschlossen, die Laufzeit des Programms KlIP II wurde bis 2020 festgelegt. Mit der Koordination der Umsetzungsmaßnahmen des KlIP Wien ist die Magistratsdirektion - Klimaschutzkoordination beauftragt.

Ziel des KlIP Wien ist die **Reduktion der CO₂-Emissionen** und der Treibhausgase um minus 21 % pro Kopf im Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 1990. Die

Fortschreibung des KlIP I umfasst 37 Programme mit insgesamt 385 Einzelmaßnahmen in den fünf Handlungsfeldern:

1. Energieaufbringung
2. Energieverwendung
3. Mobilität und Stadtstruktur
4. Beschaffung, Abfallwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz
5. Öffentlichkeitsarbeit

Durch die Umsetzung der geplanten Maßnahmen werden im Zeitraum zwischen 2009 und 2020 1,4 Mio. Jahrestonnen an Treibhausgas-Emissionen eingespart. Berücksichtigt man die bereits durch das KlIP I eingesparten 3,1 Mio. Jahrestonnen CO₂-Äquivalente, können im Jahr 2020, aufgrund der Umsetzung der beiden Klimaschutzprogramme, im Vergleich zum Jahr 1990 insgesamt rund 4,5 Mio. Jahrestonnen an Treibhausgasen vermieden werden.

Die gesetzten und geplanten Maßnahmen zielen auf jene Bereiche ab, die tatsächlich einer Wiener Einflussnahme unterliegen und durch Aktionen der Stadt Wien verändert werden können.

Das Klimaschutzprogramm der Stadt Wien ist nicht nur hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasen erfolgreich, sondern führt auch zu positiven volkswirtschaftlichen Effekten. Im Zeitraum 1999 bis 2009 lösten die umgesetzten Maßnahmen ein Investitionsvolumen von fast 15 Mrd. Euro aus. Der Wertschöpfungseffekt betrug rund 14 Mrd. Euro. Damit konnten im Jahr 2009 rund 58.000 Arbeitsplätze gesichert werden.

Jede eingesparte Tonne CO₂ hilft mit, die **Luftqualität** in Wien, auch für künftige Generationen, zu verbessern. Das KlIP Wien trägt dazu bei, dass Wien bereits zum dritten Mal in Folge vom Beratungsunternehmen Mercer vor den Städten Zürich, Auckland und München zur Stadt mit der weltweit höchsten Lebensqualität erklärt worden ist. Spitzenwerte hat Wien bei den öffentlichen Verkehrsmitteln und der Wohnqualität.



Wiens Gründachpotenzial im Umweltstadtplan
© Stadt Wien - MA 22

WIENER GRÜNDACHKATASTER

Eine Reihe von Maßnahmen stellen sowohl einen Beitrag zum Klimaschutz, indem sie die Aufnahme von CO₂ bewirken, als auch einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel dar. Beispiele wären Fassadenbegrünungen oder Gründächer als CO₂-Speicher zu nutzen. Diese Art von CO₂-Senke ist ein Reservoir, das zeitweilig oder dauerhaft Kohlenstoff aufnimmt und speichert. Demgegenüber sind Kohlenstoffspeicher statisch und können nur eine bestimmte Menge an CO₂ binden. Senken sind dynamisch, da sie als Speicher auch an Zuwachs gewinnen (z. B. neue Wälder). Gründächer nutzen die höheren Temperaturen der Städte und die damit verbundenen verlängerten Wachstumsperioden mit erhöhten Erträgen. Zudem sorgen die Pflanzen aufgrund ihrer isolierenden Wirkung im Sommer für Kühlung und im Winter für Wärme innerhalb des Gebäudes. Weitere Argumente für **Grüne Dächer** sind der Regenwasserrückhalt, die Minimierung der Niederschlagsabflussspitzen, die Energiekosteneinsparung durch eine Verbesserung des Wärme- und Kälteschutzes bis hin zur Verbesserung des Kleinklimas.

Die Stadt Wien fördert die nachhaltige Dachnutzung und hat einen Gründachkataster erstellt. Der Wiener Gründachpotenzialkataster zeigt einen beliebig wählbaren Stadtplanausschnitt, auf dem die für Dachbegrünung als geeignet beurteilte Flächen ausgewiesen sind. Eingebettet in der Stadtplan-Applikation **Wien Umweltgut** stehen die Informationen allen interessierten BürgerInnen zur Verfügung:

<http://www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx>



2.6 Mein Beitrag zum Klimaschutz

So wie der Klimawandel selbst ist auch der Klimaschutz keine einfache Sache. Die vielfältigen Quellen des erhöhten Treibhausgas-Ausstoßes machen es notwendig, auch auf vielen Ebenen wirksame Maßnahmen zu ergreifen. Denn unser Ziel muss sein, im Sinne der **Nachhaltigkeit** nicht nur uns selbst eine gute Welt zu schaffen, sondern auch zukünftigen Generationen zu überlassen. Wir setzen unser Wohlergehen und das Wohlergehen künftiger Generationen aufs Spiel, wenn versäumt wird, unser Umweltkapital zu schützen. Daher braucht es jede Einzelne und jeden Einzelnen, um einen gesellschaftlichen Wandel einzuleiten, der den Klima- und Umweltschutz als Grundbedingung für die Zukunft unseres Lebensraumes ernst nimmt.

Wie und wo kann nun jede und jeder Einzelne seinen Beitrag zum Schutz der Umwelt leisten? Besonders das Leben in einer Stadt oder einem städtischen Gebiet bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten. StadtbewohnerInnen kommen generell mit kleineren Flächen aus als LandbewohnerInnen, verbrauchen weniger Energie und verursachen weniger Umweltverschmutzung. Die Städte müssen künftig diesbezüglich noch effektiver und effizienter werden. Dazu gehört ein bewusster Umgang mit Energie auf allen Ebenen (Strom, Wärme, Gebäude, Mobilität) genauso wie etwa, welche Produkte und Lebensmittel wir einkaufen oder produzieren. Der

verantwortungsbewusste Umgang mit Konsumgütern ist zentral. Jedoch werden immer mehr KonsumentInnen der Zukunft auch sogenannte ProsumerInnen sein. Das bedeutet, sie produzieren selbst Ressourcen (bereits heute in Form von Sonnenstrom) und lassen andere daran teilhaben. Ein zukunftsweisender Trend ist dabei auch in den vielen Gemeinschaftsgärten zu sehen, die von der Stadt Wien mitinitiiert werden.

Einen wichtigen Schritt, den jede und jeder Einzelne zu nächst setzen kann, ist, den eigenen Energieverbrauch und seinen CO₂- oder ökologischen Fußabdruck kennenzulernen und zu beobachten. Die Bestimmung des persönlichen **CO₂-Fußabdruckes** macht bewusst, wie viel CO₂ ein aktueller Lebensstil produziert oder wie viele Ressourcen (Wohnfläche, Wasser, Essen, Reisen, etc.) verbraucht werden. Damit können Gewohnheiten sichtbar gemacht werden, die mit hohem Konsum von Energie und Ressourcen verbunden sind. Beispielsweise gibt es zur Messung des Strombedarfs einfache Messgeräte, die – zwischen Stromversorgung und Gerät angebracht – unmittelbar Informationen über Verbrauch und sogar Kosten liefern. Mit einem CO₂-Rechner kann eine persönliche CO₂-Bilanz erstellt werden, die genaue Auskunft über die CO₂-Emissionen aus den Bereichen Wohnen, Mobilität, Konsum oder Ernährung liefert.

Bei jeder Aktivität des täglichen Lebens kann damit bewusst gemacht werden, wo und wie klimafreundliches Handeln und Leben umgesetzt werden können. Sei es in der Küche, im Bad, beim Reisen, Einkaufen, in der Arbeit oder beim Feste Feiern – die Möglichkeiten sind zahlreich. Kochen immer mit Topfdeckel, duschen statt baden, nicht bei fließendem Wasser Zähne putzen oder rasieren, niedrigere Temperaturen beim Wäschewaschen, regional und saisonal einkaufen, Standby-Betrieb vermeiden und den Computer nach Arbeitsende immer ausschalten sind nur einige Beispiele dafür. Wer sich weitere konkrete Klimatipps holen möchte, kann sich auf der Webseite www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/tipps/ inspirieren lassen.

Immer mehr BürgerInnen nutzen diese Plattform und tragen mit ihrem Handeln zu einem relevanten Schutz der Umwelt und des Klimas bei.

ENERGIEEFFIZIENZ



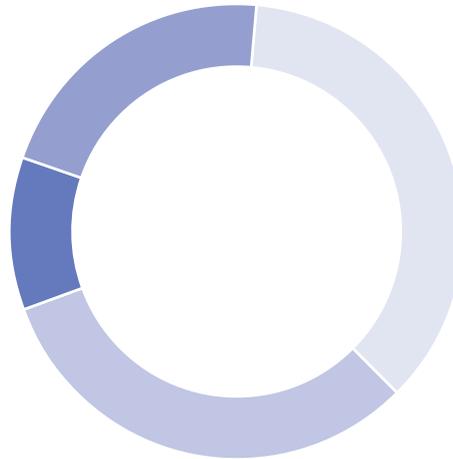
3.1 Energieeffizienz - die Herausforderung Nr. 1

Das Gebot der Stunde lautet: **Energieeffizienz**. Dieses Schlagwort taucht immer häufiger auf – doch was ist damit gemeint? Es bedeutet, Energie bewusster und intelligenter einzusetzen und unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden. Energieeffizienz bezieht sich also auf das Verhältnis von erzieltm Nutzen und eingesetzter Energie. Und wozu das Ganze? Wir alle können so unseren Teil dazu beitragen, den Energieverbrauch zu reduzieren. Denn unsere Energieversorgung soll auch in Zukunft bezahlbar und gleichzeitig klimaschonend sein.

Das Thema Energieeffizienz ist gemeinsam mit dem Bereich erneuerbare Energien der wichtigste **Schlüssel** der zukünftigen Energieversorgung. Derzeit wird in Wien laufend an der Forcierung der Energieeffizienz gearbeitet. Durch das Städtische Energieeffizienz-Programm (SEP), das seit 2006 läuft, konnten schon beachtliche Einsparungen erreicht werden. Nichtsdestotrotz muss Wien weiter auf Energieeffizienz achten, um den Energieverbrauch zu senken und langfristig auf einem nachhaltigen Niveau zu halten. Denn es wird nicht möglich sein, einen zukünftig weiter steigenden Energieverbrauch ausschließlich mit erneuerbaren Energien zu decken.

Wer sind die größten Energieverbraucher in Wien? Die Privathaushalte und der Verkehr konsumieren zusammen 68 % der gesamten Endenergie. Dienstleistungen nehmen mit 21 % ebenfalls einen erheblichen Anteil ein, wohingegen Produktion und Landwirtschaft in der Stadt mit 11 % die kleinste Rolle spielen.

Energieverbrauch in Wien nach Sektoren



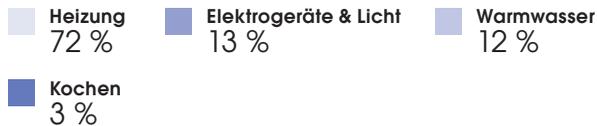
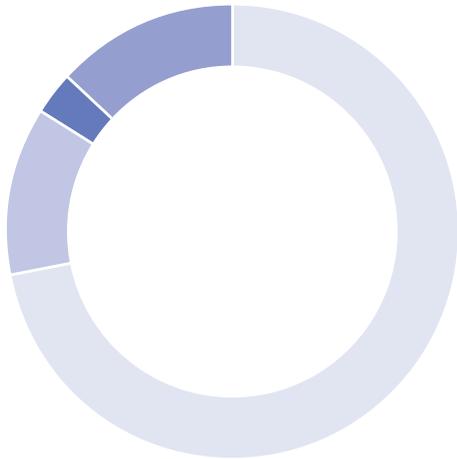
Quelle: <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/energieflussbild-2010.pdf>

Der Energieverbrauch in Wien steigt tendenziell an. Das liegt zum einen daran, dass die Bevölkerung ständig wächst: Aktuell hat Wien 1,73 Mio. EinwohnerInnen. Laut Prognose der Statistik Austria werden im Jahr 2035 bereits knapp über 2 Mio. Menschen in Wien wohnen. Auch der steigende Lebensstandard, die Zunahme des Konsums, die steigende Anzahl der elektronischen Geräte oder die Mobilität, bewirken einen Anstieg des Energieverbrauchs. Der Verkehrssektor hat mit 36 % den größten Anteil am Energieverbrauch. Allein in den letzten zehn Jahren ist die Zahl der Kraftfahrzeuge in Wien um 100.000 Stück angestiegen.

Der Energieverbrauch in den Privathaushalten, besonders für das Heizen von Räumen, hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Grund dafür ist die Vergrößerung der durchschnittlichen Wohnfläche pro Person. Fast die Hälfte aller Wiener Haushalte sind heute Single-Haushalte.

Der Energieverbrauch eines durchschnittlichen österreichischen Haushalts wird dominiert von der Heizungsenergie (72 %). Das restliche Viertel entfällt auf Warmwasser, Kochen, Elektrogeräte und Licht. Die größten Einsparpotenziale sind im Bereich Heizung und Beleuchtung realisierbar.

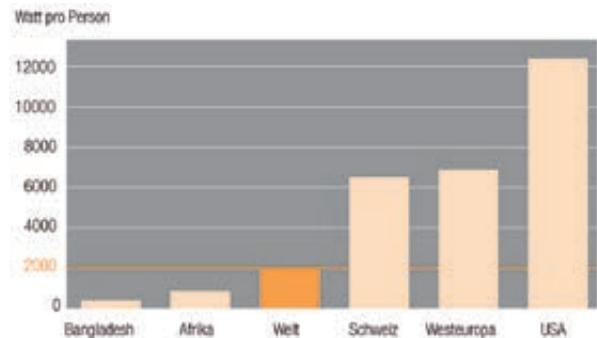
Energieverbrauch von Haushalten in Österreich



Quelle: <http://www.e-control.at>

Bei der **Raumwärme** stehen verschiedene Maßnahmen zur Auswahl, um bis zu 80 % Energie einzusparen. Die stärkste Wirkung wird dabei durch Dämmung der obersten Geschoßdecke, der Kellerdecke und der Außenwände sowie durch Einsatz von Wärmeschutzfenstern erzielt. Eine Effizienzsteigerung der Heizungsanlage, (z.B.: Durchführung des hydraulischen Abgleiches), Heizungspumpe nur Einschalten, wenn notwendig, Dämmung der Heizungsrohre, birgt ebenfalls Energieeinsparungen. Aber auch durch Verhaltensänderungen (z.B.: Stoßlüften anstelle Fenster kippen, Räume nicht überheizen) können Ersparnisse erzielt werden – und das ganz ohne zusätzliche Investitionen.

Bei der **Beleuchtung** kann durch den Umstieg auf effiziente Technologien wie LED-Leuchtmittel der Stromverbrauch um ca. 80 % gesenkt werden. Vorreiter beim Einsatz der LED-Technologie ist die öffentliche Beleuchtung. Bei einem aktuellen Projekt auf der Donauinsel werden Kugelleuchten durch energiesparende Leuchtdioden (LED) ersetzt. Durch Energieeffizienzmaßnahmen bei der öffentlichen Beleuchtung werden rund 1.400 MWh (Megawattstunden) eingespart. Das entspricht etwas 3 % des Stromverbrauchs der öffentlichen Beleuchtung in Wien.



Pro-Kopf-Vergleich des jährlichen Energiebedarf (Stand 2005)
© Novatlantis, Villigen

MINIMALER ENERGIEVERBRAUCH IN DER GEMEINDEVERORDNUNG

Im November 2008 hat die Stadt Zürich eine wegweisende Entscheidung gefällt. Über drei Viertel der Stimmberechtigten votierten dafür, dass Zürich sich zu einer nachhaltigen Entwicklung verpflichtet, seinen Energieverbrauch auf 2.000 Watt pro Person reduziert, seinen CO₂-Ausstoß bis 2050 auf eine Tonne pro Person und Jahr senkt, erneuerbare Energien und Energieeffizienz fördert und die Beteiligungen an Atomkraftwerken nicht verlängert. Dieser Beschluss ist in der Gemeindeverordnung verankert.

Dem Modell der **2000-Watt-Gesellschaft** liegt die Überlegung zu Grunde, dass ein Mensch im globalen Mittel 17.500 kWh (Kilowattstunden) Energie pro Jahr verbraucht. Dieser Wert entspricht einer Leistung von 2.000 W bezogen auf ein Jahr und beruht auf dem globalen Mittelwert des Jahres 1990. In der Schweiz beträgt dieser Wert derzeit über 6.000 W pro Person und Jahr. In Entwicklungsländern benötigen

Menschen nur einen Bruchteil davon. Die Vision des Modells zielt daher darauf ab, einen Ausgleich zwischen Ländern unterschiedlicher Entwicklungsstandards zu schaffen und den Primärenergiebedarf auf 2.000 Watt Dauerleistung pro Person sowie den Treibhausgas-Ausstoß auf 1 Tonne CO₂ pro Person zu reduzieren.

Die Zielerreichung wird mit Maßnahmen wie der Effizienzerhöhungen bei Gebäuden, Geräten und Fahrzeugen, der Entwicklung neuer Technologien, der Beteiligungen an Windparks und dem Bau von eigenen Anlagen zur erneuerbaren Stromproduktion angestrebt. Im Rahmen des Programms „Energie Schweiz für Gemeinden“ unterstützt das Bundesamt für Energie (BFE) weitere deutsche Städte bei der Entwicklung von 2.000-Watt-Konzepten. Der Beschluss zur Beteiligung an diesem Modell wird in der jeweiligen Gemeinde getroffen und in der Gemeindeverordnung festgeschrieben.

3.2 Städtische Energieeffizienz-Programm

2006 wurde das Städtische Energieeffizienz-Programm (SEP) vom Wiener Gemeinderat beschlossen. Das SEP rückt Energieeffizienz und Energiesparen in den Vordergrund und gibt Leitlinien für die verbraucherseitige Energiepolitik bis zum Jahr 2015 vor.

Ziel ist es, den **Energieverbrauchszuwachs** der Stadt Wien nachhaltig zu reduzieren, ohne den Lebensstandard in der Stadt zu beeinträchtigen. Über 100 gezielte Maßnahmen wurden, zugeschnitten auf die Sektoren Privathaushalte, private Dienstleistungen, öffentliche Dienstleistungen, Industrie und produzierendes Gewerbe, Verkehr und Landwirtschaft, entwickelt. Die gesamten jährlichen Energieeinsparungen, die durch das SEP ausgelöst werden, betragen rund 160 GWh pro Jahr. Die Stadt Wien selbst hat Vorbildfunktion und hat sich besonders ehrgeizige Ziele gesetzt.

Die Magistratsabteilung 20 koordiniert und lässt die Umsetzung des SEP extern evaluieren:

Die wichtigsten Erfolge:

- Durch die Realisierung verschiedener Maßnahmen konnte der durchschnittliche Heizwärmebedarf im geförderten Wohnungsneubau deutlich reduziert werden.
- Im Rahmen der Thewosan-Förderung gelang es, die Sanierungsqualität weiter anzuheben und die erzielten spezifischen Energieeinsparungen pro m² neuerlich zu steigern.
- Im Rahmen der Wohnbauförderung (Neubau- und Sanierungsförderungen) werden nur mehr energieeffiziente Heizsysteme (Fernwärme-Anteil bei rund 70 %) gefördert.
- Die verpflichtenden Qualitätskriterien für den Neubau und die Sanierungen öffentlicher Gebäude sind in Raumbüchern festgelegt.
- Im Bereich der öffentlichen Beleuchtung wird der Leuchtmittelaustausch bzw. die Nachtabsenkung forciert. Bei der Neuerrichtung bzw. bei Umbauten und Modernisierungen von Verkehrssignalanlagen wird die LED-Technologie eingesetzt.
- Im betrieblichen Sektor werden jährlich über 100 energieeffiziente Maßnahmen vom ÖkoBusinessPlan Wien umgesetzt.
- Im Bereich Verkehr wurde die Anzahl der eingesetzten Erdgas-PKW verdoppelt.
- Alleine im magistratseigenen Wirkungsbereich betragen die dokumentierten Einsparungen durch SEP-Maßnahmen 15 GWh (Gigawattstunden) pro Jahr und übertreffen damit das festgelegte Ziel.

ANDERE ENERGIE RELEVANTE PROGRAMME DER STADT WIEN

KliP - Klimaschutzprogramm: Die Stadt Wien hat mit dem Klimaschutzprogramm KliP Wien ein ehrgeiziges und engagiertes Umweltprogramm ins Leben gerufen.

Masterplan Verkehr: Der 2003 beschlossene und 2008 evaluierte und fortgeschriebene Masterplan gibt die Richtung für die städtische Verkehrsentwicklung der nächsten zwanzig Jahre vor. Sämtliche Entwicklungen im Bereich der öffentlichen

und individuellen Mobilität wurden als Grundlage für langfristige Maßnahmen, auch jene, die Auswirkung auf den Energiebedarf in diesem Bereich haben, berücksichtigt.

Stadtentwicklungsplan (STEP): Ebenfalls von Relevanz für den Energiebedarf in Wien ist die Gestaltung der Stadtplanung und Stadtentwicklung, insbesondere durch die Siedlungserweiterungen in den Peripheriegebieten. Der STEP ist das Instrument der generellen, vorausschauenden Stadtplanung und Stadtentwicklung und legt in großen Zügen den weiteren geordneten Ausbau der Stadt fest. Mit einer Überarbeitung des STEPs wird im Herbst 2012 begonnen. Diese soll bis 2014 abgeschlossen sein.

ÖkoKauf Wien: Wurde von der Stadt Wien 1998 ins Leben gerufen. Ziel ist es, den Einkauf von Waren, Produkten und Dienstleistungen in allen Bereichen der Stadtverwaltung nach ökologischen Gesichtspunkten auszurichten. Gemäß einem Erlass des Magistratsdirektors sind alle Ergebnisse von „ÖkoKauf Wien“, insbesondere die veröffentlichten Kriterienkataloge für Produkte, verbindlich anzuwenden. Expertinnen und Experten haben dazu in den jeweiligen Arbeitsgruppen Kriterienkataloge für die Ausschreibungen erarbeitet.

ÖkoBusinessPlan Wien: Der 1998 von der Wiener Umweltschutzabteilung - MA 22 ins Leben gerufene ÖkoBusinessPlan Wien ist ein Programm der Stadt Wien, das Wiener Unternehmen bei der Umsetzung von umweltrelevanten Maßnahmen im Betrieb unterstützt und dazu beiträgt, ihre Betriebskosten zu senken. Rund 900 Wiener Betriebe haben seit 1998 am ÖkoBusinessPlan Wien teilgenommen und so ihre Betriebskosten um über 113 Mio. Euro gesenkt sowie mehr als 856 GWh Energie bzw. rund 240.000 t CO₂ eingespart. Entsprechend wurden auch der Ressourcenverbrauch (Rohstoffe, Wasser, Abfälle) sowie das Transportaufkommen reduziert.

PUMA (Programm Umweltmanagement im Magistrat der Stadt Wien): Dieses Programm ist dem betrieblichen Umweltschutz gewidmet und zielt auf die Einführung eines Umweltmanagementsystems in allen Dienststellen des Magistrats der Stadt Wien ab. Seit 2006 werden PUMA-Foren über verschiedene Themen gehalten.

3.3 Zentrale Herausforderungen

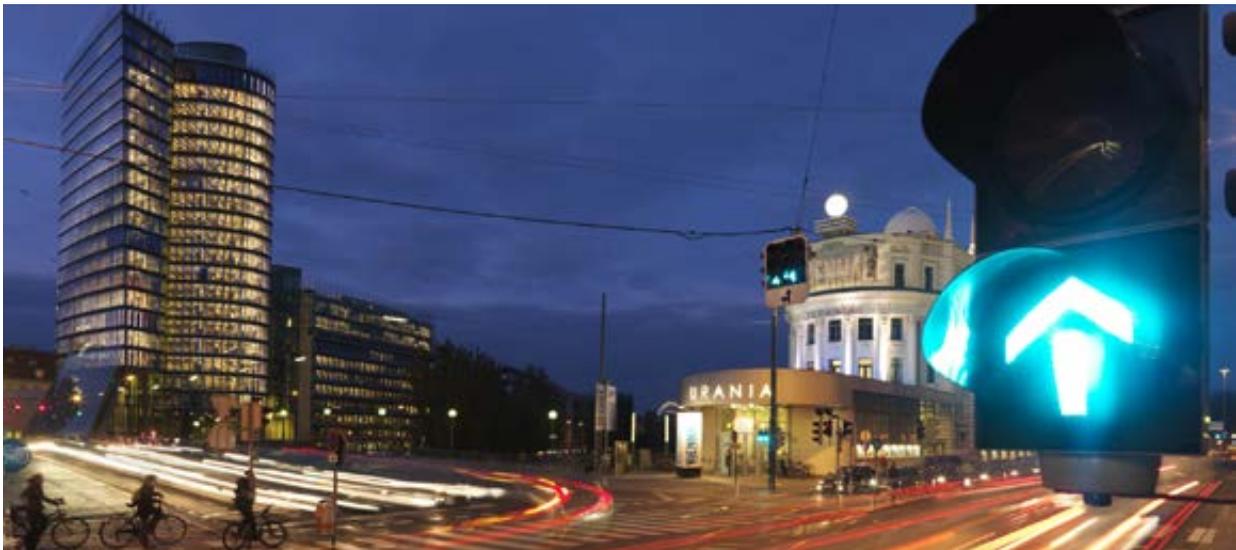
Die entscheidende Rolle der Stadt Wien wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, dass auf einer Fläche von ca. 400 km² (Quadratkilometer) 1,73 Mio. Menschen leben. Das sind 20 % der österreichischen Bevölkerung. Das Stadtbild von Wien wird sich aufgrund der steigenden Bevölkerungszahl verändern. Die Installation neuer Technik, energieeffiziente Gebäudearchitektur, der Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen oder die Installation photovoltaischer bzw. solarthermischer Systeme werden benötigt. Auch die Zukunft der urbanen Mobilität wird Wien ein neues Gesicht geben. Die Besonderheiten im urbanen, dicht besiedelten Raum sind die vorhandenen komplexen Stadt- und Bevölkerungsstrukturen. Diese müssen sowohl im Detail als auch im Zusammenhang einer integrierten Stadtplanung betrachtet werden. Im Bereich Energieeffizienz ist außerdem immer eine **zweidimensionale Betrachtung** notwendig. Auf der einen Seite die Dimension Technik (Geräte-, Prozessoptimierungen etc.) und auf der anderen Seite die Verhaltensänderungen (Investitionsentscheidungen, NutzerInnenverhalten etc.) der Menschen.

Zu den wichtigsten gesetzlichen Grundlagen zählt die **EU-Energieeffizienz-Richtlinie**: Österreich ist als Mitgliedstaat der Europäischen Union vertraglich dazu verpflichtet, die Energieeffizienz stetig zu verbessern und bis 2016 um 9 % zu erhöhen. Die Antwort Wiens darauf ist das Städtische Energieeffizienz-Programm. Am 11. September 2012 wurde vom EU-Parlament die neue EU-Energieeffizienz-Richtlinie verabschiedet. Künftig soll in jedem EU-Staat der Energieverbrauch der EndkundInnen jährlich um 1,5 % gesenkt werden. Gleichzeitig wird es den Mitgliedsstaaten aber freigestellt, ob sie Einsparverpflichtungen für Energieversorger einführen oder alternative Maßnahmen, zum Beispiel Förderprogramme, zur Erreichung dieser Quote ergreifen. Zusätzlich wird Mitgliedsstaaten die Möglichkeit eingeräumt, Ausnahmeregelungen bis zu einer Höhe von 20 % des Einsparziels einzuführen. Die EU-Energieeff-

fizienz-Richtlinie muss im letzten Verhandlungsschritt noch vom EU-Ministerrat verabschiedet werden. Nach Inkrafttreten der Richtlinie haben die Mitgliedsstaaten 18 Monate Zeit, diese in nationales Recht umzusetzen. In Österreich wird das **Bundes-Energieeffizienzgesetz** von Bedeutung sein: Auf nationaler (österreichischer) Seite wird derzeit an einem Gesetzesentwurf für ein Bundes-Energieeffizienzgesetz (EnEffG) gearbeitet, welches die nationale Umsetzung der entsprechenden EU-Zielvorgaben unterstützen soll.

Alle Energieträger (z.B.: Erdgas, Kohle, Treibstoffe, erneuerbare Energien) die heute in Wien verwendet, werden machen ungefähr 46.600 GWh (Gigawattstunden) aus. Bei der Umwandlung zur verwendbaren Endenergie (z.B.: Strom, Fernwärme, Erdgas) gehen 13,5 % verloren. Bei der Verwendung der Energie zum Autofahren, Fernsehen oder zur Beheizung der Wohnung bleiben nochmals 35 % der eingesetzten Energie ungenutzt. Das bedeutet, dass 2010 gerade einmal 23.740 GWh tatsächlich als Nutzenergie verwendet wurden. Das Verhältnis von Energieinput zum -output beträgt 50 %.

Urania © TINAVienna



3.4 Energieeffizienz und Haushaltsgeräte

Der von Fachleuten verwendete Begriff **Rebound Effekt** gilt als größter Feind der Energieeffizienz. Er stammt aus der Energieökonomie und beschreibt, wie die mit Effizienzsteigerung eingesparte Energie durch Mehrnachfrage zusätzlich verbraucht wird. Ein Paradebeispiel sind die Energieeffizienzsteigerungen bei den Haushaltsgeräten im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch der Haushalte. Obwohl seit Mitte der 1980er-Jahre elektrische Geräte mehr als 30 % effizienter geworden sind, stieg der Stromverbrauch der Haushalte um mehr als 20 %. Der Grund dafür ist der steigende Lebensstandard und damit eine starke Zunahme an elektrischen Geräten pro Haushalt. Zur Vermeidung des Rebound Effektes müssen sich Umweltbewusstsein und Verhaltensänderungen nicht nur in den Köpfen, sondern im Alltag abspielen.

Im Alltag zeigt sich anhand vieler Beispiele, dass es bei zahlreichen **Produkten** oft nicht rentabel ist, diese im Falle eines Schadens reparieren zu lassen. Dazu tragen Faktoren bei wie schlechte Demontierbarkeit, Fehlen



Reparieren statt wegwerfen © Reperatur- und Service-Zentrum (R.U.S.Z.)

beispielsweise eine Methode entwickelt, alte Waschmaschinen derart umzurüsten, dass diese wassersparender und energieeffizienter werden.

Das Reparaturnetzwerk (<http://www.reparaturnetzwerk.at>) besteht mittlerweile seit über 10 Jahren und wird von der Umweltberatung betreut. Die Internetseite beinhaltet eine Info- und Kommunikationsplattform für die Wiederinstandsetzung jeglicher Produkte sowie ein Verzeichnis für Reparaturbetriebe in Wien. Bewusstseinsbildung und praktische Umsetzung gehen hier Hand in Hand. Die Stadt Wien fördert diese Einrichtung.

von Ersatzteilen oder einfach nur Bequemlichkeit bzw. der Wunsch, ein moderneres Modell nachzukaufen. Es sind sowohl Faktoren vorhanden, die von der ProduzentInnenseite als auch von der KonsumentInnenseite her beeinflussbar sind. ProduzentInnen werden hier bereits in die Verantwortung genommen. Die sogenannte Ökodesign Richtlinie der Europäischen Union wird stetig auf weitere energieverbrauchsrelevante Produkte ausgeweitet. Die Herstellerfirmen sind durch die Richtlinie dazu verpflichtet, keine giftigen Stoffe zu verwenden und eine optimale Energieeffizienz zu erreichen. Außerdem sind gesetzliche Garantieverlängerungen in Diskussion, welche zur Lebenszeitverlängerung von Produkten führen sollen. Im Produktdesign sollte neben Qualität der Materialien und sparsamen Energieverbrauch ebenso darauf geachtet werden, die Produkte demontierbar und damit reparierbar zu gestalten. Ergänzend dazu ist auf **KonsumentInnenseite** ein Umdenken erforderlich.

NÜTZLICHE LINKS

Im Reparatur- und Servicezentrum (www.rusz.at) kann man sowohl defekte Elektrogeräte reparieren lassen als auch aufgewertete Second Hand Geräte erwerben. Es wurde hier

3.5 Energie intelligent nutzen

Neben der Verwendung umweltfreundlicher und energieeffizienter Technologien ist auch ein maßvoller, intelligenter Umgang mit Energie nötig. Um den Energieverbrauch nachhaltig zu senken, sind grundlegende Verhaltens- und Konsumgewohnheiten zu überdenken.

Welche Möglichkeiten hat jede Einzelne und jeder Einzelne, Energie möglichst intelligent einzusetzen? Alltagstaugliches Beispiel ist die Verwendung von Steckleisten, um Stand-by-Betrieb von elektronischen Geräten zu vermeiden. Weitere Möglichkeiten sind Treppen steigen statt Aufzug fahren, effiziente Geräte verwenden, Wäsche an der Luft trocknen, öffentliche Verkehrsmittel statt privaten PKW verwenden. Diese Beispiele zeigen, wie einfach Verhaltens- oder Konsumänderungen in den Alltag integriert werden können. Diese Maßnahmen sparen nicht nur Energie, sondern auch Kosten. Intelligente Energienutzung heißt also nichts anderes als die Vermeidung von unnötigem Energieverbrauch.

Intelligente Energienutzung rechnet sich. Im österreichischen Durchschnitt werden 8,2 % der Haushaltsausgaben für Energie aufgewendet. Dabei entfallen 4,6 % auf Ausgaben für Energie im Haushalt und 3,6 % auf Treibstoffausgaben für den Verkehr. Die Ausgaben für Energie sind in den letzten Jahren gestiegen. So mussten 2005 noch durchschnittlich 2.500 Euro pro Jahr, 2007 bereits fast 2.900 Euro für Energie ausgegeben werden. Betrachtet man die verschiedenen Strompreise in der EU, liegt Wien nahe am durchschnittlichen Niveau von 19,88 ct/kWh (Eurocent pro Kilowattstunde). Tendenziell werden die Energiepreise in den nächsten Jahren weiter steigen. Ein effizienter und sparsamer Einsatz von Energie wird so weiter an Bedeutung gewinnen. Die Anschaffung energieeffizienter Geräte wird mit steigenden Energiepreisen immer rentabler.

Europäischer Energiepreisindex für Haushalte (HEPI)

Reihung	Stadt (Land)	Energiepreis in ct/kWh *
1	Kopenhagen (DK)	30,70
2	Berlin (D)	26,22
3	Brüssel (B)	23,58
4	Madrid (ES)	21,92
5	Lissabon (P)	21,67
6	Dublin (IRL)	20,36
7	Wien (A)	19,96
	Durchschnitt	19,88
8	Rom (I)	19,54
9	Luxemburg (LUX)	19,44
10	Amsterdam (NL)	19,18
11	London (UK)	17,03
12	Stockholm (S)	16,58
13	Helsinki (SF)	14,16
14	Paris (F)	14,12
15	Athen (GR)	13,74

* Eurocent pro Kilowattstunde, Preis inkl. aller Steuern und Netzpreise, **Quelle:** E-Control und VaasaETT; HEPI für Juli 2012

3.6 Modelle für jeden Bedarf

Die Rahmenbedingungen im Bereich der Energieeffizienzsteigerung der EU haben im wirtschaftlichen Bereich zu innovativen Geschäftsideen geführt. So haben sich neue Geschäftsmodelle zur Erfüllung von **Energiedienstleistungen** etablieren können, wenn auch bisher nur in Nischen. Gemäß der Definition besteht eine Energiedienstleistung immer – untrennbar verbunden – aus Energielieferung und einer Dienstleistung oder einer Sachleistung, die direkt zu erhöhter Energieeffizienz bzw. Energieeinsparung führt. Die klassischen Energieversorgerunternehmen werden immer mehr zu Energiedienstleistern. Daneben entwickeln sich aber auch neue, sehr spezialisierte Contracting-Unternehmen heraus.

Das **Energieeinspar-Contracting** zum Beispiel eignet sich speziell für Energiedienstleistungen im Gebäudereich. Die Verantwortung für die Durchführung von Energiesparmaßnahmen (Strom, Wärme, Kälte) wird gänzlich in die Hände eines Contracting-Unternehmens gelegt, das über fachliches Know-how verfügt. Das Contracting-Unternehmen ist zuständig für die Planung, Umsetzung und Vorfinanzierung der Maßnahmen. Außerdem hat das Contractor-Unternehmen die langfristige Aufgabe, die von ihm gesetzten Maßnahmen zu betreuen. Dazu zählen beispielsweise die Energieverbrauchskontrolle, der Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung von Anlagen. Den KundInnen werden neben diesen Leistungen zusätzlich jährliche Energiekosteneinsparungen für die Vertragslaufzeit garantiert. Diese bewegt sich meist in einem Zeitraum zwischen fünf und zwölf Jahren. In dieser Zeit bezahlen die Kundinnen dem Contracting-Unternehmen eine jährliche Contracting-Rate. Diese Rückzahlung entspricht dem Betrag der erzielten Energiekosteneinsparung.

Der Wiener Magistrat nutzt bei zahlreichen Gebäuden das Energieeinspar-Contracting vor allem bei Amtshäusern, Schulen, Kindergärten, aber auch bei

Objekten wie den städtischen Bädern. Beim Modell **Liefercontracting** werden dem Contracting-Unternehmen die Kosten für die Anlage und den Betrieb durch monatliche Raten der KundInnen beglichen. Die Vorteile des Geschäftsprinzips der Energiedienstleistungen liegen sowohl auf der Seite des Contracting-Unternehmens als auch bei den KundInnen. Die KundInnen als GebäudebesitzerInnen müssen zur Umsetzung der Maßnahmen keine Investitionen tätigen. Auch während des alltäglichen Betriebs werden notwendige Arbeiten vom Contracting-Unternehmen erledigt. Die Motivation solcher Unternehmen, den Energieeffizienzstandard eines Gebäudes höchstmöglich zu steigern, ist hoch, da davon die Höhe seiner jährlichen Rückzahlungen abhängt. So profitieren beide Seiten.

ENERGIEMARKT DER ZUKUNFT

Die aktuellen Herausforderungen der Energiewirtschaft sind steigender Strombedarf, immer mehr dezentrale Energieerzeuger sowie die Zunahme der erneuerbaren Energien. Die klassischen EnergiekundInnen wird es kaum mehr geben, da immer mehr Private selbst zu EnergieerzeugerInnen (zum Beispiel durch Photovoltaik am Dach) werden. Dadurch wird Energie gleichzeitig erzeugt, verbraucht und verkauft. Energieanbieter müssen auf die zunehmende Komplexität des Strommarktes verstärkt mit transparenter und konsumentfreundlicher Information reagieren. Sie müssen zukünftig den Spagat zwischen einem dynamischen, komplexen Energiemarkt und einem simplen, übersichtlichen Angebot für die EndkundInnen schaffen.

3.7 Stadt der kurzen Wege

Von einer Stadt oder Region der kurzen Wege kann man sprechen, wenn Voraussetzungen erfüllt sind, um **alltägliche Wege** zur Arbeit und Ausbildung, zur Versorgung und zu Dienstleistungen sowie zur Schule und zum Kindergarten in kurzer Zeit ohne Auto bewältigen zu können. Als wesentliche Elemente einer Stadt der kurzen Wege gelten eine kompakte Siedlungsstruktur, Nutzungsmischung und eine attraktive Gestaltung der öffentlichen Räume, die zum Verweilen einladen. Begleitende Maßnahmen im Leitbild einer Stadt der kurzen Wege sind Mobilitäts- und Parkraummanagement, Rad- und Fußverkehrsförderung, Ausbau des öffentlichen Verkehrs und Fahrzeugverleih-Systeme. Die Vorteile einer Stadt der kurzen Wege sind vielfältig und haben zahlreiche positive Effekte:

- Weniger Lärm
- Weniger Emissionen
- Stärkung der regionalen Wirtschaft
- Weniger Flächeninanspruchnahme
- Erhaltung der Biodiversität
- Verbesserung der Lebensqualität

Autofreie Mustersiedlung in Wien Floridsdorf © s&s architekten, Wien



Wie es einzelne Stadtteile schaffen, zu einem Stadtteil der kurzen Wege zu werden, zeigen bereits einzelne umgesetzte Projekte, wie die Gartenstadt Aigen in Salzburg, die Solarcity bei Linz oder die autofreie Mustersiedlung in Wien Floridsdorf. 1999 wurden in Wien **Floridsdorf** 244 Mietwohnungen fertiggestellt, deren MieterInnen sich beim Unterzeichnen des Mietvertrages dazu verpflichteten, auf ein eigenes Auto zu verzichten. Durch den Verzicht des Garagenbaus wurden finanzielle Mittel frei, die zur Errichtung von Gemeinschaftseinrichtungen und Grünraumgestaltung eingesetzt werden konnten. In den Gestaltungsprozess wurden die zukünftigen MieterInnen miteinbezogen. Diese Mitbestimmung in den Bereichen Planung und Verwaltung stößt auf großen Zuspruch bei den MieterInnen. Eine Evaluierungsstudie im Jahr 2008 ergab darüber hinaus äußerst positive Effekte im Hinblick auf das Mobilitätsverhalten der BewohnerInnen. So werden Fahrräder bis zu zehnmal häufiger als im Wiener Durchschnitt verwendet. Die Evaluierung zeigt außerdem insgesamt eine hohe Wohnzufriedenheit.

AUTOS NUTZEN STATT BESITZEN

Nachdem der private PKW zunehmend den Stadtverkehr dominiert hat, gilt heute die Entlastung der Innenstädte vom übermäßigen Verkehr als eine der großen Herausforderungen der modernen Stadtentwicklung. Denn Autos sind nicht nur hinsichtlich ihres Antriebs, sondern auch im Hinblick auf ihren Flächenverbrauch (Parkplätze) sehr ineffizient. Darüber hinaus wird Auto fahren durch Flächenknappheit und steigende Energie- bzw. Anschaffungskosten immer kostenintensiver. ExpertInnen gehen daher davon aus, dass in städtischen Mobilitätskonzepten der Zukunft der Autobesitz stark zurückgehen wird. Stattdessen wird **Carsharing** als großer Trend der Zukunft gesehen. Es werden Fahrzeuge nur dann gemietet, wenn sie benötigt werden. In Wien wurden bereits verschiedene Initiativen zur Reduktion des Autoverkehrs gegründet. Carsharing hat in den letzten Jahren Einzug gehalten und wird immer stärker ausgebaut. NutzerInnen in Wien können auf einen stark wachsenden Pool an Autos für Carsharing zugreifen. Sie können diese im Gegensatz zur herkömmlichen Automiete auch stundenweise nutzen. Mehrere Wettbewerber konnten sich bereits am Markt etablieren. Fahrgemeinschaften, auch Carpooling genannt, zielen darauf ab, den Besetzungsgrad



Citybike-Station vor der Wiener Oper © Kromus, Stadt Wien - PID

von Autos zu erhöhen. Dadurch werden auf der einen Seite Fahrten vermieden, auf der anderen Seite bestehende Straßeninfrastruktur effizienter genutzt. Plattformen wie „www.mitfahrgelegenheit.at“ dienen als Vermittlungsstelle zwischen Angebot und Nachfrage im Carpooling.

Auch die Attraktivität des Fahrradfahrens wurde durch Initiativen der Stadt Wien stark erhöht. Waren anfangs der 1990er-Jahre 190 km (Kilometer) **Radwegnetz** vorhanden, so sind es 2011 bereits 1.206 km. Zudem wurde das **Citybike Wien** System initiiert, ein innovativer öffentlicher Radverleih. Die Räder können mittlerweile an 96 Stationen in ganz Wien mit Bankomat- oder Kreditkarte ausborgt werden. Die Rückgabe ist an jeder beliebigen Station, unabhängig davon, wo die Fahrt begonnen wurde, möglich. Das Citybike wird von Einheimischen genauso genutzt wie von Touristen. Das erfolgreiche Konzept wird weiter ausgebaut.

3.8 Energiestandards für Gebäude

Der Energiestandard eines Gebäudes wird danach bestimmt, wie hoch der Energiebedarf pro Quadratmeter und Jahr ist. Die gebräuchlichste Kennzahl ist der so genannte Heizwärmebedarf und dieser wird mit der Einheit kWh/m²a (Kilowattstunde pro Quadratmeter Wohnfläche und pro Jahr) angegeben. Ein hoher Energie-Standard kann durch bestimmte bauliche Maßnahmen und effiziente Haustechnik erreicht werden. Die Klassifizierungen werden durch den durchschnittlichen jährlichen Heizwärmebedarf definiert.

Niedrigenergiehäuser zeichnen sich im Vergleich zu konventionellen Häusern durch einen um rund 30 % niedrigeren Energieaufwand aus. Der Heizwärmebedarf liegt bei weniger als 50 kWh/m²a, bei einem Niedrigstenergiehaus sogar bei unter 25 kWh/m²a.

Passivhäuser haben einen Heizwärmebedarf von maximal 15 kWh/m²a. Eine Lüftungsanlage in Verbindung mit einer guten Dämmung ersetzt die handelsübliche Heizungsanlage. Die Energiequellen in Passivhäusern sind die Abwärme von Personen und technischen Geräten. Zusätzlich ist die Nutzung von Solarenergie möglich und sinnvoll. Passivhäuser können als Neubau oder auch bei einer Sanierung von Altbauten realisiert werden. So ist es ist möglich, einzelne Passivhaus-Elemente wie Lüftungsanlagen, hochwertige Dämmmaterialien und deren Verarbeitung oder spezielle Fenster zu verwenden, um den Energiestandard eines Altbaus zu verbessern.

Null-Energiehäuser sind eine Erweiterung des Passivhaus-Konzeptes, es gibt jedoch keine wissenschaftliche Definition des Begriffs. In den meisten Fällen werden Null-Energiehäuser über eine ausgeglichene Jahresenergiebilanz definiert. Das bedeutet, dass mit den Anlagen zur Nutzung von erneuerbarer Energie vor Ort genau so viel Energie produziert wird, wie übers Jahr gerechnet verbraucht wird. Solche Anwendungen sind die Produktion von Strom mit Photovoltaikanlagen,

von Wärme mit einer Solarthermieanlage oder die Nutzung von Umgebungswärme mit einer Wärmepumpe.

Plus-Energiegebäude gehen noch einen Schritt weiter und gewinnen mehr Energie, als sie übers Jahr gerechnet verbrauchen. Im Rahmen besonders ambitionierter Projekte wird auch die Produktionsenergie, die in den Bauteilen steckt, beim Energieverbrauch des Gebäudes mitberücksichtigt.

DER ENERGIEEFFIZIENTESTE WOLKENKRATZER DER WELT

In der chinesischen Stadt Guangzhou steht seit 2011 der **Pearl River Tower**. Das Hochhaus zählt 71 Etagen bei einer Höhe von 309 m. Der Büroturm erlangt durch den Einsatz von Photovoltaik, einer aerodynamischen Form, integrierten Windrädern und einer doppelschichtigen Fassade Leuchtturmkarakter. Das Gebäude selbst erzeugt Strom durch Photovoltaik-Module und durch in die Fassade integrierte vertikale Windräder. Diese eigene Stromerzeugung, das Design, die eingesetzte Gebäudetechnik und dazu noch effiziente Beleuchtung haben dazu geführt, dass im Vergleich zu einem üblichen Hochhaus über 50 % Energie eingespart werden kann.

STADTEIL, DER SO VIEL ENERGIE ERZEUGT, WIE ER VERBRAUCHT

Nullenergiestadtteile zeigen auf, wie sich durch die konsequente Zusammenführung von Architektur, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien vor Ort eine ausgeglichene Jahresenergiebilanz erreichen lässt. Als einer der bekanntesten Vorzeigestadtteile für nachhaltiges und energieeffizientes Wohnen gilt das Quartier Vauban im Süden Freiburgs. **Vauban** ist ein neuer, teilweise autofreier Stadtteil, der auf einem 41ha (Hektar) großen, innenstadtnahen Areal, das früher als Kasernengelände diente, errichtet wurde und heute als attraktiver und familienfreundlicher Stadtteil für rund 5.000 EinwohnerInnen gilt. In Vauban sind alle Häuser in Niedrigenergiebauweise (Energiekennwert von maximal 50 kWh/m²a) oder Passivhausbauweise gebaut worden. Unter den neuen Gebäuden befindet sich auch das erste Mehrfamilienhaus in Passivhaus-Bauweise in Deutschland. Ergänzt wird das Energiekonzept durch Photovoltaik und Solarthermie sowie größere Gemeinschafts-Solaranlagen.



Luftaufnahme des Nullenergiestadtteils Vauban in Freiburg
© Erich Meyer, Hasel

NIEDRIGENERGIEHÄUSER ALS PFLICHT

Um das im Neubaubereich liegende CO₂-Einsparpotenzial auszuschöpfen, hat der Rat der Stadt Münster 1996 beschlossen, städtische Baugrundstücke nur noch mit der Auflage zu verkaufen, darauf ausschließlich Niedrigenergiehäuser mit erhöhtem Wärmedämmstandard zu errichten. Auch die Neubauten der Stadt **Münster** selbst erfüllen seit 1997 den festgesetzten Wärmedämmstandard von 50 kWh/m²a. Während im Jahre 1997 insgesamt nur vier Grundstücke mit den neuen Standards verkauft wurden, stieg die Zahl der Vertragsabschlüsse auf bisher ca. 1.500 bei privaten Grundstückskaufverträgen sowie auf über 30 bei städtebaulichen Verträgen an. Insgesamt konnten somit mehr als 5.000 Wohn- und Bürogebäude im Niedrigenergiehausstandard erbaut werden. 2002 hat Münster anhand einer Stichprobe von 30 Gebäuden die Wirksamkeit dieser Klimaschutzmaßnahme untersuchen lassen. Die angestrebte CO₂-Reduzierung ist aufgrund der guten Breitenwirkung doppelt so hoch wie erwartet. Auch die Altbauten-Sanierungen sind Teil der Klimaschutzmaßnahmen. Bis 2020 werden jedes Jahr Fördergelder für bauliche Maßnahmen zur Energieeinsparung bereitgestellt. Sichtbar werden die energieeffizienten sanierten Häuser durch das **Gütesiegel Altbau**.

3.9 Energetische Sanierung von Gebäuden

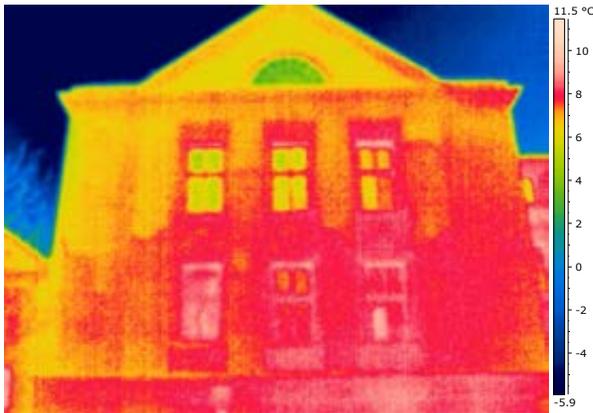
Unter **Thermisch-energetischer Wohnhaussanierung** versteht man die Modernisierung eines Gebäudes zur Minimierung des Energieverbrauchs. Rund 25 % der Wiener Gebäude stammen aus der Periode zwischen 1945 und 1980. Auf langfristige Haltbarkeit oder energie- und ressourcensparende Bauweise wurde damals weniger geachtet. Entscheidend waren die Schnellbauweise und die kostengünstige Schaffung von Wohnraum.

Im Rahmen des Klimaschutzprogramms (KLiP) hat die Stadt Wien mit **Thewosan** eine effiziente Förderungsschiene zur thermisch-energetischen Gebäudesanierung ausgearbeitet. Das Ziel ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bei der Raumwärmeerzeugung unter Nutzung der vorhandenen Potenziale. Die Auswirkungen des Programms „spüren“ die BewohnerInnen thermisch sanierter Gebäude bei den Heizkosten.

Parallel zu den energiesparenden Maßnahmen legt die Stadt Wien Wert auf die Vermeidung umweltschädlicher Werkstoffe und auf eine generelle Verbesserung der Wohnsituation. Ein wertvoller Zusatzeffekt von Thewosan sind die vom Förderprogramm ausgehenden Impulse für die Schaffung von Arbeitsplätzen.

Die Hauptmaßnahmen der thermisch-energetischen Wohnhaussanierung sind:

- Wärmedämmung aller Bauteile wie Fassaden, Feuermauern, oberste Geschoßdecke/Dach, Kellerdecke
- Erneuerung von Fenstern und Außentüren
- Maßnahmen zur Beseitigung von Wärmebrücken und/oder anderen bauphysikalischen Mängeln
- Maßnahmen zur Erhöhung passiv-solarer Wärmegevinne in Verbindung mit entsprechenden Maßnahmen zur Verhinderung sommerlicher Überwärmung (z.B. Errichtung von Wintergärten, Loggienverglasungen oder Einsatz transparenter Wärmedämmung)



Vor und nach der Fassadensanierung eines Direktionsgebäudes der Stadt Wien © DI Meinrad Huemer, Stadt Wien

- Bauliche Maßnahmen zur Verlustminimierung im Bereich der Wärmegewinnung und Wärmeverteilung (z.B. Dämmung der Verteilungsleitung im Keller)

LEBENSZYKLUS EINES GEBÄUDES

Rund 40 % des weltweiten Energieverbrauchs entfallen auf Gebäude. Neben der Energie, die für den Betrieb eines Gebäudes benötigt wird (Heizen, Kühlen, Beleuchtung), müssen auch vor- und nachgelagerte Energieverbräuche berücksichtigt werden. Im Fachjargon spricht man dabei von **Life-Cycle-Betrachtungen**. Dahinter verbirgt sich eine umfassende Berücksichtigung und Bilanzierung der gesamten Umweltwirkungen im „Leben eines Gebäudes“. Alle eingesetzten Baumaterialien, Transporte, Produktionsprozesse, der Hausbau selbst, die Sanierung bis hin zur Entsorgung und Deponierung nach einem Abriss fließen in die Berechnung mit ein. Life-Cycle-Betrachtungen von Gebäuden sind hilfreich, um deren Nachhaltigkeit und Effizienz gesamtheitlich beurteilen zu können. Schwachstellen und Verbesserungspotenziale werden deutlich. Die Darstellung des kumulierten Energieaufwandes ist eine vereinfachte Version einer **Life-Cycle-Betrachtung**. Bei dieser Berechnung wird die gesamte eingesetzte Energie bilanziert. Dabei zeigt der Vergleich von herkömmlichen Gebäuden aus dem Jahre 1984 mit einem Passivhaus oder gar einem energieautarken Haus von heute, dass vorerst der Energieaufwand zur Herstellung und Bau der neuen effizienten Gebäude höher ist. Grund dafür ist der energetische Mehraufwand zur Produktion der Dämmung. Große Einsparungen werden dann allerdings in der Nutzungsphase aufgrund des geringen

Energieaufwands für Heizung und Stromversorgung in den gesamten 80 Jahren „Lebenszeit der Gebäude“ erzielt. Die gesamte Energiebilanz eines effizienten, modernen Gebäudes fällt damit äußerst positiv aus.

3.10 Effiziente Kühlung

Klimatisierung und Kühlung sind laut Internationaler Energieagentur die am schnellsten wachsenden Bereiche neuen Energiebedarfs. Unter Kühlung wird allgemein die Abführung von Wärme zur Temperierung von Räumen verstanden, und Klimatisierung schließt zusätzlich auch noch die Regelung der relativen Luftfeuchte mit ein (umgangssprachlich wird unter Klimatisierung meist nur die Kühlung eines Gebäudes verstanden). Ein wesentlicher Faktor für die Klimatisierung ist die innere und äußere **Kühllast** eines Gebäudes. Im Inneren bestimmen u.a. Wärmequellen wie elektrische Geräte und Personenbelegung sowie das Lüftungsverhalten eine wesentliche Rolle. Die thermische Qualität der Gebäudehülle und der Fassadenaufbau mit seinem Glasanteil beeinflussen die äußere Kühllast.

Nahezu 80 % der amerikanischen und japanischen und etwa 50 % der europäischen Büroflächen werden zurzeit gekühlt. 1996 wurden europaweit rund sieben

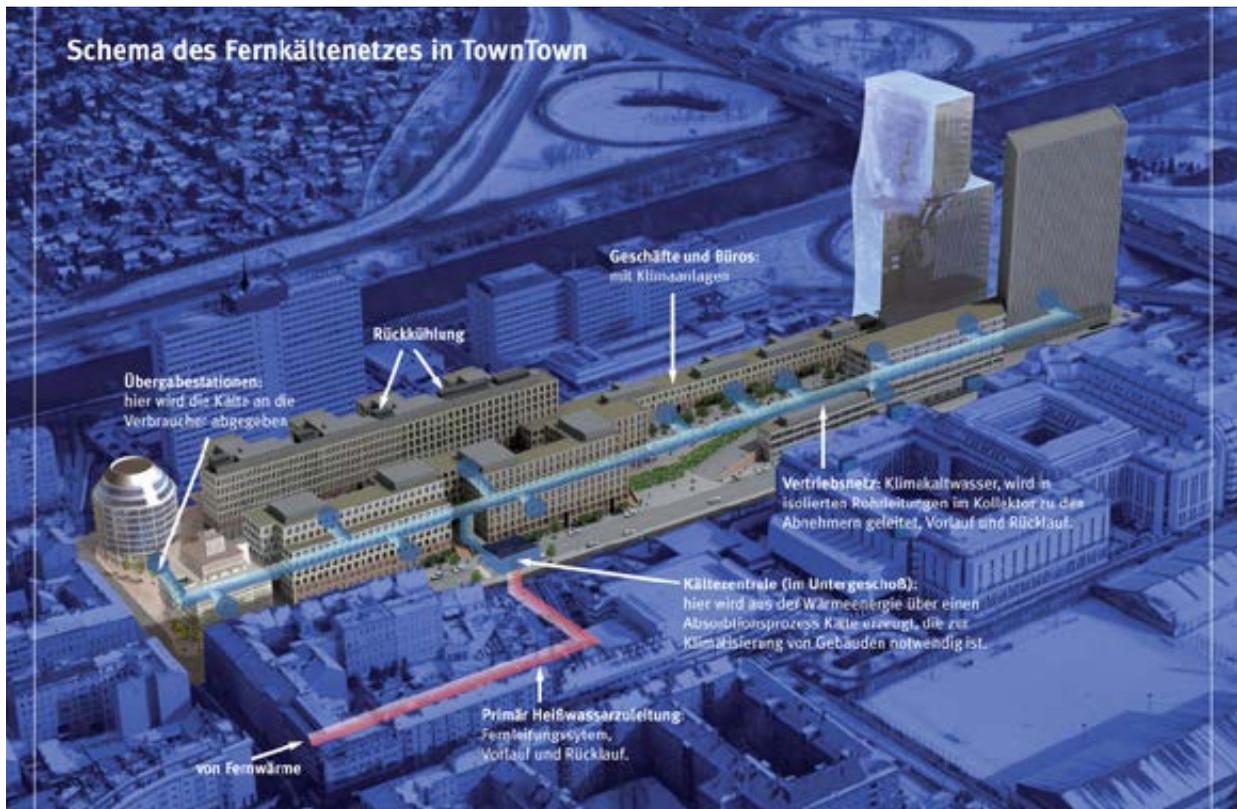
Mio. Raumklimageräte eingesetzt. Prognosen lassen für das Jahr 2020 eine Geräteanzahl von 33 Mio. erwarten. Die Trendkurve zeigt auch für Österreich steil nach oben. Immer mehr Menschen wollen den Komfort einer klimatisierten Umgebung im Büro oder beim Einkaufen nicht mehr missen. Laut einer Studie des Instituts für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (EEG) der Technischen Universität Wien aus dem Jahr 2008 wurden 1993 in Wien jährlich lediglich 18.000 MWh (Megawattstunden) Strom für die Raumklimatisierung von Bürogebäuden eingesetzt und 2006 lag der Bedarf bereits bei 121.000 MWh pro Jahr. Neben stetig anwachsenden Büroflächen kommt verstärkend hinzu, dass es infolge der Klimaerwärmung zu einer signifikanten Zunahme der Zeiträume, an denen gekühlt wird (steigende Kühlgradtage, KGT) kommen wird. Für den Großraum Wien wird angenommen, dass bis 2050 im Sommer mit einem zusätzlichen Leistungsbedarf von etwa 400 MW für die Klimatisierung zu rechnen ist.

Das gravierende Problem ist, dass **konventionelle Klimatisierung** ausschließlich auf dem Einsatz elektrischer Energie basiert. Wurden in den letzten Jahrzehnten Strom-Verbrauchsspitzen vor allem im Winter verzeichnet, so kommt es bereits heute in vielen Regionen Europas zunehmend auch im Sommer zu extrem hohen Verbrauchsphasen. Nach Einschätzung von ExpertInnen wird in einigen Jahren der Energiebedarf für Büro Kühlung im Sommer mit dem heutigen Heizenergiebedarf im Winter übereinstimmen. Um Kapazitätsengpässen vorzubeugen und die Ziele zur Reduktion der CO₂-Emissionen nicht aus den Augen zu verlieren, besteht großer Bedarf an alternativen Kühlmethoden. Um dem steigenden Strombedarf durch konventionelle Gebäudeklimatisierung entgegenzuwirken, verfolgt die Stadt Wien die Strategie, einerseits durch bauliche Maßnahmen und durch Vermeidung externer und interner Lasten den Kühlbedarf von vorneherein zu vermeiden und andererseits mit der **Fernkälte** einen ähnlichen Weg zu verfolgen, wie er beim erfolgreichen Ausbau des Fernwärmenetzes beschränkt wurde. Besonders in Ballungsräumen ist Fernkälte für Gebäude mit hohem Klimatisierungsbedarf ein alternatives und ökologisch sinnvolles Konzept. Durch die zentrale thermische Kälteerzeugung können

viele kleine energieintensive Einzellösungen und damit die Leistungsspitzen im Sommer reduziert werden. Im Vergleich zu konventionellen Klimaanlage spart Fernkälte pro MWh Kälte rund 240 kg CO₂ ein.

Der Nachfrage nach Klimatisierung in der warmen Jahreszeit steht außerhalb der Heizperiode ein ungenutztes Potenzial an Wärme aus Müllverbrennungsanlagen und aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) gegenüber. Es ist naheliegend, diese Wärme als Antriebsenergie für die Erzeugung von Kälte zu verwenden, um Stromengpässe im Sommer zu vermeiden. Durch die überwiegende Nutzung von Fernwärme bei der Kälteproduktion beträgt der Primärenergiebedarf nur bis zu einem Zehntel des Bedarfs von konventionellen Kälteerzeugern. Fernkälte wird in Wien in den nächsten zwei Jahrzehnten stark ausgebaut, vorerst aber nur in ausgewählten Gebieten, wo besonders großer Bedarf herrscht. Zentrales Element der Fernkälte ist es, die Abwärme als Antriebsenergie für Absorptionskältemaschinen einzusetzen. Diese thermischen Kältemaschinen haben gegenüber konventionellen Kompressionskältemaschinen den großen Vorteil des deutlich geringeren Stromverbrauchs. Bei der praktischen Anwendung kommen zwei Herangehensweisen zur Umsetzung:

Die dezentrale Lösung sieht vor, dass eine Absorptionskältemaschine in einer Kältezentrale direkt vor Ort im zu klimatisierenden Gebäude installiert wird. Wie im Winter wird über das bestehende Fernwärmenetz heißes Wasser als Antriebsenergie geliefert. Das Fernwärmenetz wird damit in der wärmeren Jahreszeit stärker ausgelastet und entlastet gleichzeitig das Stromnetz. Das so genannte **Konzept Wärmeabnehmer** wird dort verfolgt, wo kein Fernkältenetz vorhanden oder in absehbarer Zeit geplant ist. Das zweite Konzept sieht vor, dass Absorptionskältemaschinen in Kältezentralen am Ort der Wärmeentstehung, z.B. einer Müllverbrennungsanlage aufgebaut werden. Beim so genannten **Konzept Kältelieferant** wird Kaltwasser in isolierten Rohrleitungen zu den zu kühlenden Gebäuden transportiert und in deren Klimasystem eingespeist. Dazu wird eine Vorlauftemperatur im Netz von etwa 6 °C zur Verfügung gestellt. Bei den Verbrauchern wird



Fernkälte TownTown, Schema © Gutmann, Wien Energie

die überschüssige Wärme übernehmen. Die Rücklauf-temperatur beträgt 12 °C. Über Absorptionskältemaschinen wird diese überschüssige Wärme im geschlossenen Kreislauf des Kältenetzes wieder entzogen.

Eine **Fernkältezentrale** zur Kältelieferung mit einer Leistung von insgesamt 17 MW wurde im Jahr 2009 in der Spittelau bei der gleichnamigen Müllverbrennungsanlage in einem aufgelassenen U-Bahntunnel realisiert. Zwei Absorptionskältemaschinen mit je fünf MW und eine Kompressionskältemaschine mit sieben MW wurden errichtet. Sowohl die für die Kälteproduktion benötigte Wärme als auch der Strom werden direkt aus der thermischen Behandlung des Mülls gewonnen. Von der Spittelau aus wird Kälte in die Klimasysteme mehrerer Bürogebäude eingespeist und mit dem Allgemeinen Krankenhaus der Stadt Wien (AKH) der

größte Kälteabnehmer beliefert. Durch die Nutzung der Abwärme und die hohe Effizienz der Kältezentrale werden rund 79 % an CO₂ gegenüber einer herkömmlichen stromgeführten Kälteerzeugung eingespart.

In Wien ist bereits eine Reihe von Großgebäuden mit Kälte aus Fernwärme versorgt. Eine Kältezentrale wurde im Stadtentwicklungsgebiet TownTown im dritten Wiener Gemeindebezirk realisiert. Angeschlossen an das Wiener Fernwärmenetz, kühlt sie den Business-Park mit insgesamt 21 Bürogebäuden. Das Sozialmedizinische Zentrum Ost (SMZ Ost) ist seit 2010 mit einer eigenen Kältezentrale ausgestattet. Im Jahr 2011 wurden in Wien Kältezentralen mit einem Leistungsvermögen von rund 39 MW betrieben. Weitere Anlagen sind gerade im Bau oder in Planung. Die Kältezentrale Schottenring nimmt 2012 mit einer Leistung von 20 MW den Betrieb

für die Versorgung der Innenstadt auf. Gebaut wird neben kleineren Kältezentralen auch eine Anlage mit 20 MW am neuen Hauptbahnhof Wien. Durch die bereits jetzt bestehenden Fernkälte-Anschlüsse in Wien werden pro Jahr rund 5.000 t (Tonnen) CO₂ eingespart. Bis 2020 will Wien Energie 200 MW Fernkälte installieren.

Thermische Kälteanlagen sind technisch die umweltfreundlichste Alternative zur Kühlung mit Strom. Wärme als Antriebsenergie nutzt auch die **solare Kühlung**. Der Einsatz von Solarthermie ist aufgrund der Gleichzeitigkeit von Kühlbedarf und Sonneneinstrahlung bei Gebäuden besonders effizient. Theoretisch könnten solarthermische Kältemaschinen fast 100 % der elektrisch betriebenen Kältemaschinen ersetzen. Es darf aber nicht vergessen werden, dass beim Kühlenergieverbrauch vor allem auch das **NutzerInnenverhalten** entscheidend ist. Durch einfache Maßnahmen kann der Wärmeeintrag in Gebäude gering gehalten werden. Mit jedem Grad Celsius mehr Kühlung erhöht sich der Energieverbrauch enorm: Wird z. B. die Raumtemperatur auf 26 °C anstatt auf 24 °C gekühlt, können der Energieverbrauch und die -kosten für die Klimatisierung um mindestens ein Viertel gesenkt werden.

3.11 Graue Energie und Topprodukte

Graue Energie ist die gesamte Energiemenge die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes oder einer Dienstleistung aufgewendet werden muss. Miteinbegriffen sind alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung sowie der Energieeinsatz aller benötigten Produktionsprozesse. Auch der Energiebedarf für die Herstellung und Instandhaltung für Maschinen und Infrastruktureinrichtungen wird üblicherweise miteinbezogen. Graue Energie ist der indirekte Energiebedarf durch Kauf eines Gutes, im Gegensatz zum direkten Energiebedarf bei dessen Benutzung. Der Unterschied zwischen Grauer Energie und Betriebsenergie wird üblicherweise nicht an die EndkonsumentInnen kommuniziert. Fehlende Kosten-

wahrheit sowie mangelndes Bewusstsein für die realen Umweltauswirkungen von Produkten bzw. generell für Konsum sind die Folge.

Die Berechnung der Grauen Energien gestaltet sich schwierig, da die Produktionsvorketten komplex sind. Es ist daher unvermeidlich, vereinfachte Annahmen zu treffen. Ein weiterer kritischer Punkt ist die Festlegung von Systemgrenzen. Betrachtet man beispielsweise die CO₂-Bilanz von Österreich, ist diese graue Energie, welche hauptsächlich im Ausland verbraucht wurde, nicht miteingerechnet.

Im Dschungel der Produktlandschaft müssen KonsumentInnen die Möglichkeit haben, ihre Kaufentscheidungen anhand transparenter Qualitätskriterien zu treffen. Die Suchmaschine **Topprodukte.at** bietet eine Informationsplattform für qualitativ hochwertige und energieeffiziente Produkte. Auf dieser unabhängigen

Fernkältezentrale Spittelau, Kältepumpen
© Wien Energie Fernwärme



Fernkältezentrale Spittelau, Kälteverteiler
© Wien Energie Fernwärme

Plattform werden Produktmerkmale dargestellt, und auch die Durchführung von Vergleichen ist möglich. KonsumentInnen können 3.000 Produkte aus den Kategorien Beleuchtung, Büro, Haushalt, Heizung/ Warmwasser, Kommunikation, Mobilität und Unterhaltung unter die Lupe nehmen. Eine mobile Applikation kann direkt beim Einkauf „beraten“. Die Bewertung der Produkte orientiert sich an internationalen Standards, Warendecklarationen und Labels. Neben der Information über Geräte werden auch wichtige Neuigkeiten sowie Energiespartipps veröffentlicht.

Eine sehr umfassende Datenbank zu Produkten und Unternehmen bietet die Plattform **marktcheck.at** von Greenpeace. Bei den Produktbewertungen fließen neben ökologischen Aspekten auch Tierschutz und soziale Aspekte ein. Außerdem werden Informationen und vergleichende Bewertungen von Firmen dargestellt. Detaillierte Produkttests, Vergleiche sowie Produkt-ratings verschiedener Anbieter informieren kritische KonsumentInnen und setzen Anreize für Unternehmen, ihre Produkte weiter zu verbessern.

Energieeffiziente Produkte müssen sichtbar sein. Ein wichtiges Energie-Label ist das **EU-Effizienzlabel** für Elektrogeräte. Dieses Label besteht bereits seit 1995 und wurde mehrmals überarbeitet. Die Effizienzklassen reichen von A+++ (sehr effizient) bis D (wenig effizient). Das Label dient der Unterstützung der Kaufentscheidung und ist verpflichtend für folgende Produkte:

- Kühl- und Gefriergeräte
- Geschirrspüler
- Waschmaschinen und Wäschetrockner
- Lampen
- Backöfen
- Klimageräte
- Fernsehgeräte

DIE REISE EINES FRÜHSTÜCKS

Wie sehr unsere globalisierte Wirtschaft den Energieverbrauch beeinflusst, zeigt ein **Frühstücks-Vergleich**. Ein Frühstück aus österreichischen Produkten wird bei dieser vereinfachten, aber eindrucksvollen Bewertungsmethode mit vorwiegend internationalen Lebensmitteln verglichen. Die aufgewendete **Transport-Energie** wird hier alleine über Entfernungen dargestellt. Als Graue Energie wird die Energiemenge bezeichnet, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes benötigt wird. Ganzheitlich betrachtet, müsste dieser Energieaufwand noch dazu gerechnet werden. Alleine durch die Wahl regionaler Zutaten lassen sich wie in diesem Beispiel mehr als 95 % Energie nur für den Transport einsparen.

Langstrecken Frühstück		Kurzstrecken Frühstück	
Orangensaft, Brasilien	11.000 km	Bio-Apfelsaft, Österreich	330 km
Kakao, Afrika	5.500 km	Bio-Früchteteer, Österreich	70 km
Gouda, Niederlande	1.000 km	Bio-Frischkäse, Österreich	250 km
Putenschinken, Spanien	2.200 km	Joghurt, Österreich	250 km
Semmel, Österreich	20 km	Vollkornspitz, Österreich	20 km
Getreideflocken, Deutschland	1.000 km	Kipferl, Österreich	20 km
Banane, Costa Rica	11.000 km	Bio-Apfel, Österreich	250 km
Summe	31.720 km	Summe	1.190 km

Quelle: <http://www.klimarettung.at/assets/downloads/GraueEnergie.pdf>

3.12. Wiener Effizienzmeister

Dass in Wien aktiv an der Umsetzung von Energieeffizienzmodellen gearbeitet wird, zeigen die Effizienzmeisterprojekte. Es werden vorbildhafte Projekte aus den Bereichen Gebäudeneubau, Gebäudesanierung und Mobilität vorgestellt.

Neubau: Im Wiener Stadtentwicklungsgebiet **Aspanggründe-Eurogate** wird derzeit Europas größte Passivhausiedlung gebaut. In einem Entwicklungszeitraum bis voraussichtlich 2019 sollen bei vollständiger Entwicklung der Aspanggründe-Eurogate circa 1.600 bis 2.000 Wohnungen entstehen. Rund um das Gelände schaffen zusätzlich Bürogebäude, Geschäftslokale und Restaurants 8.000 neue Arbeitsplätze. Vom Passivhausstandard profitieren Umwelt und BewohnerInnen, so spart jede einzelne Wohnung rund 500 kg (Kilogramm) an Treibhausgasen pro Jahr ein. Die minimierten Heizkosten entlasten das Haushaltsbudget. Bei diesem Wohnhaus-Projekt wird überdies der Nachweis der baubiologischen und ökologischen Qualität der Wohnhausanlage sowie die Einhaltung der klima:aktiv Passivhauskriterien garantiert. Das städtebauliche Gesamtkonzept auf dem rund 22 ha (Hektar) großen Areal im 3. Wiener Gemeindebezirk wird in Abstimmung mit der Stadt Wien unter Einbeziehung internationaler Architekten entwickelt.

2011 eröffnete im 15. Bezirk in der Gargasse ein **StudentInnenwohnheim** im Passivhausstandard. Durch diese Bauweise konnte der Energieverbrauch im Vergleich zu einem durchschnittlichen Bau um 70 % reduziert werden. Auf einer Nutzfläche von 4.648 m² (Quadratmeter) wurden 265 Wohnungen mit einem Heizwärmebedarf von 13 kWh/m²a (Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr) realisiert. Neben einer kontrollierten Wohnraumlüftung verfügt das Gebäude über einen Fernwärmeanschluss, eigene Dachsolaranlagen und eine Ausstattung mit effizienten Elektrogeräten.



Passivhausiedlung Eurogate am ehemaligen Aspangbahnhof 1 © Steven Duchon, MA20 - Energieplanung

Sanierung: Im 2. Wiener Gemeindebezirk steht in der Ybbsstraße 6 die Sanierung eines **Gründerzeithauses** vor der Fertigstellung. Ziel dieser Sanierung ist die Erreichung des Passivhaus-Energie-Standards und für den zusätzlichem Ausbau des Dachgeschoßes sogar des Plus-Energiestandards. Dabei wird das ehrgeizige Ziel verfolgt, die Mehrkosten für den Passivstandard unter 10 % zu halten. Als Baumaterialien wurden ökologische Stoffe wie Holz oder Mineralwolle eingesetzt. Eine Solaranlage, eine Photovoltaikanlage mit 10 kWp (Kilowattpeak) und eine Luftwärmepumpe unterstützen die Energieversorgung des Hauses. Das Projekt wurde vom Forschungsprogramm „Haus der Zukunft Plus“ gefördert und soll als Vorbild für Dachgeschoßausbauten im Gründerzeitbestand dienen.

Das **Boutique Hotel Stadthalle** im 15. Bezirk erhielt 2009 einen Zubau mit 38 Zimmern. Es wurde damit auf insgesamt 92 Zimmer erweitert und zum ersten Hotel mit Null-Energie-Bilanz in Wien umgebaut. Der sechsstöckige Zubau an das bestehende Hotelgebäude erhielt eine Passivhaushülle vom ersten Obergeschoß bis ins Dachgeschoß. Der neue Teil des Hotels wurde als eigener Baukörper ausgebildet und die Betonkonstruktion mit einer, für ein Null-Energie-Bilanz-Haus notwendigen Fassade eingehüllt. Die beiden Gebäu-



Boutique Hotel Stadthalle im 15. Bezirk © Boutique Hotel Stadthalle

detalle sind lediglich im Keller und im Erdgeschoß miteinander verbunden. Alle 38 Zimmer im neuen Baukörper sind ausschließlich mit LED- und Energiesparlampen ausgestattet. Strom liefert die Photovoltaikanlage mit insgesamt 82 m² Fläche, teilweise am Flachdach aufgeständert und an der Fassade montiert. Eine 130 m² große thermische Solarthermieanlage gewinnt Wärme zur Frischluft-Vorwärmung für die Wohnraumlüftung (mit einer Wärmerückgewinnung von 90 %) und zur Warmwasserbereitung. Das Grundwasser für den Betrieb der Wasser-Wasser-Wärmepumpe zur Beheizung und Kühlung mittels Betonkernaktivierung auf Niedertemperaturbasis kommt aus dem eigenen Brunnen.



Neuer E-City-Bus für die Wiener Innenstadt © Johannes Zinner, Wiener Linien

Toilettenspülungen und Gartenbewässerung erfolgen mit Regenwasser (Grauwasser). Eine zentral gesteuerte Überwachung der Energieerzeugungsanlagen und kontrollierte Raumlüftung ermöglichten erstmals ein Stadthotel mit Null-Energie-Bilanz. Die bestehenden Steuerungssysteme wurden über die zentrale Leittechnik, mit eigenem Programmfeature zur erhöhten Energiebilanz, in die neue Anlage eingebunden. Das Boutiquehotel wurde bereits mehrfach ausgezeichnet.

Mobilität: Die **Wiener Linien** transportieren jeden Tag 2,2 Mio. Fahrgäste und sind damit der führende Anbieter im öffentlichen Personennahverkehr der Stadt Wien. Bereits 37 % aller Wege werden in Wien mit dem öffentlichen Verkehr zurückgelegt, per motorisierten Individualverkehr 29 % aller Wege. Beachtlich ist hierbei, dass der öffentliche Verkehr nur 0,2 Mio. t (Tonnen) CO₂ pro Jahr ausstößt, wohingegen der Autoverkehr 2,7 Mio. t CO₂ pro Jahr verursacht, also 13 Mal so viel wie der öffentliche Verkehr. Die Verbilligung der Jahreskarte auf 365 Euro hat zu einer weiteren Zunahme der Fahrgäste geführt. Ein zukunftsweisendes Projekt ist die Einführung von zwölf Elektrobussen, welche die Flüssiggas-Citybusse ab Herbst 2012 ersetzen. Für den Fahrbetrieb werden die Citybusse an den Endhaltestel-





Windpark Unterlaa © Ian Ehme, Wien Energie

len in zirka 15 min. aufgeladen. Über Nacht werden die Busse dann vollständig geladen. Zusätzlich verfügen die Busse auch über ein System, mit dem Bremsenergie zurückgewonnen werden kann. Dadurch können etwa 20 % des Strombedarfs gedeckt werden.

EFFIZIENZMEISTER FAHRRAD

Radfahren ist nicht nur eine kostengünstige und gesunde Art der Fortbewegung, sondern unter energetischen Gesichtspunkten auch die effizienteste. Denn „das Radln“ kostet uns am wenigsten Energie.

ERNEUERBARE ENERGIE



4.1 Erneuerbare Energietechnologien

Bis 2020 soll in der EU der Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen von derzeit circa 10 % auf 20 % gesteigert werden. Bis 2050 strebt die Europäische Union eine Reduktion der Treibhausgase um zumindest 80 % an.

Das European Renewable Energy Council schätzt die dafür erforderlichen Investitionen auf bis zu 450 Mrd. Euro. Besonders Österreich positioniert sich mit einem aktuellen Anteil an erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch von etwa 30 % als Vorreiter in Europa.

Eine Vielzahl von Gründen wie die Klimaveränderung durch fossile Energieträger, die unsichere Zukunft der Versorgungssicherheit und vieles mehr bestärkt die Politik weltweit, Entwicklungen im Klimaschutz- und Energiebereich zu forcieren. Ziel ist die Steigerung der Energieeffizienz und die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien voranzutreiben.

Zu den **emissionsfreien Energietechnologien** zählen alle Techniken, die Energie aus Quellen wie Sonne, Wasser, Erdwärme oder Wind in eine für den Menschen nutzbare Form umwandeln. Die Emissionsfreiheit bezieht sich auf die Energiequelle. Sie ist erneuerbar, wenn sie unerschöpflich zur Verfügung steht oder sich verhältnismäßig schnell erneuert. Bei der Biomasse spricht man von „Emissionsneutralität“: Während im Wachstum von Pflanzen CO₂ gebunden wird, wird dieses bei der energetischen Nutzung wieder frei. Die Gesamtbilanz ergibt damit Null.

Emissionsfreie Energie können die WienerInnen zum Beispiel durch den Bezug von 100 % Ökostrom, Photovoltaik- und Solaranlagen auf den Dächern oder der Fernwärme aus Biomasse direkt nutzen. Im Bereich Mobilität bietet sich die Möglichkeit, über Elektroantriebe, versorgt mit Ökostrom, emissionsfrei unterwegs

zu sein. Sollte Wien zu 100 % mit **emissionsfreier Energie** versorgt werden, müsste deren Produktion enorm gesteigert werden. Energetische Ressourcen im städtischen Raum selbst sind jedoch dafür nicht ausreichend vorhanden. Daher muss neben dem Ausbau von dezentralen, erneuerbaren Energiequellen auch auf Energieimporte gesetzt werden. Der Wandel von einer zentralen fossilen Energieversorgung hin zu einer dezentralen erneuerbaren ergibt ein völlig neuartiges Energiesystem. Um mit diesem neuen Energiesystem Versorgungssicherheit und eine funktionierende Energieverteilung zu garantieren, ist der Ausbau der Netze unumgänglich. Besonders eine intelligente Vernetzung von dezentralen Energiequellen und Energieabnehmern garantiert deren Integration in ein urbanes Energiesystem. Der Ausbau intelligenter Netze muss daher parallel zum Ausbau erneuerbarer Energien angestrebt werden.

ALLES ÖKOSTROM

Die bayerische Landeshauptstadt **München** möchte sich und ihre 1,4 Mio. EinwohnerInnen bis 2025 zu 100 % mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen versorgen. Das bedeutet, dass die Stadt etwa 7.500 GWh (Gigawattstunden) Ökostrom bereitstellen will. 2011 lag die Erzeugungskapazität von Ökostrom aus eigenen Anlagen bei 2.400 GWh. Mit dieser Energiemenge können rund 800.000 Münchner Haushalte versorgt und darüber hinaus sogar noch der Bedarf von U-Bahn und Tram gedeckt werden. Um 100 % Selbstversorgung zu erlangen, muss München, aufgrund der geringen Potenziale innerhalb der Stadt, dieses Ziel über Beteiligungen in regenerativen Stromerzeugungsanlagen in ganz Europa erreichen. Etwa neun Mrd. Euro werden bis 2025 überwiegend in Windkraft- und Photovoltaikprojekte in Deutschland, Spanien, an der Nordsee und der britischen See investiert. Innerhalb der Stadtgrenzen soll vor allem die Photovoltaik bis 2030 auf 300 MWp (Megawattpeak) ausgebaut werden. Bis zum Jahr 2015 ist geplant, bereits mehr als 80 % des Ökostroms aus eigenen Windparks zu generieren, etwa 12 % aus Wasserkraft und 0,5 % aus Photovoltaik. Auch im Bereich der Wärmeversorgung beabsichtigt München, bis 2040 das Fernwärmenetz zu 100 % aus regenerativen Energiequellen zu speisen. Derzeit sind 16 Geothermieanlagen in Planung.

STADT DER WASSERKRAFT

Pro Kopf verursachen die BewohnerInnen von **Oslo** laut Studie zum European Green City Index etwas mehr als 2 t CO₂ (Wien: 5,5 t CO₂ pro Kopf). Bis 2030 will Oslo seine Emissionen gegenüber 1990 um 50 % reduzieren. Dazu fördert die Stadt die Verbreitung von Fernwärme sowie eine Vielzahl von Energieeffizienz-Projekten. Schon heute macht der Anteil der erneuerbaren Energien 65 % aus. Dabei profitiert Oslo von der großen Anzahl an Wasserkraftwerken im Land. Um in der zerklüfteten Landschaft Norwegens eine flächendeckende Stromversorgung zu schaffen, wurden dezentral kleine und große Wasserkraftwerke errichtet. Norwegen ist damit der sechstgrößte Wasserkraftproduzent der Welt. Nahezu der gesamte Strombedarf (etwa 98 %) wird durch heimische **Wasserkraftwerke** gedeckt. Die Nutzung dieser erneuerbaren Energie hat in Norwegen eine lange Tradition. Derzeit werden erst zirka 60 % des in Norwegen vorhandenen Wasserkraftpotenzials genutzt. Für die Erweiterung der Wasserkraft ist vor allem der Bau kleinerer Wasserkraftwerke geplant. Norwegens Wasserkraft gewinnt aktuell aber noch aus einem anderen Grund an Bedeutung: Die europäische Energiewirtschaft sucht nach Möglichkeiten, erneuerbaren Strom zu speichern und diesen bei Bedarf kurzfristig verfügbar zu haben. Nach einer Studie der Boston

pos architekten. Schiestlhaus, energieautarker alpiner Stützpunkt am Hochschwab © Resch, ÖTK



Consulting Group müssen sich aufgrund des Anstiegs der Stromerzeugung aus Sonne und Wind die Speicherkapazitäten in Europa in den nächsten 15 Jahren vervierfachen. Norwegens Wasserkraft als Energiespeicher gerät in dieser Hinsicht in den Fokus. Als Erstes bedarf es allerdings dazu nicht des Ausbaus der Speicher, sondern des Netzes – besonders zwischen Norwegen und Mitteleuropa. Für die Zukunft existieren bereits Pläne für den Bau von sechs großen Verbindungsstraßen, darunter auch fünf Seekabeln.

SELBSTVERSORGER IN DEN ALPEN

Das **Schiestlhaus** am Hochschwab ist als Schutzhütte ein Prototyp für energieeffizientes und ökologisches Bauen im Alpenraum. Auf 2154 m, auf dem Hochplateau des Hochschwabs im Trinkwasserschutzgebiet kann es sich mit 100 % erneuerbarer Energie selbst versorgen und dabei einen Komfort bieten, der für Schutzhütten einmalig ist. Das Gebäude hat nach Süden hin weit geöffnete Fensterflächen zum Einfangen der Sonnenwärme, nach Norden, Osten und Westen hat es eine weitgehend geschlossene Fassade zur Minimierung der thermischen Verluste, nur die notwendigen Öffnungen für die Belichtung. Weiters besitzt es eine fassadenintegrierte Photovoltaikanlage

Neue Monte Rosa-Hütte, Bauprojekt von ETH Zürich, SAC, Hochschule Luzern und EMPA © Tonatiuh Ambrosetti, ETH-Studio Monte Rosa



mit 7,5 kWp Leistung und eine fassadenintegrierte Solarthermieanlage mit einer Fläche von 62,5 m². Die Wassergewinnung erfolgt zu 100 % aus Regenwasser. Ergänzend zur Solarthermieanlage wird die Wärme- und Stromversorgung durch ein Rapsölblockheizkraftwerk gedeckt.

Bei der **Monte Rosa-Hütte** in den Schweizer Alpen auf 2883 m soll der Betrieb der Hütte mit einem Autarkiegrad von 90 % gewährleistet werden. Der größte Teil des Energiebedarfs wird mittels Solarenergie gedeckt: Mit Photovoltaikpaneelen wird Sonnenenergie für die Versorgung der elektrischen Geräte gewonnen. Überschüssige Energie wird in Batterien gespeichert; dies garantiert eine lückenlose Versorgung auch bei bedecktem Himmel oder in der Nacht. Als ergänzende Stromquelle bei Spitzenlasten oder als redundantes System bei einem Ausfall der Photovoltaikanlage wird ein mit Rapsöl betriebenes Blockheizkraftwerk eingesetzt, das Wärme und Elektrizität erzeugt. Der Wasserbedarf wird mit Schmelzwasser aus der Umgebung der Hütte gedeckt. Dieses wird im Sommer gesammelt und in einer Kaverne gespeichert, sodass auch in Zeiten ohne Schmelzwasser fließendes Wasser in der Hütte vorhanden ist.

4.2 Erneuerbarer Energie-Plan Wien (RAP_Vie, Renewable Action Plan Vienna)

Neben dem Städtischen Energieeffizienz-Programm (SEP) koordiniert die Magistratsabteilung 20 – Energieplanung, die Umsetzung eines weiteren Meilensteins der Wiener Energiepolitik: Im Renewable Action Plan Vienna (**RAP_Vie**) werden die Möglichkeiten und Maßnahmen für die Weiterentwicklung erneuerbarer Energien in Wien festgelegt.

Bedeutende Potenziale für die Entwicklung Erneuerbarer, die zum Teil noch nicht erschlossen sind, liegen v. a. in den Bereichen Photovoltaik, Solarwärme, Geothermie, Grundwasserwärme und Erdwärme.

Zentrale Aufgaben sind die Erarbeitung und schriftliche Formulierung eines Katalogs an zielgerichteten Maßnahmen und Aktionen sowie die Durchführung und wissenschaftliche Begleitung des dafür vorgesehenen Abstimmungs- und Stakeholderprozesses. Dabei wird auf vorhandene Vorarbeiten, Konzepte, Pläne und Umsetzungsaktivitäten aufgebaut. Die Maßnahmen und Aktionen werden für den Zeitraum bis 2020 ausgearbeitet, wobei auch ein längerfristiger Ausblick hinterlegt und abgeschätzt wird.

Bei der Entwicklung des Aktionsplans werden insbesondere folgende Handlungsfelder berücksichtigt:

- Neuerschließung potenziell geeigneter und Verdichtung bereits versorgter Gebiete mit Fernwärme
- Einspeisung von Ökowärme aus tiefer Geothermie aus drei neu zu errichtenden Geothermieanlagen in das Wiener Fernwärmenetz.
- Ausbau von Strom aus Photovoltaik
- Ausbau der Nutzung von Umgebungswärme mittels Wärmepumpen
- Ausbau von Wärme aus thermischen Solaranlagen
- Gewinnung von Ökostrom aus Klärgas bei der Hauptkläranlage
- Betrieb von Elektrofahrzeugen mit Strom aus regenerativen Quellen
- Ausbau von Strom aus Windkraft an bestehenden Standorten
- Investitionen in regenerative Stromerzeugung außerhalb Wiens für Wien

Eine wesentliche Zukunftsaufgabe ist der Umbau der Energienetze zu intelligenten Netzen. Parallel müssen Möglichkeiten geschaffen und Technologien entwickelt werden, um auch große Mengen von Überschussstrom aus Wind-, Solar- und anderen erneuerbaren Energiekraftwerken zu speichern.

4.3 Gebäude als Kraftwerke

Wenn wir in Zukunft 100 % regenerative Energieversorgung erreichen wollen, müssen unsere Häuser vom Energieverbraucher zum Energieerzeuger werden. Das kann erreicht werden, wenn Sonnenenergie aktiv genutzt wird, wie beispielsweise über den solaren Eintrag durch die Fenster. Das Gebäude muss aber auch selbst zum Kraftwerk werden. Die Gebäudehülle ist dabei als aktiver Teil konzipiert, der mittels Solartechnik mehr Energie – in Form von elektrischem Strom oder Wärme – erzeugt, als die BewohnerInnen benötigen. Die damit erzeugten Überschüsse an elektrischem Strom können für Elektromobilität bzw. zur Einspeisung in regionale Stromnetze verwendet werden.

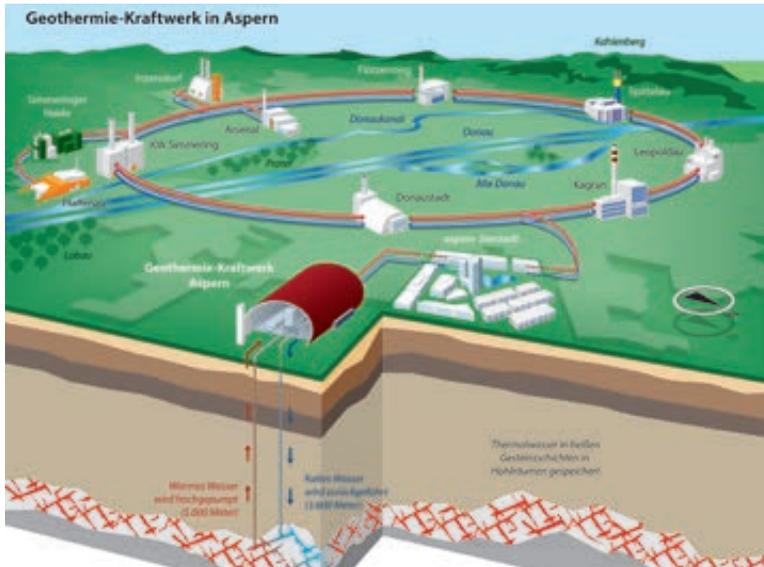


Weiterentwicklung des Chemiehochhauses der TU Wien zu einem Plus-Energiegebäude © Technische Universität Wien

Nicht nur Einfamilienhäuser entwickeln sich zu „Gebäude-Kraftwerken“, auch verschiedene Betriebe streben zunehmend an, im Bereich der Energieversorgung unabhängiger zu werden. Die großen Dachflächen etwa von Supermärkten eignen sich besonders gut für Photovoltaikanlagen und entlasten unmittelbar den Energieverbrauch des jeweiligen Standorts. Einige Märkte verfügen zudem bereits jetzt über Ladestationen für Elektrofahrzeuge, die von den Photovoltaikanlagen gespeist werden.

Mit der Sanierung des Chemiehochhauses am Getreidemarkt setzt die **Technische Universität Wien** einen ökologischen Meilenstein. Im Rahmen eines TU-Forschungsprojekts wird die technische wie auch wirtschaftliche Machbarkeit von Plus-Energie Bürogebäuden gezeigt. Das Gebäude wird zu Österreichs größtem Plus-Energie-Bürogebäude generalsaniert. Hauptziel des Projekts ist es, den Plus-Energiestandard zu erreichen. Das Plus-Energiekonzept wird durch die weit über den Passivhausstandard hinausgehende Optimierung, insbesondere des Stromverbrauchs und Österreichs größter gebäudeintegrierter Photovoltaikanlage, erreicht. Das Gebäude erhält eine optimierte Gebäudehülle mit integriertem Sonnenschutz. Maximale Energieeffizienz wird über Kernentlüftung, thermische Kopplung und hohe wirksame Wärmekapazität der einzelnen Räume sowie über eine optimierte Gebäudeleittechnik wie auch Wärmerecycling der Serverabwärme erreicht. **Intelligentes Energiemanagement**, Bedarfs- bzw. Nachfrageverschiebung sowie Green IT (Server, Laptops/Büro PC, Netzwerk) reduzieren den Primärenergiebedarf ebenso wie Zero-Standby über ein intelligentes Stromnetz (IP-Telefone, Kopierer, Miniküchen und Kaffeemaschinen, Ladegeräte). Strombedarfsenkend wirkt zusätzlich die Beleuchtungsoptimierung (Situierung, Produkte, außenlichtabhängige Regelung). Dieser reduzierte Strombedarf wird über Österreichs größte gebäudeintegrierte Photovoltaikanlage und Dachphotovoltaikanlage vollständig abgedeckt. Die Struktur des Gebäudes wird neu geplant. Der nutzbare Raum wird ohne Zubau um rund 1.400 m² (Quadratmeter) gesteigert. Nach der Fertigstellung wird das Gebäude Platz für rund 800 StudentInnen und MitarbeiterInnen bieten.





Geothermieanlage Aspern Systemdarstellung © APA-Grafik, Wien Energie

4.4 Heißwasser unter Wien

Die in der Erdkruste gespeicherte Wärme wird in der Fachsprache als **Geothermie** bezeichnet. Als Energiequelle kann die Erdwärme sowohl direkt genutzt werden als auch indirekt durch Umwandlung in Strom. Das Vorhandensein wasserführenden Gesteins in tieferen Erdschichten nutzt die hydrothermale Geothermie. Dabei wird Heißwasser an die Erdoberfläche gefördert, die Wärme in einer Wärmetauschanlage entnommen, danach wird das abgekühlte Wasser zurück in die Tiefe gepumpt. Ähnlich funktioniert auch das Prinzip der oberflächennahen Nutzung der Geothermie durch Wärmepumpen, die über Flachkollektoren oder Sonden die Erdwärme für die Raumheizung einzelner Gebäude nutzen.

Angenommen wird, dass im Erdkern eine nach außen hin abnehmende Temperatur von rund 6.000 °C vorherrscht. Dringt man in die obere Erdkruste ein, steigt die Temperatur durchschnittlich um 30 °C pro 1.000 m (Meter) Tiefe an. Abweichungen von dieser Tem-

peraturzunahme in der Erdkruste sind geothermische Anomalien. In diesen Bereichen treten große geologische Verwerfungen der tektonischen Platten auf. Gerade diese Zonen, die auf den Spitzen der tektonischen Platten liegen, sind für die Nutzung der Geothermie von großem Interesse. Hier finden sich deutlich höhere Temperaturen in geringeren Tiefen, die auch bohrtechnisch erreicht und wirtschaftlich sinnvoll genutzt werden können. Im extremsten Fall zeichnen sich solche Gebiete durch Vulkane aus oder durch Geysire, wenn Grundwasser mit heißen Gesteinsschichten in Berührung kommt.

Es ist gut nachvollziehbar, dass die Isländer in Bezug auf die Nutzung der Geothermie eine weltweite Vorreiter-

rolle einnehmen. Die Insel im Nordatlantik weist eine ungewöhnliche Menge aktiver Vulkansysteme auf. Diese Exponiertheit hat der geologischen Forschung **Islands** zu internationaler Beachtung verholfen. Über 50 % der Primärenergie in Island kommt aus Erdwärme. Zudem besorgt Geothermie die Raumheizung und das Raumwasser für rund 90 % aller isländischen Haushalte.

In Larderello in der Toskana, westlich von Siena, wurde das weltweit erste Kraftwerk zur geothermischen **Stromerzeugung** gebaut. Unter der Toskana treffen zwei Kontinentalplatten aufeinander, deshalb findet sich Magma relativ dicht unter der Oberfläche. Diese Tatsache nutzte der findige Adelige Piero Ginori Conti bereits 1905, um mit einer Dampfturbine 20 kW (Kilowatt) elektrische Leistung in ein fabrikeigenes Netz zu Beleuchtungszwecken einzuspeisen. Heute versorgen die Geothermiekraftwerke des Stromversorgers Enel rund 2,5 Mio. Haushalte in der Toskana und erzeugen rund 1,5 % der in Italien produzierten Elektrizität. In Kalifornien, nördlich von San Francisco, wurde in den 1960er-Jahren das Geothermiefeld „The Geysers“ erschlossen. Aus knapp 50 Bohrlöchern wird 210 °C heißer Dampf gefördert und damit 200 MW (Megawatt)

elektrische Energie gewonnen, das sind 6 % des in Kalifornien erzeugten Stroms. Die Elektrizitätserzeugung auf Basis der Geothermie wird wahrscheinlich auf besonders begünstigte Gebiete beschränkt bleiben. Die Verwendung als Primärenergie wird in naher Zukunft aber stark zunehmen, obwohl auch hier Gebiete mit erhöhtem Wärmefluss die günstigeren und rentableren Voraussetzungen bieten.

Seit Jahrhunderten wird die Wärme aus der Tiefe genutzt, in erster Linie zur Regeneration in Bädern mit natürlich aufgeheiztem Thermalwasser. Entlang der sogenannten Thermallinie im **Wiener Becken** ist das Heilwasser schon seit der Zeit der Römer bekannt, das mit einer natürlichen Temperatur von bis zu 36 °C aus rund 1.000 m Tiefe fließt. Die gezielte Erschließung von Thermalwässern begann in Österreich in den 1970er-Jahren mit den ersten Bohrungen für Thermenstandorte im Steirischen Becken. Neben dieser sogenannten balneologischen Nutzung spielt die energetische Verwendung noch eine verhältnismäßig kleine Rolle.

Ein innovatives Wiener Pilotprojekt in **Aspern/Eßling** hat seinen Ursprung im Jahr 1974. Begonnen hatte es mit Bohrungen der OMV zur Exploration von Öl- oder Gasvorkommen und der damals eher unerwünschten Entdeckung von Thermalwasser. Wien Energie Fernwärme hat 2006 mit der zielgerichteten Erforschung dieses hydrogeologischen Systems begonnen. Die vielversprechenden Erkenntnisse daraus mündeten 2007 in der Gründung der Geothermiezentrum Aspern GmbH mit der Wirtschaftsagentur Wien. Im 22. Bezirk entsteht eine **Geothermieanlage** in einer für Österreich bisher unbekanntem Größenordnung. Mit einer thermischen Leistung von 40 MW wird sie Anfang 2015 die gesamte neue Seestadt Aspern mit rund 20.000 Wohnungen versorgen. Mit den in das Fernwärmenetz der Stadt Wien fließenden Überschüssen kann in Zukunft Heizenergie und Warmwasser für insgesamt 40.000 Wohnungen bereitgestellt werden.

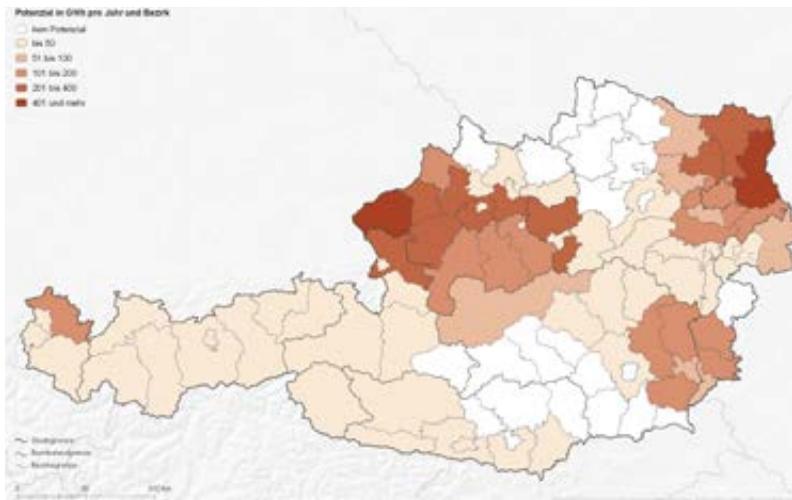
Das Geothermie Kraftwerk Aspern/Eßling wird wasserführende Gesteinsschichten in einer Tiefe von etwa 5.000 m erreichen. Über eine Bohrung kommt das 150 °C heiße Thermalwasser an die Oberfläche. Im Wär-



Start der Bohrung, Geothermieanlage Aspern © Wien Energie

metauscher wird die Wärmeenergie entzogen und diese in das Fernwärmenetz eingespeist. Über eine zweite Bohrung, die Re-Injektionsbohrung, wird das abgekühlte Wasser zurück in etwa 3.600 m Tiefe geleitet. Mit dem Thermalwasser kommt auch Methan an die Oberfläche, das in einer Anlage mit einer elektrischen Leistung von 800 kW verarbeitet wird und den Eigenenergiebedarf des Kraftwerks abdecken soll. Nach der positiven Umweltverträglichkeitsprüfung im Mai 2010 und dem Spatenstich im November 2011 hat die entscheidende Bauphase mit der Aufstellung eines rund 45 m hohen Bohrturms begonnen. Für 2012 ist eine erste **Bohrung** auf rund 5.000 m vorgesehen. Anschließend erfolgt die zweite und kürzere Bohrung. Die beiden Bohrlöcher werden derart schräg ausgeführt, dass die unterirdischen Endpunkte rund 2.000 m voneinander entfernt liegen. Die Errichtung und der Betrieb der ersten hydrothermalen Geothermieanlage im geologischen Teil des Wiener Beckens werden von der Technischen Universität Wien wissenschaftlich begleitet und mittels fünf seismischer Stationen vor Ort laufend beobachtet. Mit dem Projekt kann in Wien erstmals das Potenzial einer nachhaltigen Energiequelle genutzt werden, die keinerlei Emissionen verursacht und unabhängig von Wetter und Tageszeit verfügbar ist. Die Investition von rund 45 Mio. Euro wird den Anteil an erneuerbaren Energien im Fernwärmenetz auf 20 % steigern und pro Jahr rund 130.000 t (Tonnen) CO₂ vermeiden.

Österreichweites Geothermiefotenzial, technische und wirtschaftliche Einschränkungen bereits berücksichtigt (Stand 2008) © REGIO Energy



Betreiber	Wiener Linien
Bauwerksplaner	Verbundplan jetzt PöyryEnergy GmbH, IGT, WBI
Erdwärmeplaner	icConsulten, Geotechnik Adam, Technische Universität Wien
Absorberleitungen	7.350 m ² Schlitzwand und 3.700 m ² Bodenplatte belegt
Energiebedarf Stationsbauwerk	Heizen 69 kW, Kühlen 50 kW
Leistungen nach Wärmepumpe bzw. Kältemaschine	Heizen 153 kW, Kühlen 92 kW
Wärmeleistung	rund 200 MWh/a zu Heizzwecken
Fertigstellung	2008
Adresse	Stationen Schottenring, Taborstraße, Praterstern, Messe

Quelle: Wiener Energieprojekten auf der Spur, Hrsg.: Magistratsabteilung 20 – Energieplanung, Wien 2012

2010 waren in **Österreich** insgesamt 17 Geothermieanlagen mit einer Wärmeleistung von 93 MW in Betrieb, die Anlagen sind vor allem im Inn- bzw. Hausrückviertel und der Oststeiermark zu finden. Mit der installierten Leistung können rund 238 GWh (Gigawattstunden) thermische Arbeit generiert werden, wovon mit 149 GWh der Großteil in Fernwärmenetze eingespeist

wird. Zwei von diesen Anlagen, eine im oberösterreichischen Altheim und eine im steirischen Bad Blumau, sind in der Lage, neben Wärme auch rund 1,4 GWh Strom zu produzieren. Die geologisch **günstigsten Lagen** in Österreich für die Gewinnung geothermaler Energie sind die steirische Thermenregion, das ober- und niederösterreichische Molassebecken und das Wiener Becken. Trotz der derzeit noch geringen Bedeutung bei der heimischen Energieerzeugung wird der Geothermie das stärkste Ausbaupotenzial unter den erneuerbaren Energien zugeschrieben.

ENERGIE AUS TUNNELN

Tunnelthermie ist ein innovativer Ansatz, bei dem geothermale Wärmequellen in Tunnelbauwerken genützt werden. Die konstante Temperatur in Tunneln und der Temperaturunterschied zur Erdoberfläche dienen dazu, mittels Wärmetauschern, sogenannten Erdwärmeabsorbieren, im Winter zu heizen und im Sommer zu kühlen. Beim Bau der Tunnel für die Erweiterung der U2 haben die Wiener Linien Tunnelthermie erstmals in größerem Maßstab realisiert. Durch die großen, erdberührten **Tunnelflächen** stellt diese relativ junge Technologie ein hohes Nutzungspotenzial, besonders in innerstädtischen Tunnelbauwerken dar.

Die Wiener Linien betreiben vier Stationen der neuen U2 mit Erdwärme, wobei rund drei Viertel der zum Heizen und Kühlen

benötigten Energie dem Erdreich entzogen werden. Die Mehrfachnutzung der Betonbauteile erfolgte durch Belegung der statisch ohnehin notwendigen Pfähle, Schlitzwände und Bodenplatten mit Absorberleitungen. So wurden großflächige Betonbauteile zu Erdwärmetauschern. Die Nutzung der Erdwärme bringt pro Jahr Einsparungen von rund 30 t CO₂ und 35.000 m³ (Kubikmeter) Erdgas.



Photovoltaik © Wien Energie

4.5 Alles von der Sonne

Solarzellen zur aktiven Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie sind eine Entwicklung aus den 1950er-Jahren. Die ersten Module hatten einen Wirkungsgrad von etwa 6 %. In der Anfangsphase wurde die Technologie speziell im Forschungsgebiet der Raumfahrt weiterentwickelt. Heutzutage sind die Wirkungsgrade der am Markt erhältlichen Solarzellen bereits deutlich höher. Im Labor ist auch eine Ausbeute von ca. 40 % möglich.

Herkömmliche Verfahren der Stromproduktion sollen so schnell wie möglich durch Verfahren, die erneuerbare Energie nutzen, abgelöst werden. Zielvorgaben in der EU besagen, dass bis 2050 ein Erneuerbarer-Anteil von 80 % in der Stromerzeugung zu erreichen ist. Neben der Windkraft wird insbesondere die Photovoltaik dabei eine maßgebliche Rolle, auch in den Städten, spielen. Alleine im Jahr 2010 wurden weltweit Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt 16.600 MW (Megawatt) installiert. Weltmarktführer bei der Produktion von Solarzellen ist seit einigen Jahren China. In den

letzten Jahren kam es zu einer spürbaren Kostenreduktion bei Solarzellen. Laut Bundesverband **Photovoltaik Austria** (PV Austria) betragen die Gesamtkosten pro kWp (Kilowattpeak) installierter Leistung im Jahr 2012 zirka 2.400 Euro. Die Preise sind so stark gesunken, dass die Montage mittlerweile ähnlich viel kostet wie die Module selbst.

Die Stadt Wien ist bei der Förderung von **Photovoltaikanlagen** führend in Österreich, das zeigt sich deutlich an der ständig steigenden Anzahl neu errichteter Anlagen. Derzeit werden in Wien rund 10.000 MWh (Megawattstunden) Sonnenstrom pro Jahr erzeugt und damit jährlich 4.150 t (Tonnen) CO₂ eingespart. Sonnenstrom liefert in Wien beispielsweise eine 311 m² (Quadratmeter) große Photovoltaikfläche mit einer Leistung 31 kWp an der Fassade des Kraftwerks Simmering 1 und eine Lärmschutzwand am Margaretengürtel, in die eine 15 kWp-Anlage mit 190 m² semitransparenten Modulen integriert ist. Ein weiterer Standort mit einer Fläche von 200 m² findet sich auf einem Dach des Vienna International Centers. Die Spitzenleistung dieser Einrichtung beträgt 25 kWp, das entspricht umgerechnet einem jährlichen Energieertrag von etwa 25 MWh. Auch die Fassade der Wirtschaftskammer ist mit 374 schwarzen monokristallinen Photovoltaikmodulen bestückt. Ne-



ben der Bereitstellung von Strom übernehmen die Module auch die Aufgabe des Wetterschutzes und sind architektonisches Gestaltungselement. Die Stadt Wien selbst geht mit gutem Beispiel voran, derzeit befinden sich 20 Anlagen auf Magistratsgebäuden, die eine beachtliche Leistung von 200 kWp aufweisen.

Die Nutzung der Sonnenenergie mithilfe von **thermischen Solaranlagen** nimmt in Österreich schon jetzt eine wesentliche Rolle ein. Mit Ende des Jahres 2011 waren hierzulande rund 4,7 Mio. m² Kollektoren in Betrieb. Der Jahreswärmeertrag dieser Anlagen beträgt rund 1,9 Mio. MWh. Von den 2011 in Österreich neu installierten rund 236.000 m² thermischer Sonnenkollektoren waren 94 % verglaste Flachkollektoren und 4 % Vakuumröhrenkollektoren. Der Rest verteilte sich auf unverglaste Flachkollektoren für die Schwimmbaderwärmung und auf einen geringen Anteil an Luftkollektoren. Pro Jahr wird die Umwelt durch diese Kollektorflächen um rund 440.000 t CO₂ entlastet. In Wien sind derzeit rund 75.000 m² Solarthermiefläche installiert. Thermische Solaranlagen wurden bisher vor allem zur emissionsfreien Warmwasserbereitung verwendet. Ein wesentlicher Bestandteil aller Sonnenkollektoren ist der Absorber, der meist unter der Abdeckung zu finden ist. Kurzwellige Lichtstrahlen treffen auf die Absorberfläche und sollten möglichst zur Gänze in Wärme umgewandelt werden. Kollektoren nehmen Licht annähernd gleichmäßig aus allen Richtungen auf und müssen nicht der Sonne nachgeführt werden.

Solarthermiekollektoren können in Kombination mit einem Wärmespeicher auch die Raumheizung unterstützen. Eine technische Neuentwicklung sind **Sorptionsspeicher** oder thermochemische Wärmespeicher, die den Wärmeumsatz umkehrbarer chemischer Reaktionen nutzen. Ein Gas wird entweder an einer festen, porösen Substanz angelagert (Adsorption) oder in einer Flüssigkeit oder einem Feststoff aufgenommen (Absorption). Bei diesem Vorgang wird Wärme frei, umgekehrt führt die Zufuhr von Wärme wieder zur Freisetzung des Gases (Desorption). Für die Wärmespeicherung eignet sich Wasserdampf am besten, hier ist der Stoffumsatz chemischer Energie in Form von Wärme am höchsten. Granulat aus Kieselgel (Silikatgel,



Photovoltaikanlage Kraftwerk Simmering 1 © Wien Energie

Kieselsäuregel) ist beispielsweise sehr porös, hat eine große innere Oberfläche und weist die Eigenschaft auf, Wasserdampf anzuziehen und an der Oberfläche anzulagern. In einem geschlossenen System wird mittels der von der Solaranlage gelieferten Wärme das Silikatgel in einem Kessel getrocknet. Der bei der Ladung des Speichers freigesetzte Wasserdampf wird verflüssigt (kondensiert) und getrennt vom Silikatgel gespeichert. Vor der Rückreaktion wird das Wasser wieder verdampft und anschließend vom trockenen Sorptionsmaterial aufgenommen. Dabei wird Wärme freigesetzt, die für die Raumheizung genutzt werden kann. Der Vorteil von thermochemischen Wärmespeichern gegenüber konventionellen Wärmespeichern in Form eines Wassertanks liegt in ihrer höheren Speicherdichte von 200 bis 300 kWh/m³ (Kilowattstunden pro Kubikmeter) gegenüber nur etwa 60 kWh/m³ bei Wasser. Zudem kann die Energie über längere Zeit verlustfrei gespeichert werden.

Eine innovative Anwendung der **Sonnenenergie** ist die Solare Kühlung. Aus Sonnenkollektoren gewonnene Wärme wird als Antriebsenergie für die Gebäudekühlung genutzt. Bei Gebäuden ist der Einsatz von Solarthermie aufgrund der Gleichzeitigkeit von Kühlbedarf

und Sonneneinstrahlung besonders effizient. Der Bedarf an Kühlung steigt. Weltweit waren 2011 rund 1.000 solare Kühlanlagen in Betrieb. Die meisten davon sind in Deutschland und Spanien installiert.

Die Magistratsabteilung für Bau- und Gebäudemanagement (MA 34) betreibt eine eigene Pilotanlage zur solaren Kühlung in der Theodor-Sickel-Gasse. Eine Bürofläche von 200 m² wird dabei mit rund 32 m² Sonnenkollektorenfläche mit einer Kühllast von 7 kW gekühlt.

Betreiber	Wien Energie
Photovoltaik-Kollektorfläche	ca. 3.360 m ²
Photovoltaikmodule	2.100 Stück
Maximale Spitzenleistung	500 kWp
Photovoltaikleistung	500.000 kWh/a Strom
Investitionskosten pro Modul	950 Euro
Investitionskosten	1,99 Mio. Euro
Adresse	1220 Wien, Primavesigasse 1
Öffentliche Verkehrsmittel	U1 Station Kagran, Autobus 93 A Station Dampfkraftwerk Wien
Web	www.buergersolkraftwerk.at

Quelle: Wiener Energieprojekten auf der Spur, Hrsg.: Magistratsabteilung 20 – Energieplanung, Wien 2012

BETEILIGUNG AN DER ENERGIEWENDE

Im Sinne einer breit angelegten, zunehmend auf Basis erneuerbarer Energieträger aufbauenden Energiebereitstellung forciert Wien Energie u.a. den Ausbau der Solarenergie. In Kooperation mit der Stadt Wien ging 2012 das erste **BürgerInnen-Solkraftwerk** am Gelände des Kraftwerks Donaustadt in Betrieb. Die Möglichkeiten für private Energieerzeugung aus nachhaltigen Quellen sind in Ballungsräumen begrenzt. Die meisten Menschen können nicht über die Nutzung ihrer Dachflächen verfügen. Mit dem neuen Beteiligungsmodell haben die WienerInnen die Möglichkeit, einen persönlichen Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien und für mehr Klimaschutz zu leisten.

Das Modell sieht vor, dass BürgerInnen bis zu maximal zehn Photovoltaikpaneele erwerben können. Wien Energie mietet diese Paneele von den EigentümerInnen zurück und zahlt dafür jährlich eine Vergütung von 3,1 % des investierten Betrags. Ist die Lebensdauer der Anlage nach zirka 25 Jahren abgelaufen, kauft Wien Energie die Photovoltaikmodule zurück und der Beteiligungsbetrag fließt zur Gänze an die BürgerInnen zurück. Wien Energie errichtet, plant und betreibt die Anlage, speist den Ökostrom ins Stromnetz ein und trägt sämtliche Aufwendungen. Mit den ersten Paneeleflächen in Donaustadt werden pro Jahr 500.000 kWh Solarstrom erzeugt und damit rund 200 Wiener Haushalte versorgt. Für die Umwelt bedeutet das eine jährliche Einsparung von rund 800 t CO₂. Neben dem erfolgreichen Start der **Beteiligungskraftwerke** werden in einem weiteren Photovoltaikmodell potenzielle PartnerInnen

angesprochen, die über große Grundstücks- oder Dachflächen verfügen. Ziel ist es, bis zum Jahr 2020 eine Leistung von 70 MWp (Megawattpeak) in Betrieb zu nehmen. Dieses anvisierte Ausbauvolumen von 1 Mio. m² entspricht in etwa der Fläche des 8. Bezirks.



4.6 Biogas

Biogas besteht hauptsächlich aus Methangas. Da Methangas auch Hauptbestandteil von Erdgas ist, werden oft auch die Begriffe **Biomethan** oder Biogas verwendet. Methan entsteht auf natürliche Art und Weise, wenn von einer Vielzahl von Bakterien unter Luftabschluss organische Substanz (z.B. Pflanzenreste) abgebaut wird. Die erstmalige praktische Nutzung erfolgte in den 1920er-Jahren. Damals wurde Biogas hauptsächlich aus der Abwasserreinigung (Klärgas) gewonnen. Bereits 1937 hatten Städte wie Halle, Pforzheim, Essen, Erfurt, Pörsneck, München und Heilbronn ihre städtischen Fuhrparks auf Biogasbetrieb umgestellt. Die Müllabfuhr der Stadt Zürich fuhr bis 1973 mit Biogas. Aufgrund der schlechten Rahmenbedingungen sowie niedriger Ölpreise kam die Entwicklung in den 1960er-Jahren zum Stillstand. Erst um 1980, nach den beiden Ölkrisen, besann man sich wieder auf diese Technologie. Pioniere aus der Landwirtschaft errichteten Anlagen zur Vergärung der anfallenden Gülle sowie von Bioabfällen. Mit den EU-Vorgaben zur Förderung von erneuerbaren Energien sowie nationalen Fördermodellen erhielt die Biogasbranche weiteren Aufwind. Heute steht vor allem die Nutzung der erneuerbaren Energie im Vordergrund. Besondere Chancen für Städte wie Wien bestehen, da aus Abwässern, Klärschlämmen, organischen Siedlungsabfällen und Nebenprodukten der Lebensmittelindustrie erneuerbarer Strom, Wärme und mittlerweile auch Treibstoffe erzeugt werden können.

Um den natürlich vorkommenden Prozess der **Biogasbildung** zur Energiegewinnung nutzen zu können, erfolgt die Fermentation der organischen Masse in einem dunklen, isolierten und „sauerstofffreien“ Behälter. Die organische Masse (Gülle, Mist, Pflanzen etc.) wird dabei von Mikroorganismen in mehreren Schritten zum Endsubstrat (Gärrest) und Biogas abgebaut. Die Nutzung der Endprodukte gestaltet sich vielfältig. Der Gärrest kann in manchen Fällen direkt als Dünger für die Landwirtschaft verwendet werden. Das Biogas kann zu Strom und/oder Wärme verarbeitet werden. Wird

das Biogas zu Biomethan in Erdgasqualität gereinigt, kann dieses Gas wie Erdgas gespeichert werden und weiter zu Wärme, Strom oder als Treibstoff verwendet werden. Darüber hinaus ist aufbereitetes Biogas (Biomethan) ein effizienter und grüner Treibstoff. Die Option, Biomethan ins Erdgasnetz einzuspeisen, bietet außerdem eine Speichermöglichkeit dieser Bioenergie. Am nachhaltigsten ist es, als Input-Rohstoff lokalen Abfall oder Reststoffe (zum Beispiel aus der Lebensmittelproduktion) zu vergären, die in großen Städten in größeren Mengen anfallen. Das bedeutet, es kann Energie nach Bedarf produziert werden, beispielsweise wenn Windkraft- und Photovoltaikanlagen zu wenig Strom produzieren. Schwankungen von Sonnen- und Windenergie können dadurch ausgeglichen werden.

In Wien werden in der **Biogasanlage Simmering** nicht kompostierbare biogene Abfälle verwertet. Die Abfälle setzen sich zusammen aus Biotonnenmaterial, Speiseresten aus Restaurants und Großküchen sowie Marktabfällen und überlagerten (abgelaufenen) Lebensmitteln. Das durch die Vergärung entstehende Biogas wird derzeit zur Fernwärmeerzeugung genutzt. Wie aktuelle Überlegungen zeigen, kann dieses Gas auch zu Biomethan aufbereitet und über das bestehende Erdgasnetz direkt Haushalte, Betriebe oder Fahrzeuge versorgen.

Ein zukunftsweisendes Thema ist die **Vermarktung von Biomethan** durch Produkte für GaskundInnen. Bei den meisten am Markt verfügbaren Biomethan-Tarifen der Gasversorger wird dem Erdgas ein bestimmter Anteil Biomethan beigemischt. Dieser Anteil liegt meist zwischen 5 und 10 %, manchmal auch deutlich darüber. Reine Biogas-Tarife gibt es aber mittlerweile auch. Als erster Anbieter in Deutschland brachte die Düsseldorf Naturstrom AG Ende 2009 einen reinen Biogas Tarif auf den Markt. Die Kilowattstunde kostet allerdings deutlich mehr als bei einem Biogas-Tarif mit nur geringem Anteil an Biogas. Wien Energie bietet ebenfalls Biogas-Tarife an: Biogas OPTIMA 20 mit einem Anteil von 20 % Biogas und Biogas OPTIMA 100, bei dem die Lieferung vollständig aus Biogas besteht.



Projekt SternE, Strom aus erneuerbaren Energien
© Staudacher, ebswien

HAUPTKLÄRANLAGE WIEN

Die Hauptkläranlage in Simmering verbraucht zirka 1 % des gesamten Strombedarfs der Stadt. Bis 2020 soll dieser Energiebedarf mit dem in der Kläranlage anfallenden Klärschlamm abgedeckt werden. Zukünftig wird der bei der Klärung anfallende Schlamm in sechs Faulbehältern mit einer Höhe von je 30 m aufgeschichtet und vergärt. Ein Blockheizkraftwerk wird die dabei entstehenden Gase in Energie umwandeln. Derzeit werden für die Reinigung des gesamten Wiener Wassers jährlich insgesamt 60 GWh (Gigawattstunden) Strom benötigt. Das entspricht in etwa dem Stromverbrauch von ca. 20.000 Haushalten. Nach Fertigstellung dieser Biogasanlage können 78 GWh Strom gewonnen werden. Umliegende Gebäude werden von der zusätzlich anfallenden Strom- und Wärmemenge profitieren. Durch dieses Projekt können so jährlich 40.000 t CO₂ eingespart werden.

4.7 Kleinformate

Der Ausbau der Windkraft ist in manchen Ländern in den letzten Jahren stark gewachsen. Auch das Interesse an **Kleinwindkraftanlagen** steigt, wobei diese Technologie noch in den Kinderschuhen steckt. Mit Kleinwindkraft kann prinzipiell die Eigenversorgung mit Energie erhöht, ein Beitrag zur CO₂-Reduktion geleistet und die erneuerbare Energiequelle Wind genutzt werden. Ökonomische Gründe alleine sind nicht ausschlaggebend, da es bis jetzt noch nicht möglich ist, kleine Windkraftanlagen wirtschaftlich zu betreiben. Selbstverständlich sind auch Aspekte des Stadtbildes und der Architektur zu berücksichtigen. Die Bandbreite reicht aktuell von Kleinstwind-Anlagen unter 1,5 kW (Kilowatt) bis zu Anlagen über 10 kW, die den Stromverbrauch eines Hauses teilweise abdecken können. Über die Volllaststunden wird der Ausnutzungsgrad einer Windkraftanlage beschrieben. Sie berechnen sich aus dem Jahresertrag dividiert durch die Anlagennennleistung und weisen im Kleinwindbereich Werte von 300 bis 1.500 Stunden auf. In verbauten Gebieten bereiten jedoch turbulente Windströmungen der Windkraftnutzung Probleme.

Anfang 2012 hat die Wirtschaftsagentur Wien am Dach der **Energybase** im 21. Bezirk erstmals ein Windrad im urbanen Bereich installiert. Das Gebäude mit rund 5.000 m² (Quadratmeter) Bürofläche deckt die Energieversorgung zu 100 % mit erneuerbaren Ressourcen, in erster Linie aus Sonnenenergie und Erdwärme. Ziel der Kleinwindanlage ist es, Erfahrungswerte zu sammeln und herauszufinden, wie effektiv Windkraft in der Stadt genutzt werden kann. Der Standort ist begünstigt durch niedrige Gebäude in der Nachbarschaft und die besondere Windkonstellation, die sich aus der Topografie an der Donau ergibt. Produzent der Anlage ist das österreichische Unternehmen **CleanVerTec**, das sich auf die Entwicklung von vertikalen Kleinwindkraftanlagen mit 5 kW und 10 kW Leistung spezialisiert hat. Für die spezielle Anforderung der bodennahen und innerstädtischen Nutzung von Kleinwindkraftwer-

ken wurden Windturbinen mit vertikaler Rotationsachse konzipiert. Die Rotorblätter sind so angeordnet, dass sie auf einer kleineren Fläche Aufwinde und turbulente Windströmungen, wie sie in geringer Höhe in urbanen Gebieten herrschen, nutzen und deutlich mehr Energie erzeugen können. Zudem hält sich durch diese Konstruktionsweise die Lärmentwicklung in Grenzen.

Ein anderes innovatives Konzept, das mit dem Klimaschutzpreis ausgezeichnet wurde, stammt vom österreichischen Unternehmen **Aqua Libre**. Eine in eine Boje integrierte Wasserkraftturbine nutzt die kinetische Energie von Fließgewässern oder Meeresströmungen und erzeugt als flexibles Kleinkraftwerk kontinuierlich Strom. Aqua Libre verfolgt damit die Philosophie, ökonomischen Nutzen aus der Wasserkraft zu ziehen, ohne der Natur ökologischen Schaden zuzufügen. Der erste Prototyp mit einem 1,5 m Rotor wurde bereits 2006 bei Weißenkirchen in der Wachau in der Donau platziert. Nach der Weiterentwicklung und Optimierung wurde ab dem Herbst 2009 der zweite seriennahe Prototyp in der Donau verankert und überstand bei diesem Einsatz unbeschadet zwei Hochwasserereignisse. Der Testlauf der größeren Strom-Boje 3 mit einem Rotordurchmesser von 2,5 m, einer Nennleistung von 70 kW und einer jährlichen Stromerzeugung von 220 bis 250 MWh (Megawattstunden) begann im November 2011. Für 2012 plant Aqua Libre den Start der Produktion einer ersten Serie an **Strom-Bojen**. Die Berechnungen des Potenzials gehen davon aus, dass ein Gebiet so groß wie die Wachau mit zirka 30.000 Haushalten durch 500 in der Donau (außerhalb der Schifffahrtsrinne) eingehängten Strom-Bojen, die zusammen jährlich 100.000 MWh produzieren, versorgt werden kann.



Strom Boje mit 250 cm Rotor und 70 kW Nennleistung © Aqua Libre Energieentwicklungs GmbH



WIENS SMARTER ZUKUNFT



5.1 Smart City

Bereits heute leben über 50 % der Weltbevölkerung in Städten. Die Tendenz ist stark steigend. Bis 2050 werden weltweit rund 70 % der Menschen in Städten leben. Städte sind derzeit für ca. 70 % der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich.

In Zeiten der fortschreitenden Urbanisierung und des globalen Klimawandels ist es eine der wichtigsten Herausforderungen, die Städte der Zukunft bereits heute nachhaltiger und effizienter zu gestalten. Die verfolgten Ziele sind nicht allein auf CO₂-Reduktion und höhere Umweltfreundlichkeit beschränkt. Versorgungssicherheit, Erhöhung der Lebensqualität und effiziente Ressourcennutzung sind anzustreben.

Wurde der Begriff **Smart City** gegen Ende der 1990er Jahre vor allem für eine besser vernetzte Gesellschaft und eine intelligente Kommunikationsinfrastruktur verwendet, so beschreibt der Begriff heute die darauf aufbauenden nachhaltigen Energie- und Mobilitätskonzepte.

Speziell unter den Aspekten der ökologischen Nachhaltigkeit gibt es neben Smart City thematisch ähnliche Begriffe wie etwa Sustainable City, Klimaneutrale Stadt oder Null-Emissions-Stadt. Das übergeordnete Ziel einer Smart City kann als eine zukunftsfähige städtische postfossile Gesellschaft definiert werden.

Smart City bezeichnet heute einen breiter gefassten Nachhaltigkeitsbegriff. Im Fokus stehen dabei auch soziale Aspekte wie die **Beteiligung** der StadtbewohnerInnen bei Entscheidungs- und Planungsprozessen. Wesentlich neben der Integration und Vernetzung der einzelnen Teilbereiche ist auch das Miteinbeziehen vieler unterschiedlicher Akteure, um so die Lebensqualität der Stadt gemeinsam zu verbessern.

Der **Smart Citizen**, für den der bewusste und sparsame Umgang mit Ressourcen und Energie selbst-



Ökologische Nachhaltigkeit als Zukunftskonzept für den urbanen Raum © Jürgen Stanzer, Stadt Wien, MA 22

verständlich ist, kann auch zur treibenden Kraft der smarten Weiterentwicklung einer Stadt werden. Ein öffentlicher Austausch der BürgerInnen über stadtrelevante Themen und Probleme erlaubt es Stadtverantwortlichen und PlanerInnen, eingebrachten Ideen bereits früh im Planungsprozess aufzugreifen. Dadurch wird die Infrastruktur der Stadt in Zukunft flexibler und funktionaler für ihre EinwohnerInnen. Neben einer ausgeprägten Orientierung an den Bedürfnissen der BenutzerInnen ist daher die einfache Anwendung der technischen Lösungen nötig.

5.2 Smartes Wien

Wien setzt seit langem auf die Verknüpfung von Lebensqualität, Technologie und Umweltschutz. Wien ist daher eine der führenden Umweltmusterstädte weltweit und auch in Smart City Rankings ganz vorne zu finden. Wien setzt auf die Weiterentwicklung dieser Führungsrolle und stellt bei seinen Smart City-Aktivitäten die Bereiche Energie, Klima, Verkehr und Stadtentwicklung in den Mittelpunkt.

Wien verfolgt im **Energie- und Klimabereich** ehrgeizige Ziele. Aus den beiden Programmen und Strategien RAP_Vie (Renewable Action Plan Vienna) und SEP (Städtisches Energieeffizienz-Programm) ergeben sich

die energiepolitischen Grundlagen für die Smart City Wien mit folgenden zentralen Elementen:

- Effizienter Umgang mit Energie
- Erneuerbare Energien in Wien weiter ausbauen
- An das Angebot erneuerbarer Energien angepasste Verbrauchsstrukturen
- Intelligente Steuerung und Technologieauswahl
- Neue Speichertechnologien entwickeln und ins System integrieren

Im **Verkehrsbereich** setzt man in der Stadtplanung auf den weiteren Ausbau der öffentlichen Verkehrsmittel in Kombination mit Fahrrad-, Fußgängerverkehr und E-Mobility.

Obwohl den meisten WienerInnen vielleicht nicht bewusst ist, dass sie in einer Smart City leben, kann sich Wien in internationalen Vergleichen immer wieder als Vorreiter in Fragen der Stadtentwicklung positionieren.

Aspern IQ - Außenansicht des fertig gestellten Innovationsquartiers
© Kurt Kuball



Als Grundlage dafür dienen eine Vielzahl an Kooperationen und Forschungsprojekten auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene.

So beteiligt sich Wien etwa aktiv an der Entwicklung neuer integrierter Lösungen bei der

European Initiative on Smart Cities als Teil des Strategieplans der EU für Energietechnologien (SET-Plan). Der Schwerpunkt dieser Initiative liegt dabei vor allem auf Klimaschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen und wird auch durch das 7. EU-Rahmenprogramm für Forschung, Technologische Entwick-

lung und Demonstration (FP7) unterstützt, in dem Forschungsprojekte zum Thema Smart City gefördert werden. Primäres Ziel ist eine grenzüberschreitende Forschungs- und Entwicklungskooperation, welche die Grundlage für eine innovative europäische Wirtschaft legt und gleichzeitig einen unmittelbaren Nutzen für die Bürgerinnen und Bürger bringen soll.

Die Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung wird den Smart City-Ansatz als Arbeitsprinzip in die Stadtentwicklungsplanung einbringen, die davon angesprochenen Themenfelder definieren und konkrete Zielsetzungen und Maßnahmen ableiten. Damit wird gewährleistet, dass mit dem überarbeiteten **Stadtentwicklungsplan** (STEP´14) die Smart City-Umsetzungsaktivitäten der Stadt Wien vorbereitet werden. Der neue Stadtentwicklungsplan soll 2014 vom Gemeinderat beschlossen werden.

Im Rahmen des Projektes „smart city Wien“, das durch das Forschungsprogramm „Smart energy demo fit for SET“ des Klimafonds gefördert wurde, erarbeitete die Stadt außerdem unter Einbeziehung von VertreterInnen aus Stadtverwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft, Interessensvertretungen und Bürgergesellschaften einen Maßnahmenkatalog als Grundlage für eine klimafreundliche Zukunft und die Transformation der Stadt zu einer Smart City. Demonstrations- und Vorzeigeprojekt ist unter anderem die Entwicklung des neuen Stadtteils der Seestadt Aspern als **Smart urban lab**.

Im Nordosten Wiens entsteht gerade eines der größten Stadtentwicklungsprojekte Europas. Bis zum Jahr 2028 entstehen auf dem ehemaligen Flugfeld Aspern Wohnungen für 20.000 Menschen und Betriebsstätten für 15.000 Büroarbeitsplätze sowie 5.000 Arbeitsplätze in Gewerbe, Wissenschaft, Forschung und Bildung. Dabei wird das Smart City-Konzept bereits im Kleinen erprobt. Wobei die Bezeichnung „im Kleinen“ in diesem Fall sehr relativ ist, immerhin entspricht die Fläche der Seestadt in etwa der gemeinsamen Fläche des 7. und 8. Wiener Gemeindebezirks. Die Seestadt bietet dabei die einmalige Möglichkeit, neue Technologien in realen Anwendungen zu erproben. Von Anfang an wurde dabei darauf geachtet, durch die Integration von intel-





Visualisierung Seestadt Aspern © Schreinerkastler, Wien 3420

lignen Energiekonzepten bereits heute Erfahrungen für neue Stadtentwicklungsprojekte zu sammeln und Wien so zu einem Forschungs-Hotspot in Europa zu entwickeln.

Ein bedeutender Beitrag für eine nachhaltige Nutzung liegt dabei im städtebaulichen Design selbst: kurze Wege, Nutzungsmischung und flächensparende Bauformen. So ermöglicht die Anordnung der Bauflächen ein einfaches und schnelles Fortbewegen zu Fuß oder mit dem Rad. Die durchgeplante Erschließung des Stadtgebiets und der umliegenden Region mit öffentlichen Verkehrsmitteln stellt zudem eine weitere Alternative zur privaten Autonutzung dar. Zur Reduktion des Energieverbrauchs wird neben energieeffizienten Gebäudestandards auch auf eine dichte und geschlossene Bebauung und ein günstiges Kleinklima durch großzügigen Grünraum geachtet. Unweit der Seestadt wird zudem gerade Wiens erste Geothermieanlage errichtet.

PLUS-ENERGIEGEBÄUDE MIT IQ

Das Innovationsquartier Aspern IQ ist das erste Zentrum für forschungsorientierte Unternehmen sowie Forschungs- und Entwicklungs-Einrichtungen in der Seestadt Aspern. Das Gebäudekonzept mit multifunktionalen Flächen für die angewandte Forschung richtet sich speziell an Unternehmen, die neue Technologien hin zur Serienreife entwickeln. Aspern IQ ist eines der ersten Projekte in der Seestadt Aspern. Es soll gezeigt werden, dass der Energiebedarf für die Raumkonditionierung (Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung, Warmwasser) aus der eigenen Energieproduktion über die Jahresbilanz gedeckt werden kann. Der integrale Planungsprozess mit Einbindung von Bauphysik, thermischer Gebäudesimulation, Tageslichtsimulation und Bauökologie ermöglicht es, den Primärenergiebedarf des Gebäudes zu optimieren. Der Plus-Energiestandard wird durch integrierte Photovoltaikmodule und Kleinwindkraftanlagen im Gebäudekonzept erreicht. Der Passivhausstandard wird durch die luftdichte, kompakte Gebäudehülle, den hohen Dämmstandard, wärmebrückenarme Konstruktionen sowie eine energieeffiziente und schadstoffarme Bauweise gewährleistet.



Seestadt Aspern, das Aspern Grätzel © Schreinerkastler, Wien 3420

Betreiber und Bauträger	Wirtschaftsagentur Wien. Ein Fonds der Stadt Wien
Bebaute Fläche	ca. 2.500 m ²
Nutzflächen	8.843 m ²
Spezifischer Heizwärmebedarf	8 kWh/m ² a
Leistung Photovoltaikanlage	ca. 140 kWp
Zwei Kleinwindkraftanlagen mit	ca. 10 kW
Energieproduktions-einrichtungen für	140.000 kWh Strom pro Jahr
Adresse	1220 Wien, Seestadtstraße 27
Öffentliche Verkehrsanbindung ab Herbst 2013	U2

Quelle: Wiener Energieprojekten auf der Spur,
Hrsg.: Magistratsabteilung 20 – Energieplanung, Wien 2012

5.3 Smarte Netze, Smart Metering

Der Wandel von einer zentralen oft fossilen Energieversorgung hin zu einer dezentralen erneuerbaren Energieversorgung ergibt ein völlig neuartiges **Energiesystem**. Um mit diesem neuen Energiesystem Versorgungssicherheit und eine funktionierende Energieverteilung zu garantieren, ist der Ausbau der Netze unumgänglich. Besonders eine intelligente Vernetzung von dezentralen Energiequellen und Energieabnehmern garantiert deren Integration in ein urbanes Energiesystem. Der Ausbau intelligenter Netze wird daher parallel zum Ausbau erneuerbarer Energien angestrebt.

Intelligente Netze oder **Smart Grids** sind ein zentrales Element der zukünftigen Stromverteilung. Um sicherzustellen, dass zusätzliche kleine Energieerzeuger wie Photovoltaikanlagen und Windkrafträder optimal ins Stromnetz eingebunden werden, braucht es Smart Grids. Wenn die Sonne scheint oder frischer Wind die Windturbinen anwirft, steuert das Intelligente Netz die Verbrauchslasten und drosselt die anderen Kraftwerke. Weil sie genau wissen, welche Abnehmer wie viel Energie benötigen, verteilen Smart Grids den Strom hocheffizient.

Die Basis eines intelligenten Energienetzes sind digitale Zähl- oder Messgeräte. Die so genannten **Smart Meters** ermöglichen die automatische Kommunikation zwischen EnergieanbieterInnen und VerbraucherInnen. Mit den intelligenten Zählersystemen ist es möglich, Verbrauch und Nachfrage genau zu steuern, um Belastungsspitzen zu vermeiden.

Mittels Smart Metering kann der Energieverbrauch in kurzen Zeitintervallen erfasst und die die Verbrauchswerte fernübertragen werden. Im Gegensatz zu den über 100 Jahre gebräuchlichen mechanischen Ferrariszählern verfügen Smart Meters über eine Reihe von Vorteilen: Smart Meters machen das Ablesen des aktuellen Zählstands vor Ort überflüssig. KundInnen

5.4 Energie denkt mit

Die **Energienetze** der Zukunft werden dem Internet ähnlich sein: In einem Interaktionsraum werden alle teilnehmenden Komponenten miteinander Informationen austauschen können. Es wird möglich sein, dass regulierbare Haushaltsgeräte wie Waschmaschine, Geschirrspüler und Heimroboter miteinander kommunizieren, ebenso wie der Energiezähler mit der Solaranlage auf dem Dach, aber auch große Anlagen wie der Offshore-Windpark in der Nordsee oder das Solarkraftwerk in Andalusien mit den einzelnen Energieversorgern.

Von diesen dokumentierten und ausgewerteten Daten könnten viele profitieren: Die Umwelt, da durch die präzisere Abstimmung der Versorgungsnetze ein höherer Anteil an erneuerbaren Energien verkraftbar wird; die Strom- und IT-Konzerne, da neue, lukrative Geschäftsfelder entstehen; und die VerbraucherInnen, die durch effizientere Ressourcennutzung Kosten sparen.

Damit das **Zusammenspiel** solcher neuer Entwicklungen Realität wird, sind allerdings noch einige technologische Umwälzungen nötig. Smart Meters müssen flächendeckend genutzt werden, damit die erzeugte und verbrauchte Energiemenge minuten-genau gemessen werden kann. Managementsysteme müssen eingesetzt werden, damit die Netze auf die Datenflut reagieren können. Moderne Speicher und Übertragungsleitungen müssen integriert werden, um den Austausch von Elektrizität auch über größere Distanzen mit möglichst geringen Verlusten zu ermöglichen. In europäischen Modellregionen und Smart City-Projekten werden diese neuartigen Lösungen zur effektiven Nutzung von Energie ausgiebig diskutiert und getestet. Die daraus gesammelten Erfahrungen und gewonnenen Erkenntnisse stehen auch für die optimale Vorbereitung eines zukünftigen breiten Einsatzes dieser Modelle zur Verfügung. Gleichzeitig geben sie Impulse für innovative und clevere Geschäfts- und Produktideen.

können zeitnah ihren Energieverbrauch exakt feststellen, die Kosten realistisch abschätzen oder darauf Einfluss nehmen, um Einspareffekte zu erzielen.

Smart Meters ermöglichen die Einführung neuer Stromtarifmodelle auf Basis unterschiedlicher Zeitfenster. Wenn etwa über Mittag der Stromverbrauch gering ist, viele Photovoltaikanlagen aber gerade einen Überschuss in das öffentliche Netz einspeisen, könnten z.B. Elektrofahrzeuge besonders günstig aufgeladen werden.

Energielieferanten bekommen so die Möglichkeit, ihren

KundInnen auf das jeweilige Verbrauchsverhalten zugeschnittene Tarifmodelle anzubieten.

Gemäß einer im Jahr 2008 von der EU verabschiedeten Richtlinie sollen 2020 rund 80 % aller analogen Zähleranlagen bereits durch Smart Meters ersetzt sein.

DatenschützerInnen stehen der Einführung von Smart Metering noch kritisch gegenüber, da aus VerbraucherInnenprofilen auch Rückschlüsse auf Lebensgewohnheiten gezogen werden könnten.



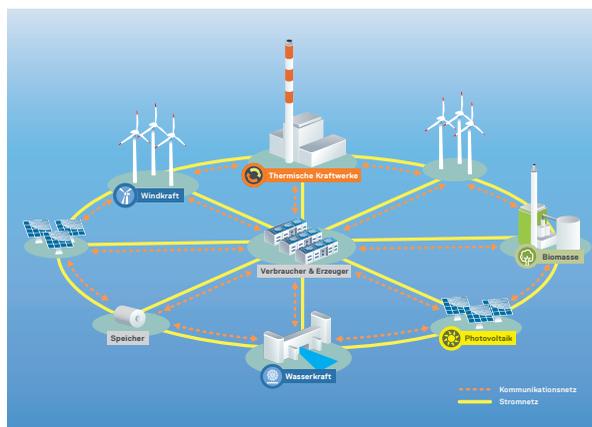
Smart Interface © Siemens AG, Berlin und München



Smart Meter © Siemens AG, Berlin und München

Ein bereits entwickeltes Produkt dieser Art ist zum Beispiel der **Energy-Butler**. Er reguliert prinzipiell den Stromverbrauch von Haushalten individuell und kann von den NutzerInnen interaktiv gesteuert und angewiesen werden. Wird dieses Konzept weitergedacht, könnten die VerbraucherInnen dem „Energy-Butler“ etwa auftragen, nur dann Strom zu beziehen, wenn der Preis für eine Kilowattstunde unter 8 Cent liegt – oder dass mindestens zu 60 % Ökostrom bezogen werden sollen. Ein „Energy-Butler“ könnte sogar als komplettes Betriebssystem für das „schlaue“ Stromnetz fungieren. Dazu soll, ähnlich wie der äußerst erfolgreiche **App-Store**, über den Anwendungen für Smartphones verkauft werden, eine Plattform für Energieprogramme entstehen. Kreative ProgrammiererInnen können über diese Plattform ihre kostenpflichtigen oder kostenlosen Anwendungen vertreiben, mit denen sich die elektrischen Geräte im Haushalt vom Smartphone oder Computer aus über den „Energy-Butler“ kontrollieren lassen. Auch für Verkäufer des „Energy-Butler“-Systems hätte ein solcher **Energy-App-Store** einen entscheidenden Vorteil: Denn je mehr Software für das eigene System bereitsteht, desto attraktiver wird es für die NutzerInnen. Auf dem Smartphone-Markt zeigt sich bereits jetzt, dass vor allem jene Geräte gefragt sind, deren Software-Angebot vielfältiger als das der Konkurrenz ist – und die somit die Bedürfnisse von besonders vielen Zielgruppen bedienen.

Ein Geschäftsmodell der Zukunft ist der so genannte **Tarif-Sheriff**. Mit der wachsenden Anzahl kleiner Anlagen zur Energieerzeugung kommt Strom zu unterschiedlichen Preisen auf den Markt. Der Beitrag erneuerbarer Energien an der Gesamtversorgung wird zunehmen und die Kosten werden sich stärker an Angebot und Nachfrage orientieren. Strom wird z.B. dann günstiger sein, wenn der Wind stark bläst oder die Sonne scheint. Um ein unübersichtliches Tarif-Wirrwarr zu vermeiden, werden VerbraucherInnen jene Energie-DienstleisterInnen auswählen, die schnell und zuverlässig genau das Bezugs- und Zahlungsmodell bereitstellen, das am besten auf die Bedürfnisse der KundInnen zugeschnitten ist. Da umweltbewusstes Verhalten immer stärker in das öffentliche Bewusstsein rückt, muss die gesuchte Lösung nicht in jedem Fall



Bidirektionale Kommunikation zwischen Verbrauchern und Erzeugern © Wien Energie

die billigste sein, sondern vielleicht die ökologisch und ökonomisch sinnvollste.

Die Geschäftsidee **Energy-Bank** wendet sich jene HausbesitzerInnen mit eigener Photovoltaikanlage auf dem Dach oder einem Blockheizkraftwerk im Keller, die aber noch mit keinem effizienten Energiespeicher ausgestattet sind. Die erzeugte überschüssige Energie soll auf externen Speichern zwischengelagert werden. Die „Energy-Bank“ verwaltet dieses externe Speichersystem über KundInnenkonten und mietet den Energie-Speicherplatz der KundInnen. Energie kann auf dem Konto „angelegt“ und zu einem späteren Zeitpunkt verbraucht oder weiterverkauft werden.

Ein weiterer Bereich, der zu findigen Modellen motiviert, ist die **Mobilität**. Wien hat hier mit dem bestens ausgebauten und hervorragend funktionierenden öffentlichen Verkehrsmittelangebot bereits einiges vorzuweisen – bestätigt wird dies auch von der jährlich steigenden Anzahl der NutzerInnen. Als nächster Schritt wird nun die Integration verschiedener Verkehrsträger (so genannte Multimodalität) in den öffentlichen Verkehr gesehen. Solche Mobilitätslösungen haben eine hohe Komplexität, da die verschiedenen Verkehrsträger, vom E-Bike bis zum E-Transporter, auf Abruf zur Verfügung stehen müssen. Auch hier werden clevere Applikationen und neue Dienstleistungsangebote entwickelt, die diese Anforderungen erfüllen

können. Die Aufgabe des öffentlichen Verkehrs soll dabei nicht sein, selbst alle Verkehrsmittel anzubieten, sondern sämtliche Angebote zusammenzuführen. Die VerkehrsteilnehmerInnen könnten über eine derartige Plattform, die den Zugang zu den verschiedenen Verkehrsträgern koordiniert und ermöglicht, unterstützt werden.

Diese Geschäftsmodelle sind Gestaltungsmöglichkeiten des zukünftigen „mitdenkenden“ Energiesystems. Sie geben die Voraussetzungen und Schritte vor, die notwendig sind, um damit auch die angestrebten Emissionsreduktionen und Effizienzziele zu erreichen.

VERKEHRSMITTEL VERNETZT NUTZEN

Mobilität wird auch in der Welt von morgen von zentraler Bedeutung für die Menschen sein. Sie wird aber aus ökologischen und ökonomischen Gründen anders gestaltet sein als heute. Statt ein oder zwei werden viele verschiedene Verkehrsmittel benutzt. Der Umstieg wird ganz einfach sein, denn das Ticket und der Zutrittsschlüssel sind immer mit dabei. Dafür sorgt ein persönlicher Mobilitäts-Assistent, der einen auf dem Smartphone begleitet. Der Assistent informiert überall und jederzeit gezielt über alle interessanten Mobilitätsangebote, denn er kennt die Vorlieben und Vorgaben. Er macht Vorschläge, wie am besten zu einem Zielort zu kommen ist. Trifft man eine Auswahl, bucht der Mobilitätsassistent die notwendigen Verkehrsmittel. Ein Klick und Alles ist bezahlt. Das Ticket kommt umgehend auf das Mobilgerät und die Reise kann losgehen.

Im **Projekt Smile** (Smart Mobility Info and Ticketing System Leading the Way for Effective E-Mobility Services) wird der Prototyp des persönlichen Mobilitäts-Assistenten entwickelt. Dieser ersetzt nicht, sondern integriert eine Vielzahl an vorhandenen und neuen Applikationen und Plattformen und nutzt jeweils die am besten geeigneten Informationsquellen. Offene Schnittstellen ermöglichen es Mobilitätsanbietern, ihre Angebote anzukoppeln. Die beiden größten Mobilitätsdienstleister Österreichs, die Wiener Stadtwerke mit den Wiener Linien und die Österreichischen Bundesbahnen, arbeiten zusammen mit kompetenten Firmen aus allen relevanten Bereichen an der Realisierung dieser Vision. Dieses Forschungsprojekt wird aus Mitteln

des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen der 3. Ausschreibung des Programms „Technologische Leuchttürme der Elektromobilität“ durchgeführt. Die Erprobung mit TestanwenderInnen erfolgt dabei in der Wiener Modellregion.

5.5 Smart Leben

Jeder Blick in die Zukunft kann nur aktuell denkbare Möglichkeiten und Entwicklungen sichtbar machen. Eines ist jedoch sicher: Wir wünschen uns alle, dass sich eine umweltverträgliche Stadtplanung positiv auf Lebensqualität und Lebensgefühl auswirkt. Stadtviertel ohne Lärm, kein Smog, fast keine Autos und damit Parks und Freiraum, wo einst Straßen waren, gehören dazu. Der individuelle Charakter der einzelnen Städte soll dabei erhalten bleiben, und das Wichtigste: Die BewohnerInnen sollen sich wohl fühlen.

Auf dem Weg dorthin gilt es zuerst, herauszufinden, wo die meiste Energie und die meisten Ressourcen verschwendet werden, um daraus einen Aktionsplan zu entwickeln, der diesen Verbrauch minimiert. Die bereits vorhandene Infrastruktur und die regionalen Gegebenheiten dürfen dabei nicht außer Acht gelassen werden. So wird in den **Städten der Zukunft** der Energieverbrauch von Gebäuden – alter wie neuer Bausubstanz – minimiert sein, eine intelligente Gebäudetechnik unterstützt dabei die implementierten baulichen Maßnahmen. Der notwendige Energiebedarf wird mit vom Gebäude selbst erzeugter Energie oder aus anderen erneuerbaren Quellen gedeckt. Auch die Wasserversorgung und Aufbereitung wird sich weiterentwickelt haben, der Trinkwasserverbrauch wird um bis zu 90 % gesenkt und die Regenwassernutzung selbstverständlich sein. Von außen nicht sichtbare Technologien, wie hauseigene Biogas-Anlagen, die den organischen Abfall verwerten, werden in den Gebäuden integriert sein.



Illustration einer vernetzten Stadt der Zukunft © Siemens AG, Berlin und München

Im Bereich Verkehr zeigen die finanziellen Anreize, sich nachhaltig und emissionsfrei zu bewegen, Wirkung, und über eine City-Maut regt sich schon lange niemand mehr auf. Der öffentliche Verkehr ist ausgebaut und kann sogar auf individuelle Bedürfnisse der FahrkundInnen reagieren. Der motorisierte Individualverkehr hat stark abgenommen, für einige PendlerInnen und die täglichen Anlieferungen gewährleisten eine effiziente Verkehrssteuerung und automatisierte Routenhinweise staufreie Fortbewegung durch die Stadt. Dies sind einige Möglichkeiten, wie Städte der Zukunft ihr Energiesystem nachhaltig umgestalten werden. Auf jeden Fall können wir uns schon jetzt auf ein interessantes und neuartiges Leben in smarten Städten einstellen.

Nach Hause kommen 2050:

Futura kommt gerade von ihrem Arbeitstermin am späten Nachmittag nach Hause. Die Besprechung

fand 20 km weit entfernt vom Büro statt. Da sie viele Unterlagen mitnehmen musste, legte sie die Strecke mit einem E-Fahrzeug aus dem Fahrzeugpool eines Mobilitätsanbieters zurück. Die Rückfahrt war trotz Hauptverkehrszeit staufrei, denn durch Fusion sämtlicher Navigationsdaten von Fahrzeugen (Höchstgeschwindigkeit und Umleitungen) werden die Fahrstrecken so berechnet, dass es nicht zu eng auf den Straßen wird.

Sie stellt das Fahrzeug einfach vor ihrer Haustüre ab. Durch Knopfdruck auf ihrem mobilen Endgerät setzt sich das Auto langsam in Bewegung und fährt selbstständig die 200 m zur nächsten induktiven Ladestation, dort positioniert es sich perfekt über der Spule, wird mit Strom aus der großen Photovoltaikanlage am Dach geladen und wartet auf nächste NutzerInnen. Noch bevor sie nach der Türklinke greift, meldet sich ihr mobiles Endgerät mit einer Nachricht. Die Blumen im mitt-

leren Fach hätten gerne Wasser und die zweite Topfpflanze rechts unten braucht mehr Sonne und sollte deshalb nach oben gestellt werden. Die Tür öffnet sich durch einen Handscan, sie betritt das Vorzimmer und legt ihr mobiles Endgerät und ihre Armbanduhr auf ein Keramiktablett, das diese und andere mobile Geräte durch Induktion auflädt. Gleichzeitig leuchten Informationen durch OLEDs auf, die in dem Tablett eingearbeitet sind und Futura mit aktuellen Meldungen, ihren gemessenen Blutwerten und einem Aktivitätsbericht aus ihrer Armbanduhr versorgen. An der Wand im Vorraum dreht sie an einem Drehknopf, der mehrere Funktionen in sich vereint: Damit reguliert Futura die Temperatur, die Beleuchtung und steuert das Abspielen von Musik. Ein darin eingebauter Lautsprecher gibt eine gerade eingelangte Nachricht eines Familienmitglieds wieder. In der Küche angelangt, schlägt das Whiteboard-Display Rezepte für das Abendessen vor, die mit den im Haus vorhandenen Lebensmitteln möglich sind. Futura entscheidet sich für einen kleinen Imbiss und wirft dabei einen Blick auf die magnetische Pinnwand mit durchscheinendem Display zwischen Küche und Esszimmer, wo sie kurz die Erinnerungen, die Uhrzeit und die Einkaufsliste für morgen checkt.

Nach ihrem anspruchsvollen Arbeitstag ist Futura nun nach ruhigerer Musik, auf die sie durch eine verbale Mitteilung wechselt, während sie es sich auf ihrem Massagesessel bequem macht und auf ihrem Tablet ihr Buch weiter liest.

Am nächsten Morgen legt Futura den Weg von ihrem Haus zur nächsten S-Bahn Station mit ihrem E-Kickboard zurück, welches sie an der Bahnstation problemlos und sicher abstellen kann. Wartezeiten gehören dabei der Vergangenheit an, über ihren „Personal Assistent“ am mobilen Endgerät wird sie in Echtzeit über mögliche Verspätungen informiert. In der Stadt greift Futura je nach Wetterlage auf ein Pedelec, den öffentlichen Kleinbus oder ein kleines elektrisches Stadtfahrzeug zurück, welches sie morgens flexibel reserviert und an der Bahnstation entleiht. Abgerechnet wird dabei einfach über ihr Mobilitäts-Abo des Verkehrsunternehmens. Zugang zum Fahrzeug ermöglicht der Personal Assistent. So erreicht sie auch an diesem Morgen zeitgerecht und entspannt ihren Arbeitsplatz.



Delight Ampellampe, gabarage upcycling design © Bernhard Angerer

5.6 Design und Vision

Visionäres Design, von der Architektur bis zur Medienkunst, ist häufig ein Seismograph für gesellschaftliche Entwicklungen. Von künstlerischen Arbeiten gehen vielfach Impulse für zukunftsfähige und nachhaltige Lebensstile aus.

Immer mehr KünstlerInnen setzen sich mit dem Themenbereich „Nachhaltigkeit“ auseinander, wie die Wiener sozialökonomische Designmanufaktur **Gabarage Upcycling Design**, die in der Schleifmühlgasse 6 in 1040 Wien einen Ausstellungsraum betreibt. Hinter dem Begriff Upcycling steckt laut den DesignerInnen mehr als Wiederverwertung. Die Verwendung von Restmaterialien im Designprozess verlängert nicht nur den Produktlebenszyklus. Neben der Abfallvermeidung wird eine wichtige Botschaft gegen die Wegwerfgesellschaft transportiert. Altmaterialien aus Industrie- und Gewerbebetrieben gelten hier als wertvolle Materialien für einen kreativen Prozess. Im Sinne dieser Philosophie werden Ausgangsmaterialien aus ihrem



Bjarke Ingels 8-House in Kopenhagen © Jens Lindhe, Kopenhagen

ursprünglichen Kontext genommen und einer neuen Funktion zugeführt. So entstehen individuelle Designstücke und Kleinserien. Entwickelt werden u. a. nachhaltige Werbemittel, Büromöbel und Give-Aways aus Restmaterialien der jeweiligen FirmenkundInnen. Ein anderes zentrales Anliegen der Designmanufaktur ist es, Personen mit einem weniger „stromlinienförmigen“ Lebenslauf eine neue Chance zu geben und für den Regelarbeitsmarkt zu qualifizieren. Arbeitsplätze in den Werkstätten, im Verkauf und in der Verwaltung dokumentieren neben konkreten Programmen zur Qualifizierung und Beruforientierung die gesellschaftliche Verantwortung von Gabarage Upcycling Design.

Ein Architekturbeispiel, das sowohl Design als auch Vision miteinander verknüpft, ist das **Bjarke Ingels 8-House**. Mit einer Gesamtfläche von 61.000 m² im Vorort Ørestad von Kopenhagen ist es der größte Wohnkomplex, der jemals in Dänemark entstanden ist. Insgesamt sind es 475 Wohneinheiten, die jedoch je nach den Bedürfnissen und Lebensumständen der BewohnerInnen, 125-fach variiert werden können. Neben den Wohnungen wurden ein Supermarkt, ein Kindergarten, 10.000 m² Büroflächen, ein Café und zwei kleine Parks

integriert. Es gibt im Bjarke Ingels 8-House keinerlei Parkplätze oder Tiefgaragen. Die BewohnerInnen können direkt mit ihrem Fahrrad vor der Haustür starten, denn es gibt sowohl die Möglichkeit über Treppen, als auch über Rampen zu den Wohnungen zu kommen. Mit der Metro ist die Kopenhagener Innenstadt in zwölf Minuten zu erreichen. Auf kurzen Wegen sind das größte Einkaufszentrum Dänemarks, die Schule, Teile der Universität, das Jean Nouvels Konzerthaus und viele andere Einrichtungen erreichbar. Neben den offensichtlichen ökologischen Vorteilen, wie der leichten Erreichbarkeit aller lebenswichtigen Orte und der daraus resultierenden Verringerung des CO₂-Ausstoßes, bietet der Komplex auch soziale Vorteile. Grundgedanke der architektonischen Konzeption ist die nach außen getragene Offenheit, die das Gemeinschaftsgefühl der BewohnerInnen gezielt fördert. Zusätzliche Wohnqualität bieten große Gemeinschaftsbereiche wie Lounges und Dachterrassen. Das Projekt von Bjarke Ingels gilt als gelungener Versuch, die Bauform **Massenwohnungsbau** neu zu beleben.





Solar Impulse, 2011 © Jean Revillard, Solar Impulse, Schweiz

FLUGZEUG OHNE TREIBSTOFF

Die Präsidentschaft des Europäischen Parlaments, des Europäischen Rats und der Europäischen Kommission hat die Schirmherrschaft für ein außergewöhnliches Flugzeug übernommen, das als Symbol für einen notwendigen Veränderungsprozess steht: Die Umrundung der Erde mit einem ausschließlich mit Solarenergie angetriebenen Flugzeug.

Bertrand Piccard flog 1999 als erster Mensch mit einem Heißluftballon um die Erde. Das Unterfangen wäre beinahe gescheitert, da das fossile Gas für den Ballon nur ganz knapp gereicht hat. Piccard beschloss die nächste Erdumrundung mit grenzenlos verfügbarer solarer Energie zu bestreiten. Die Idee eines neuen Solarprojektes war geboren. Es sollte zeigen was alles mit erneuerbaren Technologien erreicht werden kann. Anfangs glaubte kein Flugzeugbauer an die Realisierbarkeit eines solchen **Solarprojektes**, trotzdem fanden die Gründer André Borschberg und Bertrand Piccard innerhalb kurzer Zeit 100 PartnerInnen und BeraterInnen für die finanzielle und technische Unterstützung.

Das ambitionierte Projektziel: Ein umweltschonendes Flugzeug ohne Verbrauch von Brennstoff zu konstruieren. Am 5. Juni 2012 war mit dem ersten Interkontinentalflug eines Solarflugzeuges das Ziel erreicht. Die Maschine mit der Kennung HB-SIA flog über 830 km von Madrid nach Rabat in Marokko in weniger als 19 Stunden.

Das Solarflugzeug wiegt 1,6 t und hat die Flügelmaße eines Airbus A340. An Bord befinden sich vier Elektromotoren mit jeweils zehn PS Leistung, die mit Hilfe von 12.000 Solarzellen betrieben werden. **Solar Impulse** kann auch nachts mit der tagsüber gespeicherten Sonnenenergie fliegen.

5.7 Energieautarke Familie

Das **Effizienzhaus Plus** wurde Ende 2011 in Berlin eröffnet. In zentraler Lage, unmittelbar in der Nähe vom Kurfürstendamm, konnte das Haus nach nur einem Jahr Planungs- und Bauzeit von einer Familie zum Testwohnen bezogen werden. Die Wohn- und Alltagserfahrungen der (fast) energieautarken, vierköpfigen Familie können auf einem Blog nachgelesen werden.

Dank einer Wärmepumpe und Photovoltaikanlage auf Dach- und Fassadenflächen produziert das Haus mehr Strom als es selbst zusammen mit den BewohnerInnen verbraucht. Die Energie, die das Haus erzeugt, wird in Batterien gespeichert und unter anderem zum Betanken der Elektrofahrzeuge genutzt. Das Haus dient somit gleichzeitig auch als Tankstelle. Die Dämmung der Gebäudehülle und die optimierte Gebäudetechnik minimieren die Wärmeverluste. Das Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von 130 m² (Quadratmetern) ist somit ein eigenständiges kleines Kraftwerk, das seinen Überschuss an Strom in das öffentliche Versorgungsnetz einspeisen kann.

Und jetzt kommen die smarten Komponenten ins Spiel: Die gesamte Haustechnik läuft im Technikraum, dem Kern des Hauses, zusammen. Die BewohnerInnen können sämtliche technische Funktionen über zwei **Touchpanels** sowie über **Smartphones** überprüfen und steuern. Die BewohnerInnen können u.a. vorgeben, wann sie die Fahrzeuge nutzen und wohin sie fahren werden. Ein intelligentes Regelungssystem ermittelt mit diesen Angaben eine optimale Ladestrategie für die Elektroautos. Der Wetterbericht dient dem Haus als Informationsquelle für ein angepasstes Energiemanagement. Das „Effizienzhaus Plus“ eignet sich als beispielhaftes Wohnmodell für die Zukunft. Es ist zu einem hohen Anteil energieautark und zudem fast vollständig recyclebar. So wurde nicht nur beim Bau und den verwendeten Materialien, sondern auch bei Gebrauchsgegenständen und Möbeln auf Wiederverwertbarkeit geachtet. Dadurch werden sowohl

Emissionen minimiert als auch Ressourcen geschont. Die gesamte Umweltbelastung ist damit sehr gering. Um das Bewusstsein für neue Lebens- und Wohnmöglichkeiten zu schulen, wird das Haus der Öffentlichkeit als Anschauungs-, Informations- und Veranstaltungsplattform zur Verfügung gestellt. Besucher können in einem öffentlich zugänglichen Teil des Hauses die Energiebilanz des Gebäudes mitverfolgen, sich informieren und inspirieren lassen.



Das Effizienzhaus Plus in Berlin bei Nacht © Werner Sobek, Stuttgart





ENERGIE BEGRIFFE

Ampere (A) ist die Einheit für die elektrische Stromstärke. Vergleicht man mit einem Wasserschlauch, so entspricht die elektrische Spannung dem Wasserdruck und die Stromstärke der Wassermenge, die durch den Schlauch fließt. Die Stromstärke ist für die Erwärmung der elektrischen Leitungen verantwortlich und wird daher im Haushalt aus Sicherheitsgründen durch Sicherungen bzw. Leitungsschutzschalter begrenzt. Im Falle eines Heizlüfters mit 2.000 W (Watt) Leistung bei 230 V (Volt) Spannung erreicht man eine Stromstärke von 8,7 A (Ampere).

Barrel (Barr.) ist die Bezeichnung für ein Hohlmaß, das in der Ölindustrie verwendet wird. Es entspricht einer Menge von rund 159 Litern.

Brennwert (Hs) ist der in einem Brennstoff vorhandene Energieinhalt (Kilowattstunde) pro Maßeinheit (z.B. pro m^3 Erdgas). Im Gegensatz zum Heizwert beinhaltet der Brennwert auch die üblicherweise ungenutzte Wärmeenergie des Wasserdampfes im Abgas.

Heizwert (Ho) ist der in einem Brennstoff vorhandene Energieinhalt (Kilowattstunden) pro Maßeinheit (z. B. pro m^3 Erdgas). Im Gegensatz zum Brennwert berücksichtigt er die im Wasserdampf des Abgases beinhaltet Wärmeenergie nicht.



Klaffer war ein altes Längenmaß, das sich aus der Länge zwischen den ausgestreckten Armen eines erwachsenen Mannes ergab und je nach Region unterschiedlich war. In Österreich war ein Klaffer 1,9 m. Ein Klaffer Holz entsprach einem Holzstapel mit einer Länge und Höhe von je einem Klaffer, die Tiefe dieses Stapels entsprach mit 0,5 Klaffer der Länge der Holzscheite. Ein Klaffer Holz entsprach einem Volumen von etwa 3,4 m³.

Maße für Holz. Ein Festmeter (Fm) entspricht 1 m³ (Kubikmeter) massivem Holz, wenn es ohne Zwischenräume geschichtet ist. Ein Raummeter (Rm) ist ein Würfel von einem Meter Seitenlänge (1 m³) einschließlich der Zwischenräume. Der Schüttraummeter (srn) entspricht einer lose geschütteten Holzmenge von einem Kubikmeter. 1,0 Festmeter (fm) = 1,4 Raummeter/Ster (rm) = 2,0 bis 2,4 Schüttraummeter (srn)

Spannungsebene ist die Einteilung der Stromnetze nach der Höhe der elektrischen Spannung. Man unterscheidet das Niederspannungsnetz bis 1 kV (Kilovolt), das Mittelspannungsnetz zwischen 1 kV und 35 kV, das Hochspannungsnetz zwischen 35 kV und 110 kV und das Höchstspannungsnetz über 110 kV, z. B. das 400-kV-Netz.

U-Wert ist ein Vergleichswert für die Wärmedämmwirkung von Gebäude-Bauteilen. Der U-Wert ist von den Materialeigenschaften und der Materialstärke abhängig. Je niedriger der Wert ist, desto besser ist die Wärmedämmung.

Volt (V) ist die Einheit für die elektrische Spannung. Im Haushalt beträgt die Spannung 230 V. Für Transportzwecke werden in Österreich Spannungen bis zu 400 kV verwendet. 1 Kilovolt (kV) = 1.000 Volt (V).

Watt (W) ist die Einheit für Leistung. Bei Strom ergibt sich die Leistung, wenn man die Stromstärke (Ampere) mit der elektrischen Spannung (Volt) multipliziert. 1 Gigawatt (GW) = 1.000 Megawatt (MW) = 1 Mio. Kilowatt (kW) = 1 Mrd. Watt (W)

Wattstunde (Wh) ist die Maßeinheit für Energie bzw. Arbeit. Das ist jene Energie, die ein Energiewandler mit einer Leistung von einem Watt in einer Stunde aufnimmt oder abgibt. Kilowattstunde (kWh) ist das Tausendfache der Wattstunde und die im Alltag gebräuchlichste Messeinheit. Eine Glühlampe mit 100 W Leistung verbraucht in 10 Stunden 1 kWh Strom. Mit der Energiemenge von 1 kWh kann man bei einer Leistung von etwa 140 W sieben Stunden lang fernsehen. Wandelt eine Solaranlage mit der Leistung von 1 kW eine Stunde lang Sonnenlicht in elektrische Energie um, so entspricht das einer Energiemenge von 1 kWh. Ein Kraftwerk mit einer Leistung von 150 MW (Megawatt) erzeugt bei Vollbetrieb in 10 Stunden 1.500 MWh (Megawattstunden), das sind 1,5 Mio. kWh.

Watt Peak (Wp) ist die Bezeichnung für die elektrische Leistung von Solarzellen. Gebräuchlich sind auch Vielfache wie Kilowatt peak (kWp) und Megawatt peak (MWp). Der Begriff setzt sich zusammen aus der Einheit Watt und dem englischen Wort „peak“ für Spitze. Die Angabe Watt Peak stellt die abgegebene elektrische Leistung unter Standard-Testbedingungen.

Wirkungsgrad bezeichnet das Verhältnis von abgegebener zu aufgewendeter Energie bei Energieumwandlungsprozessen, z. B. wie viel Wärmeenergie bei der Verbrennung von Erdgas im Verhältnis zum Brennstoffeinsatz gewonnen wird.

TEXTQUELLEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Literatur

bene editions (Hrsg.): Räume der Arbeit, Trendreport zu Büro und Arbeitswelten

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.): Marktanalyse Energieholz 3 / 2011, klima:aktiv Fachinformation, Wien 2011

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (Hrsg.): Ressourcennutzung in Österreich, Bericht 2011, Wien 2011

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hrsg.): SmartCitiesNet – Endbericht, Österreichisches Institut für Raumplanung (ÖIR), Arsenal Ges.m.b.H (AIT Energy), Wien 2012

Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Sondierungsstudie, Null-Emissions-Stadt, Darmstadt 2002)

Czeike F.: Historisches Lexikon Wien, Band 3, Kremayr & Scheriau, Wien 1994

European Environment Agency (Hrsg.): Energie und Umweltbericht 2008, Nr. 6, Kopenhagen 2008

IPCC (Hrsg.): Klimaänderung 2007 - Wissenschaftliche Grundlagen, Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA (Häufig gestellte Fragen und Antworten 1.3, Abbildung 1.; 2.1, Abbildung 1)

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisa-



tion (Hrsg.): Roadmap – Elektromobile Stadt, Meilensteine auf dem Weg zur nachhaltigen urbanen Mobilität, 2011

Krausmann F.: Sonnenfinsternis? Wiens Energiesystem im 19. und 20. Jahrhundert, Brunner K., Schneider P. (Hrsg.): Umwelt Stadt. Geschichte des Natur- und Lebensraumes Wien, Böhlau Verlag, Wien 2005

Kromp-Kolb H., Formayer H., Clementschitsch L.: Auswirkungen des Klimawandels auf Wien unter besonderer Berücksichtigung von Klima-Szenarien, Magistratsdirektion der Stadt Wien – Klimaschutzkoordination, Wien 2007

Lange F.: Von Wien zur Adria. Der Wiener Neustädter Kanal, Sutton Verlag, Erfurt 2003

Magistratsabteilung 20 – Energieplanung (Hrsg.): Wiener Energieprojekten auf der Spur, Wien 2012

Mandl B., Schaner P.: Der Weg zum Smart Citizen – soziotechnologische Anforderungen an die Stadt der Zukunft, Arsenal Ges.m.b.H (AIT), 2012

Österreichische Wirtschaftskammer, Fachverband der Mineralölindustrie Österreichs (Hrsg.): Mineralöl-Bericht 2011

Randers J.: Eine globale Prognose für die nächsten 40 Jahre, 2052, Der neue Bericht an den Club of Rome, 2012

Siemens AG (Hrsg.): Pictures of the Future, Die Zeitschrift für Forschung und Innovation, Sonderpublikation Grüne Städte, 2011

Siemens AG (Hrsg.): Sonderpublikation Grüne Städte, 2011

Stadt Wien, Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung (Hrsg.): Smart City Wien – Vision 2050, Roadmap for 2020 and beyond, Action Plan 2012-15

Stadt Wien, Magistratsabteilung 20 - Energieplanung (Hrsg.): RAP_Vie - Aktionsplan Erneuerbare Energien für Wien, Wien 2012

Stadt Wien, Magistratsabteilung 21 B - Stadtteilplanung und Flächennutzung Zielgebietskoordination U2 Donautadt (Hrsg.): Masterplan Flugfeld Aspern, Broschüre 2008

Stadt Zürich (Hrsg.): Unterwegs zur 2000 Watt-Gesellschaft, Zürich 2011

Voss K., Musall E.: Nullenergie Gebäude, Internationale Projekte zum Klimaneutralen Wohnen und Arbeiten, Detail Green Book, 2011

Wehdorn M. u. Georgeacopol-Winischhofer U.: Bau- denkmäler der Technik und Industrie in Österreich. Band 1, Böhlau, Wien 1984

Wien Energie GmbH (Hrsg.): Festschrift 100 Jahre, Als in Wien der Strom zu fließen begann, Wien 2002

Wien Energie GmbH (Hrsg.): Orange Buch 2010, Wien 2010

Wien Energie GmbH (Hrsg.): Weitblick. Die Zukunft aus der Nähe betrachten. Nachhaltigkeitsbericht 2005/06
Wien Energie GmbH (Hrsg.): Wien Energie Jahrbuch 2010/11, Wien 2011

Wiener Stadtwerke Holding (Hrsg.): Materialien der Wiener Stadtwerke zur nachhaltigen Entwicklung, Nr.7: Smart City, Wien 2011

Pdf

http://www.austropapier.at/fileadmin/Austropapier/Bilder/Zeitschrift/eins_11/20-24_OEkostromanlagen.pdf

<http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/SirakiKlara/diss.pdf>

<http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Energie/Sonderthemen/Stromausfall4Nov06/BerichtId9007.pdf>

<http://daten.schule.at/dl/koehlerei.pdf>

http://www.delta-q.de/export/sites/default/de/downloads/vor-_und_nachteile_von_contracting.pdf

http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/oeko-energie/dokumente/pdfs/eca_oeko-strombericht%202011.pdf

<http://www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/presse/dokumente/pdfs/pa-2011-energiemarkt.pdf>

http://www.energiezukunft.at/edz_pdf/0749_integrale_edl.pdf

<http://www.energieleben.at/fernkalte-furs-akh-einblick-hinter-die-kulissen/>

http://www.ibp.fraunhofer.de/Images/SD_bp0109_web_tcm45-30733.pdf

<http://www.igwindkraft.at/redsystem/mmedia/2007.08.30/1188464900.pdf>

<http://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Studien/Energieautarkie205012pt20110308Final.pdf>

<http://www.klimarettung.at/assets/downloads/GraueEnergie.pdf>

<http://www.monitoringstelle.at/fileadmin/docs/de/>

EEAP/2_neeap_Juli_2011_endgueltige_Version.pdf
http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/fileadmin/user_upload/Downloadbereich/WSTW2011_Smart_City-Begriff_Charakteristika_und_Beispiele.pdf
http://www.os.is/gogn/os-onnur-rit/orkutolur_2010-enska.pdf
http://www.pgo.wien.at/download/PGOWindparks_Ergebnisbericht.pdf
http://www.pvaustria.at/upload/3730_Marktstatistik-2011.pdf
<http://www.rusz.at/docs/2011-07-21-der-standard-waschmaschinen-tuning-in-penzing.pdf>
<http://www.siemens.com/press/pool/de/events/2011/corporate/2011-04-train/pof-toi-2011-d.pdf>
http://www.stadtklima-stuttgart.de/stadtklima_filestorage/download/AfU-Heft-3-2010-Web.pdf
<http://www.tirol.gv.at/themen/umwelt/abfall/downloads/argumentationshilfe-mva-fuer-oesterreich.pdf>
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/BE215.pdf>
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0391.pdf>
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4151.pdf>
http://www.umwelttechnik.at/fileadmin/content/Downloads/klimaaktiv_Umwelt_und_nachhaltigkeitsorientierte_Gebaeudebewertung.pdf
www.uni-salzburg.at/pls/portal/docs/1/550975.PPT,
Arbeitszeit und Arbeitsleid im Wandel der Geschichte
<http://www.wien.gv.at/politik/energieangelegenheiten/energiekonzept/pdf/energieversorgung.pdf>
<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/energieflussbild-2010.pdf>
<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/sep/pdf/klimatisierung.pdf>
<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/sep/pdf/solares-kuehlen.pdf>
<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008042.pdf>
<http://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/pdf/klipendbericht2010.pdf>
http://www.wifo.ac.at/bibliothek/archiv/MOBE/1962Heft08_375_379.pdf
http://www.wirtschaftsmuseum.at/pdf/GROMU_Arbeit.pdf
<http://wko.at/up/enet/energie/Vortrag-Kern020305.pdf>

http://wohnbauforschung.at/Downloads/Autofreies_Wohnen_LF.pdf
http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/energieeffizienz_definition.pdf
www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/Impulse5.pdf

Web

<http://www.2000watt.ch/>
<http://www.24h-online.at/>
<http://www.3sat.de/>
<http://www.aee-now.at/>
<http://www.aqualibre.at/>
<http://architektur.mapolismagazin.com/>
<http://www.aspern-seestadt.at/>
<http://www.austria-lexikon.at/>
<http://www.bmvbs.de/>
<http://www.baublatt.ch/>
<http://blog.wienenergie.at/>
<http://www.bmwfg.vg.at/>
<http://bildungsserver.hamburg.de/>
<http://www.biomasseverband.at/>
<http://www.biotope-city.net/>
<https://www.buergersolkraftwerk.at/>
<http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at/>
<http://www.bundesforste.at/>
<http://cdiac.ornl.gov/>
<http://www.citybikewien.at/>
<http://www.cleanenergy-project.de/>
<http://www.cleanvertec.com/>
<http://www.conservationmagazine.org/>
<http://www.das-thema-tempelhof.de/>
<http://derstandard.at/>
<http://diepresse.com/>
<http://www.de-ipcc.de>
<http://www.eea.europa.eu/>
<http://www.e-control.at/>
<http://www.energieleben.at/>
<http://www.energiesparhaus-ratgeber.de/>
<http://www.energiwelten.de/>
<http://www.energiestrategie.at/>
<http://www.energyglobe.com/>
<http://www.energyagency.at/>
<http://www.energybase.at/>
<http://www.erneuerbare-energie.at/>

<http://www.erneuerbareenergiequellen.com/>
<http://ensys2030.tuwien.ac.at/>
<http://www.eurogate.at/>
<http://europa.eu/>
<http://www.fastcoexist.com/>
<http://www.format.at/>
<http://futurezone.at/>
<http://www.gabarage.at/>
<http://www.gas-magazin.de/>
<http://www.gaswaerme.at/>
<http://www.geophysik.at/>
<http://www.geothermie.de/>
<http://www.geothermiewien.at/>
<http://geschichte.landesmuseum.net/>
<http://www.go100percent.org/>
<http://g-o.de/>
<http://www.handelsblatt.com/>
<http://www.ig-windkraft.at/>
<http://kleinwindkraft.wordpress.com/>
<http://www.kleinwasserkraft.at/>
<http://www.klimaaktiv.at/>
<http://www.landbote.ch/>
<http://www.manager-magazin.de/>
<http://www.mpimet.mpg.de/>
<http://www.muenster.de/>
<http://www.nachhaltig-bauen.at/>
<http://www.nachhaltig-leben.de/>
<http://www.nachhaltigkeit.org/>
<http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/>
<http://neues.stuttgarter-tagblatt.net/>
<http://www.oegut.at/>
<http://www.oeko.de/>
<http://www.oekonews.at/>
<http://www.oekosystem-erde.de/>
<http://oesterreichsenergie.at/>
<http://www.oslo.teknopol.no/>
<http://www.pik-potsdam.de/>
<http://www.planet-wissen.de/>
<http://www.postwachstumsoekonomie.org/>
<http://rapis.de/>
<http://www.regioenergy.at/>
<http://www.renewables100.org/>
<http://www.renewablesb2b.com/>
<http://www.reparaturnetzwerk.at/>
<http://www.report.at/>

<http://reset.to/>
<http://www.rewe-group.at/>
<http://www.rusz.at/>
<http://schlot.wordpress.com/>
<http://service-insiders.de/>
<http://sexyupcycling.wordpress.com/>
<http://www.siemens.de/>
<http://www.smartcities.at/>
<http://www.smartsantander.eu/>
<http://solarimpulse.com/>
<http://www.solarserver.de/>
<http://www.solarwaerme.at/>
<http://www.spiegel.de/>
<http://www.stadt-zuerich.ch/>
<http://www.statistik.at/>
<http://suite101.de/>
<http://sustainablecities.dk/>
<http://www.swm.de/>
<http://www.ted.com/>
<http://www.tiefegeothermie.de/>
<http://www.tinavienna.at/>
<http://www.topprodukte.at/>
<http://www.tuwien.ac.at/>
<http://www.umweltberatung.at/>
<http://www.umweltbundesamt.at/>
<http://www.umweltbundesamt.de/>
<http://www.umwelttechnik.at/>
<http://unfccc.int/>
<http://www.urbanophil.net/>
<http://www.verbund.com/>
<http://wenigermist.naturlichwien.at/>
<http://www.wien.gv.at/>
<http://www.wien-vienna.at/>
<http://www.wienenergie.at/>
<http://www.wienenergie-gasnetz.at/>
<http://www.wiener-gasometer.at/>
<http://www.wienerlinien.at/>
<http://www.wienplan.com/>
<http://www.wienerstadtwerke.at/>
<http://www.wienerzeitung.at/>
<http://de.wikipedia.org/>
<http://www.windpower-gmbh.de/>
<http://wua-wien.at/>
<http://www.young.evn.at/>
<http://www.zamg.ac.at/>

<http://www.zeit.de/>
<http://www.zillingdorf.at/>

ENERGIE.Stadt.neu. DENKEN

Eine Ausstellung der MA 20 - Energieplanung mit
freundlicher Unterstützung

mit Ausstellungsobjekten:

Philips Austria GmbH
Wien Energie GmbH

beim Rahmenprogramm:

ENERGYbase | Wirtschaftsagentur Wien
Geothermiezentrum Aspern GmbH
Puch Bikes
Renault Österreich GmbH
Technische Universität Wien
Wien Energie GmbH
Wien Energie Bundesforste Biomasse Kraftwerk GmbH
& Co KG
Wiener Linien GmbH & Co KG

mit Fotos:

Aqua Libre Energieentwicklungs GmbH
HS Hotelbetriebs GmbH - Boutique Hotel Stadthalle
dform | Büro für Design Ges.n.b.R
EBSWIEN Hauptkläranlage GmbH
ETH Studio Monte Rosa
Fernwärme Wien GmbH
gabarage upcycling design
MA 22 - Umweltschutz
MA 33 - Wien Leuchtet
MA 34 - Bau- und Gebäudemanagement
MA 41 - Stadtvermessung
MA 42 - Wiener Stadtgärten
MA 53 - Presse- und Informationsdienst
Millennium Art and Obscura Digital, San Francisco
ÖBB-Personenverkehr AG | ÖBB ErlebnisBahn
Österreichischer Touristenklub
Österreichisches Institut für Raumplanung
R.U.S.Z Verein zur Förderung der Sozialwirtschaft
s & s Architekten
Siemens AG
Solar Impulse SA



Stadt Freiburg
Stadt Stuttgart
Technische Universität Wien
The Intergovernmental Panel on Climate Change
(IPCC)
TINA VIENNA Urban Technologies & Strategies GmbH
Wien 3420 Aspern Development AG
Wien Energie Gasnetz GmbH
Wien Energie GmbH
Wien Museum
Wiener Kommunal-Umweltschutzprojektgesellschaft
mbH
Wiener Linien GmbH & Co KG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

PHILIPS



DRIVE THE CHANGE



www.energieplanung.wien.at



IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber

Magistrat der Stadt Wien
Magistratsabteilung 20 - Energieplanung
www.energieplanung.wien.at

Gesamtkoordination

Mag. Bernd Vogl
Ing.in Ursula Heumesser
Magistratsabteilung 20

Konzeption, Redaktion und Gestaltung

Arbeitsgemeinschaft BiT
Brainbows Informationsmanagement GmbH
www.brainbows.com
iService Medien & Werbeagentur
www.iservice.at
Triprojekt Projektentwicklungs GmbH
www.triprojekt.at

Druck

www.mittermueller.at

Gedruckt auf ökologischem Papier aus der Mustermappe von ÖkoKauf Wien

Verlags- und Herstellungsort: Wien, Oktober 2012

Alle Angaben erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr. Für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben, für Druckfehler und technische Änderungen kann keine Haftung übernommen werden. Eine Haftung der Herausgeber und der AutorInnen ist ausgeschlossen.

PUBLIKATION ZUR AUSSTELLUNG DER
MAGISTRATSABTEILUNG 20 - ENERGIEPLANUNG

IN DER
WIENER PLANUNGSWERKSTATT
1., FRIEDRICH-SCHMIDT-PLATZ 9

WWW.ENERGIEPLANUNG.WIEN.AT

