

Grundlagenstudie „Erneuerbare Energien in Hamburg“

Endbericht – März 2005

Inhalt

Inhalt	1
Zusammenfassung für Entscheidungsträger	3
1. Vorbemerkungen	5
2. Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen	7
2.1. Photovoltaik	7
2.2. Solarthermie	9
2.3. Windenergie.....	10
2.4. Biomasse	11
2.5. Sonstige	15
3. Die Märkte für erneuerbare Energiequellen.....	17
3.1. Photovoltaik	17
3.2. Solarthermie	22
3.3. Windenergie.....	25
3.4. Biomasse	28
3.5. Bedeutung und Zukunft des EEG.....	32
4. Die Infrastruktur für erneuerbare Energien in Hamburg	34
4.1. Die Unternehmen: Umsätze, Arbeitsplätze, Tätigkeitsfelder	34
4.2. Forschung und Lehre	40
4.3. Einzelprojekte	42
4.4. Die Situation erneuerbarer Energiequellen in vergleichbaren Städten	46
5. Vorschläge	49
5.1. Anwendung erneuerbarer Energien in Hamburg	50
5.1.1. Technik-übergreifende Vorschläge.....	50
5.1.2. Windenergie.....	51
5.1.3. Photovoltaik	51
5.1.4. Solarthermie.....	52
5.1.5. Biomasse	53
5.2. Ansiedlung und Bindung von Unternehmen in Hamburg	54
5.2.1. Windenergie.....	54
5.2.2. Photovoltaik & Solarthermie.....	55
5.2.3. Biomasse	56
Anhänge.....	58
Gesprächspartner	58
Abkürzungsverzeichnis	59
Dank	59

Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Hamburg hat die Chance, ein internationales wirtschaftliches Zentrum für erneuerbare Energien zu werden. Die Voraussetzungen für eine solche Rolle sind:

- Kristallisationskeime, d.h. eine ausreichende Zahl von Unternehmen, die bereits auf diesem Gebiet tätig sind;
- eine Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur, die den Unternehmen Ideen für Produkt- und Prozeßinnovationen liefert, und ihnen hilft, aktuelle Probleme zu lösen;
- etablierte Netzwerke aus großen und kleinen Unternehmen sowie Forschung und Entwicklung, die sich gegenseitig befruchten und Lieferbeziehungen mit kurzen Wegen eingehen können;
- eine internationale Infrastruktur;
- internationale Handelsbeziehungen;
- politische Unterstützung durch die Führung der Stadt;
- lokale Referenzanwendungen und lokale Ziele, die das Vertrauen in die Entwicklung widerspiegeln.

Eine Reihe dieser Voraussetzungen sind in Hamburg bereits auf hervorragende Weise erfüllt. So gibt es in der Stadt mittlerweile rund 240 Unternehmen, die auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien tätig sind. Die Firmen beschäftigten 2004 in diesem Geschäftsbereich mehr als 1.000 Mitarbeiter und setzten rund 1,4 Mrd. Euro um, wobei jeweils mehr als 90% auf die zehn größten Betriebe entfielen. Das Umsatzwachstum lag im Mittel bei 30% pro Jahr. Am stärksten vertreten sind in Hamburg und seiner näheren Umgebung die Windenergiebranche und Photovoltaik-Unternehmen. Auch die wirtschaftlichen Aktivitäten zur energetischen Nutzung von Holz entwickeln sich dynamisch.

Die Stärken Hamburgs liegen vor allem im erweiterten Dienstleistungsbereich, d.h. etwa der Planung, Entwicklung, Zertifizierung und Finanzierung sowie der Konzernsteuerung. Dennoch gibt es auch in Hamburg erhebliche Potentiale, um die Anwendung regenerativer Energien auszuweiten. Aus Sicht des Senates macht es dabei besonders Sinn, die Errichtung von Pilotanlagen durch ortsansässige Firmen an prominenten Standorten zu befördern, weil diese als Referenzobjekte dienen können.

Unternehmen wie Anwender würden davon profitieren, wenn das Netzwerk zu erneuerbaren Energien in Hamburg ausgebaut und optimiert würde. Die bisherigen Aktivitäten der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt bieten dafür gute Voraussetzungen. Mit ihren Initiativen „Arbeit und Klimaschutz“ sowie „Unternehmen und Ressourcenschutz“, der von ihr finanzierten Beratungseinrichtung „Hamburger Solarzentrum“ und der von ihr mit ins Leben gerufenen Wissenstransfer-Einrichtung „ZEBAU“ ist sie bereits gut aufgestellt. Ergänzend könnten eine Biomasse-Koordinierungsstelle sowie regelmäßige, informelle Treffen nach dem Vorbild des Windenergiestammtisches hinzukommen. Teil einer intensiveren Vernetzung könnte es auch sein, für kleine und mittlere Unternehmen der Branche einen gemeinsamen Standort mit Büro-, Logistik- und Produktionsflächen zu schaffen. Ein solches Zentrum wäre auch für Zulieferer interessant, deren verstärkte Ansiedlung in der näheren Umgebung sich die Unternehmen mit geringer Fertigungstiefe wünschen.

Ein wichtiger Baustein für eine langfristig stabile Entwicklung der Branche ist deren Internationalisierung, da künftige Märkte überwiegend in den sonnen- und windreichen Regionen der Erde zu finden sein werden. Auf Grund seiner internationalen Infrastruktur und seiner Handelsbeziehungen eignet sich Hamburg in besonderer Weise als Ausgangspunkt für die

Erschließung solcher Märkte. Es wird als sehr wichtig angesehen, daß sich die Unternehmen dabei der Unterstützung durch ihre politischen Repräsentanten gewiß sein können.

Die erneuerbaren Energien sollten nicht isoliert, sondern stets in Zusammenhang mit der effizienten Nutzung von Energie und anderen neuen Energietechniken wie Brennstoffzellen und Wasserstoff gesehen werden. Um dies zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, die Funktion eines „Koordinators Energietechnik in Hamburg“ einzurichten.

Um den Informationsstand möglicher Anwender von regenerativen Energien in privaten Haushalten und Unternehmen in Hamburg zu verbessern, sollte eine PR-Kampagne mit den Schwerpunkten Solarthermie, Photovoltaik und Holzheizung gestartet werden. Dies kann durch einen auf Hamburg zugeschnittenen Internet-Auftritt ergänzt werden, in dem Informationen zu den einzelnen Techniken angeboten werden und in dem sich auch die einschlägigen Firmen präsentieren können.

Von den befragten Unternehmen wurde immer wieder betont, daß zu einem erfolgreichen Standort auch eine entsprechende Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur gehört. Diese hilft den Unternehmen, Ideen zu generieren und Probleme zu lösen. Außerdem sorgt sie für einen gut ausgebildeten Nachwuchs, der schon frühzeitig im Rahmen von Praktika und Studienarbeiten an die Betriebe gebunden werden kann. Ausbaufähige Kapazitäten gibt es an den Hamburger Hochschulen besonders in den Bereichen „Einbindung erneuerbarer Energien beim Bauen und Sanieren“ sowie Windenergie und Biomasse.

Für viele der beschriebenen Aktivitäten eignet sich das Modell der Public-Private-Partnership in hervorragender Weise, bei dem sich öffentliche Hand und private Unternehmen die Kosten von Modellvorhaben und Infrastrukturmaßnahmen teilen.

1. Vorbemerkungen

Die Nutzung erneuerbarer Energien hat in den letzten 15 Jahren mit Steigerungsraten von mehr als 30% pro Jahr zugenommen. Mittlerweile existieren für alle Formen erneuerbarer Energie ausgereifte und erprobte Techniken, die kommerziell verfügbar sind. Das starke Wachstum hat dazu geführt, daß die Kosten der einzelnen Techniken stetig gesunken sind. Es besteht die begründete Hoffnung, daß zumindest einige Anwendungen mittelfristig mit den herkömmlichen Techniken der Energienutzung konkurrieren können.

Ein Auslöser dieser Entwicklung war das Stromeinspeisegesetz (StrEG) von 1990, das den Betreibern von Anlagen, die Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen, eine feste und kostendeckende Vergütung garantierte. Es wurde im Jahr 2000 durch das weiterentwickelte Erneuerbare Energiengesetz (EEG) abgelöst, das seinerseits im August 2004 novelliert wurde.

Es besteht ein breiter Konsens in der Bevölkerung und in der Politik, daß erneuerbare Energien in der künftigen Energieversorgung eine wichtige Rolle spielen werden. Auch traditionelle Energieunternehmen wie Royal Dutch Shell oder BP erwarten weiter hohe Steigerungsraten bei den „Renewables“ und engagierten sich selbst auf diesem Gebiet. Differenzen bestehen allenfalls über die Höhe und Art der Förderung und über die Frage, ob erneuerbare Energien die konventionellen Energien verdrängen oder ergänzen werden.

Der Nutzen regenerativer Energien liegt nicht – wie oft behauptet – in erster Linie im Klimaschutz, denn der Ausstoß von Treibhausgasen läßt sich mit anderen Mitteln deutlich kostengünstiger reduzieren. Erneuerbare Energien leisten jedoch auch einen Beitrag zur Verminderung anderer Schadstoffemissionen (SO₂, NO_x etc.). Sie dienen aber vor allem der Vorbereitung auf die Zeiten, in denen die globale Konkurrenz um die endlichen Vorräte fossiler Energien größer wird, internationale Konflikte den Zugang zu deren Quellen erschweren oder gar verhindern, oder allein die Befürchtung, daß sie knapp werden könnten, die Preise in die Höhe treibt. Nicht zu letzt geht es um Industriepolitik. Diejenigen Unternehmen und Staaten, die jetzt Produkte entwickeln und Strukturen aufbauen, werden die Marktführer von morgen sein.

Das Thema „Erneuerbare Energien“ sollte nicht isoliert diskutiert, sondern immer im Zusammenhang mit einer effizienteren Nutzung von Energie gesehen werden. In wissenschaftlichen Studien und in der Praxis ist immer wieder aufgezeigt worden, daß der wirtschaftlichere Umgang mit Energie oft kostengünstiger ist als deren kommerzielle Bereitstellung. Auch wenn diesbezüglich in der Vergangenheit schon viel getan worden ist, insbesondere in der Industrie, gibt es weiterhin erhebliche Verbesserungspotentiale. Da viele Arten regenerativer Energie noch über einen längeren Zeitraum teurer sein werden als konventionelle Energieformen und um eine Überdimensionierung der Anlagen zu vermeiden, sollte der Einsatz erneuerbarer Energien stets mit einer energetischen Optimierung verbunden werden. Die Energieeffizienz sowie andere innovative Energietechniken wie Wasserstoffnutzung und Brennstoffzellen gehören jedoch nicht zur Aufgabenstellung für diese Studie, da sie an anderer Stelle ausführlich behandelt wurden.¹

Die Wirtschaftspolitik des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) setzt auf strategische Zukunftsfelder, die Hamburg im internationalen Wettbewerb wirksam positionie-

¹ Vgl. dazu u.a. J. Schindler, P. Schmidt (L-B-Systemtechnik GmbH): Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Technologie als wirtschaftliche Chance für Hamburg; Studie im Auftrag der FHH, 2004.

ren und in denen neue, zukunftsfähige Arbeitsplätze geschaffen werden. Hamburg ist zwar traditionell keine „Energistadt“, da aber die Technologien der künftigen Energieversorgung unabhängig von den bisherigen Lagerstätten fossiler Brennstoffe sein werden, ergeben sich Chancen für neue Standorte, speziell solche mit guter Infrastruktur. Vor diesem Hintergrund sollten innovative Energietechniken auch in Hamburg einen hohen Stellenwert bekommen. Gerade für das Kernthema „Wachsende Stadt“ kann die Nutzung regenerativer Energien von großer Bedeutung sein.

Derzeit liegen allerdings kaum belastbare Daten über den Wirtschaftsfaktor „Erneuerbare Energien“ in Hamburg vor. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden diese Daten erhoben und es werden Vorschläge gemacht, wie

- der Einsatz erneuerbarer Energien in Hamburg,
- bestehende Unternehmen, die auf diesem Gebiete tätig sind, und
- die Ansiedlung neuer Firmen in Hamburg gezielt unterstützt werden können.

Zu diesem Zweck wurde eine Liste der einschlägigen Firmen erstellt. Dann wurden gezielt rund 30 Unternehmen und Institutionen für Interviews und Informationsgespräche ausgewählt.² Diese Interviews bilden die Grundlage für die Datenerhebung und die zu erarbeitenden Vorschläge. Für Gebiete, auf denen viele kleine Firmen tätig sind, wurden Hochrechnungen vorgenommen.

Der Schwerpunkt der Studie liegt auf denjenigen Techniken, die für Hamburg von besonderem Interesse sind, entweder, weil sie hier in nennenswerten Umfang eingesetzt werden können, oder weil es bereits Unternehmen gibt, die diese Techniken anbieten.

Die Untersuchung ist nicht streng auf das Gebiet Hamburgs beschränkt. Vielmehr wurden auch Unternehmen in unmittelbar angrenzenden Gebieten (insbesondere Wedel und Norderstedt) einbezogen, sofern diese für Hamburg von Bedeutung sind oder werden könnten. Die Auswahl dieser Unternehmen erfolgte nicht anhand fester Kriterien, sondern nach der Einschätzung des Autors.

Alle Vergleichsdaten für die EU beziehen sich auf die 15 Mitgliedsstaaten vor dem 1.5.2004.

² Vgl. Liste der Interviewpartner im Anhang.

2. Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen

2.1. Photovoltaik³

Solarzellen wandeln Sonnenlicht mit Hilfe des photovoltaischen Effekts direkt in elektrische Energie um. Sie bestehen aus Halbleitermaterialien wie kristallinem Silizium, Kupfer-Indium-Selenit (CuInSe_2 – CIS), Cadmium-Tellurid (CdTe), Gallium-Arsenid (GaAs) oder amorphen Silizium-Wasserstoff-Verbindungen. Um hohe Wirkungsgrade zu erreichen, muß hochwertiges Halbleitermaterial verwendet werden, das möglichst frei von Unreinheiten und Kristallfehlern ist. Gute Solarzellen erreichen heute Umwandlungswirkungsgrade von bis zu 20%. Die Herstellung von Photovoltaik-Anlagen erfolgt in drei wesentlichen Schritten:

- Produktion des Halbleitermaterials (Kristalle und Wafer);
- Herstellung der Solarzelle aus den Wafern;
- Bau des anschlussfertigen PV-Moduls aus Solarzellen, Trägermaterial (Glas, Rahmen etc.) und Elektrik.

Am Einsatzort erfolgt dann noch die Kopplung mit der Peripherie wie Wechselrichter und Steuerung sowie der Anschluß an das Netz, eine Batterie oder direkt an die jeweiligen Stromverbraucher.

Die industrielle Herstellung von Solarzellen in großem Maßstab erfordert einfache, automatisierte Prozesse mit hohen Maschinenverfügbarkeiten und qualitativ hochwertigem Output. Dies wird heute am besten für Zellen aus kristallinem Silizium beherrscht, die mehr als 90% der produzierten Kapazität ausmachen. Diese Technik profitiert davon, daß für die Produktion der Kristalle und Wafer langjährige Erfahrungen aus der Elektronikindustrie vorliegen und in großem Umfang Material, das den Ansprüchen für elektronische Anwendungen nicht genügt, als sogenanntes Solar-Silizium („solar-grade silicon“) für Solarzellen eingesetzt werden kann. An dieser Stelle liegt allerdings derzeit ein Problem für das weitere Wachstum der PV-Anwendungen. Durch die schnelle Ausweitung des PV-Marktes in den letzten Jahren ist die Nachfrage nach Solar-Silizium mittlerweile höher als das Angebot an Ausschuß aus der Elektronikindustrie. Die Herstellung des reinen Siliziums eigens für die Anwendung in Solarzellen wäre dagegen deutlich teurer (vgl. Kap. 3.1). Das Basismaterial für die Silizium-Gewinnung ist jedoch nahezu unbeschränkt vorhanden.

Zuverlässige und erprobte Solarmodule gibt es in allen Größenklassen von 10 Watt bis zu mehreren 100 Watt. Um höherer Leistungen zu erzielen, können sie beliebig gekoppelt werden. Die Anwendungen reichen von der Energieversorgung kleiner Geräte wie Taschenrechnern oder Parkscheinautomaten über Inselanlagen zur lokalen Stromversorgung in netzfernen Gebieten bis hin zur Netzeinspeisung des erzeugten Stroms im Megawatt-Bereich. Für PV-Anlagen, die grundsätzlich keine beweglichen und somit verschleißenden Teile aufweisen, wird allgemein eine Lebensdauer von 25 und mehr Jahren erwartet, was durch die Erfahrungen in der Praxis unterstützt wird.

Als Alternative zum kristallinen Silizium wird die sogenannte Dünnschicht-Technologie vorangetrieben. Dabei kommen amorphes Silizium, CIS oder CdTe zum Einsatz, die aus dem gasförmigen Zustand direkt auf ein kostengünstiges Trägermaterial aufgebracht werden. Je

³ Quelle: A. Bubenzer, J. Luther (Eds.): Photovoltaics Guidebook for Decision Makers; Springer, Berlin – Heideberg – New York, 2003.

nach Technik kann das Trägermaterial beliebig geformt werden, was die Anwendungsmöglichkeiten stark erweitert. Von dieser Technologie werden deutliche Einsparungen bei den Produktionskosten erwartet, da ein Arbeitsschritt – die Herstellung der Wafer – entfällt. Die entstehenden Schichten weisen jedoch eine Vielzahl von strukturellen und elektronischen Defekten auf, die zu einer geringeren elektronischen Qualität und somit niedrigeren Wirkungsgraden als bei kristallinem Silizium führen. Derzeit werden Wirkungsgrade von etwa 10% erreicht. Der Produktionsprozeß stellt extrem hohe Anforderungen an die Homogenität der Schicht und die Qualitätssicherung, die heute in größerem Maßstab noch nicht ausreichend beherrscht werden. Die befragten Unternehmen rechnen daher damit, daß die Dünnschicht-Technologie erst längerfristig größere Marktanteile erobern wird. Sie wird dann mit der Nutzung reinen Siliziums konkurrieren, aber auch neue Anwendungen und Märkte erschließen.

Der Schwerpunkt der Entwicklung im PV-Bereich liegt derzeit nicht auf neuen Techniken für die Solarzellen, sondern bei den Produktionstechniken. Die Hersteller streben an, ihre Standardprodukte in möglichst hohen Stückzahlen zu verkaufen, damit die notwendigen Lern- und Skaleneffekte bei der Automatisierung der Produktion erreicht und die Produktionskosten gesenkt werden können.

Eine Ausnahme bildet die Entwicklung neuer Lösungen für die Integration von PV-Anlagen in Dächer und Fassaden, die helfen können wesentliche Hemmnisse bei der Verbreitung der Technik zu überwinden.

Potentialangaben für die Photovoltaik lösen immer wieder Mißverständnisse und Diskussionen aus. Generell ist bei derartigen Abschätzungen zwischen dem theoretischen, dem technischen und dem wirtschaftlichen Potential zu unterscheiden. Theoretisch könnte mit Solarzellen der gesamte Strombedarf der Erde gedeckt werden, denn die eingestrahlte Sonnenenergie übersteigt die benötigte Energiemenge bei weitem. Allerdings sind erhebliche Flächen nötig, um die Energie einzusammeln, da die Einstrahlung in unseren Breiten nur bei rund 1.000 kWh pro Quadratmeter und Jahr liegt.

Eine grobe Abschätzung zeigt, daß Solarzellen auch in Hamburg einen nennenswerten Beitrag zur Energieversorgung leisten können. In der städtischen Infrastruktur kommen eigentlich nur Dächer und Fassaden für die Montage von PV-Anlagen in Frage, nicht jedoch Freiflächen. Die in einer Region vorhandenen Flächen lassen sich recht gut aus der Bevölkerungsdichte ermitteln.⁴ Demnach sind in Hamburg rund 10 m² Dach- und 4 m² Fassadenfläche an Nicht-Wohngebäuden pro Einwohner vorhanden, die grundsätzlich für die Installation von Solaranlagen geeignet sind. Nach Abzug von Flächenanteilen, die nicht nutzbar sind, da sie z.B. verschattet sind oder für Rahmenkonstruktionen verwendet werden müssen, verbleibt eine Gesamtfläche von rund 20 km². Die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt kommt mit Hilfe ihres Geoinformationssystems zu ähnlichen Zahlen, ist aber bei den tatsächlich nutzbaren Flächenanteilen pessimistischer. Insgesamt schätzt sie die verfügbare Fläche auf etwa 14 km².

⁴ Quelle: H. Lehmann und S. Peter (Institute for Sustainable Solutions and Innovations): Assessment of Roof & Facade Potentials for Solar Use in Europe, Aachen. - D. Gernhard, M. Mohr, M. Skiba, H. Unger (Ruhr-Universität Bochum): Theoretisches und technisches Potential von Solarthermie, Photovoltaik, Biomasse und Wind in Nordrhein-Westfalen; RUB-E-1-35 S. 16-28, 133-140, Bochum, 1992.

Würde diese Fläche vollständig mit Solarzellen belegt, so könnte mit dem heute in Hamburg erreichten spezifischen Ertrag von 70 kWh pro m² und Jahr [kWh/(m²·a)] eine Strommenge von 1 - 1,4 TWh pro Jahr erzeugt werden. Dies sind etwa 10% der derzeit in Hamburg benötigten Strommenge. Bei der Beurteilung dieses technischen Potentials ist natürlich zu berücksichtigen, daß es nur über einen langen Zeitraum, der vermutlich mehrere Jahrzehnte betragen wird, ausgeschöpft werden kann. Zudem konkurrieren Solarzellen und Solarkollektoren um die genannten Flächen. Man sollte aber auch bedenken, daß sich mit heute kommerziell verfügbarer Technologie der Strombedarf, zumindest der Haushalte, aber auch in vielen Bereichen der Industrie,⁵ um mindestens 50% senken ließe.

2.2. Solarthermie⁶

Solarkollektoren nehmen Sonnenstrahlung auf und wandeln sie über einen Absorber in Wärme um. Diese wird dann auf ein Medium übertragen, das den Absorber durchströmt. Mittels eines Wärmetauschers wird die Wärme dann an den Brauchwasserkreislauf abgegeben und dazu genutzt, Warmwasser zu erzeugen oder die Gebäudeheizung zu unterstützen.

Derzeit dominieren zwei Bauarten, Flachkollektoren und Vakuum-Röhren-Kollektoren. Erstere bestehen aus einer flachen Absorberschicht aus dunklem Metall, einer Glasabdeckung, einem Rahmen und Dämmmaterial. Bei den Vakuum-Röhren-Kollektoren ist der Absorber in einer luftleeren Glasröhre untergebracht, was die thermischen Verluste minimiert, aber Aufwand und Kosten erhöht. Daneben gibt es noch einfachere Varianten wie z.B. schwarze Schläuche und andere Kunststoff-Konstruktionen, die auf Dächern verlegt werden und meist Freibäder und ähnliche Einrichtungen beheizen. Eine weitere Variante sind Luftkollektoren. Da jedoch mit steigenden Wärmedämmstandards die Brauchwassererwärmung im Mittelpunkt der Anwendung steht und die meisten Gebäude ohnehin mit einem Wasserkreislauf zur Beheizung ausgestattet sind, werden Luftkollektoren in Wohn- und Bürogebäuden nur vereinzelt eingesetzt. Zur Beheizung von Industrie- und Sporthallen könnten sie jedoch einen wichtigen Beitrag leisten, da sie kostengünstig montiert werden können.

Zuverlässig funktionierende und erprobte thermische Solaranlagen mit Flach- oder Röhren-Kollektoren werden heute kommerziell angeboten. Da die erzielten optischen Wirkungsgrade bereits nahe am theoretischen Maximum liegen, sind grundlegende Weiterentwicklungen nicht zu erwarten. Die Hersteller sind vielmehr wie bei der Photovoltaik daran interessiert, möglichst große Stückzahlen ihrer Standardprodukte abzusetzen, um die Produktionskosten zu senken.

In einzelnen Bereichen, wie etwa den Möglichkeiten zur Dach- und Fassaden-Integration sowie der optischen Gestaltung gibt es aber weiterhin Entwicklungspotential. Außerdem werden Standardlösungen für den Einbau in Altbauten benötigt. Die Schwierigkeiten liegen hier in erster Linie bei

- der Statik der Dächer,
- dem Durchstoßen der Dachhülle für die Befestigung und der Furcht vor damit verbundenen Undichtigkeiten sowie
- der Integration in die vorhandene Haustechnik.

⁵ Die Aussage gilt weniger für energieintensive Betriebe, die schon lange gezwungen sind, ihren Energieeinsatz zu optimieren, als für produzierende Betriebe, bei denen die Energiekosten nahe am bundesweiten Durchschnittswert von 5% der Gesamtkosten liegen.

⁶ Quelle: Deutsche Energie-Agentur (DENA): www.thema-energie.de

Für die grundsätzlichen Aspekte, die zu bedenken sind, wenn man versucht, das Potential der Solarthermie in Hamburg abzuschätzen, gilt das für die Photovoltaik Gesagte analog. Der spezifische Heizwärmebedarf in Wohn- und Bürogebäuden dürfte in Hamburg nicht wesentlich unter 200 kWh/(m²·a) liegen.⁷ Bei einer Wohnfläche von 36 m² pro Person bzw. 62 km² insgesamt ergibt sich ein Jahresbedarf für Heizwärme von 12 TWh. Dieser Bedarf kann mit heute kommerziell verfügbarer Technik um 50% gesenkt werden, was unter Annahme moderat steigender Preise für fossile Energieträger sogar wirtschaftlich wäre.⁸ Langfristig ist auch eine Reduzierung um 70% denkbar.

Der spezifische Nutzwärmebedarf für die Warmwasserbereitung liegt erfahrungsgemäß bei rund 16 kWh/(m²·a).⁹ Daraus ergibt sich für die Wohnflächen in Hamburg ein nicht weiter reduzierbarer Wärmebedarf von 1 TWh pro Jahr.

Legt man für die Nutzung von Sonnenkollektoren die in Kap. 2.1 abgeleiteten Flächenpotentiale von 14 - 20 km² und den Mindestertrag von 525 kWh je Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr, der für die Bundesförderung verlangt wird, zugrunde, so ergibt sich ein technisches Potential von 7 - 10 TWh/a. Es ist natürlich wieder zu berücksichtigen, daß die Umsetzung dieses Potentials sich über einen erheblichen Zeitraum erstrecken würde und daß Solarkollektoren und PV-Anlagen um die geeigneten Dach- und Fassadenflächen konkurrieren. Außerdem fällt ein großer Teil der Sonnenwärme im Sommer an, Heizenergie wird aber im Winter benötigt. Dennoch kann man festhalten, daß Sonnenkollektoren einen nennenswerten Beitrag leisten können, um Warmwasser, aber auch Raumwärme, in Hamburg bereit zu stellen.

2.3. Windenergie¹⁰

In den letzten 15 Jahren konnte die Leistung kommerziell verfügbarer Windenergieanlagen um mehr als einen Faktor 10 gesteigert werden. Bei Einführung des Stromeinspeisegesetzes 1990 waren Anlagen von 250 kW Stand der Technik. Heute haben alle Anbieter Aggregate von 1,5 bis 2,5 MW für Onshore-Anwendungen im Programm. Im Februar 2005 wurde vom Hamburger Unternehmen Repower in Brunsbüttel die erste Maschine mit einer Leistung von 5 MW in Betrieb genommen. Diese ist allerdings weniger für die Nutzung an Land, sondern für die spätere Verwendung offshore gedacht.

Aus der Vielzahl von Konstruktionsvarianten hat sich die Maschine mit Horizontalachse und Dreiblattrotor auf einem geschlossenen Rohrturm durchgesetzt. Derzeit werden noch Anlagen mit variabler oder fester Drehzahl sowie Pitch- oder Stallregelung nebeneinander angeboten. Bei den pitch-geregelten Anlagen sind die Flügel drehbar gelagert und werden mit Stellmotoren den jeweiligen Windverhältnissen angepaßt. Auf diese Weise haben die Flügel immer den optimalen Anstellwinkel, was den höchsten Ertrag garantiert. Außerdem können Belastungen durch Windböen besser abgefangen werden. Dies wird allerdings durch einen zusätzlichen technischen Aufwand erkauft, der zu höheren Kosten führt und eine mögliche Fehlerquelle darstellt. Bei stall-geregelten Anlagen sind die Flügel in einer Position fest

⁷ Zum Vergleich: Ein modernes Niedrigenergiehaus kommt mit 50 – 70 kWh/(m²·a), ein Passivhaus mit weniger als 30 kWh/(m²·a) aus.

⁸ Quelle: W. Ebel et al.: Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten; C.F. Müller, Heidelberg, 2000.

⁹ Quelle: W. Feist (Hrsg.): Das Niedrigenergiehaus; C.F. Müller, Heidelberg, 1997.

¹⁰ Quelle: B. Hahn, M. Hoppe-Kilpper (Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V.): Stand der Technik und Entwicklungstendenzen der Windenergietechnik; Kassel, 2004.

verschraubt. Die Leistungsregelung erfolgt über den Abriß der Luftströmung am Flügel bei zu hohen Windgeschwindigkeiten. Diese Bauweise ist einfacher und somit kostengünstiger, erzielt aber geringere Erträge. Es ist absehbar, daß sich der drehzahlvariable Rotor mit doppelt gespeistem Asynchron-Generator und Pitch-Regelung durchsetzen wird.

Die durchschnittliche Anlagenverfügbarkeit liegt mittlerweile bei 98%, was kommerziellen Anforderung vollauf genügt.

Alle Anbieter arbeiten zur Zeit mit Hochdruck daran, Anlagen für den Offshore-Bereich zu entwickeln. Die entscheidende Herausforderung ist dabei weniger die erforderliche Größe solcher Maschinen, sondern die Anpassung an die äußerst harten Umweltbedingungen in Nord- und Ostsee sowie die Anbindung von Offshore-Windparks an das Übertragungsnetz.¹¹ Derzeit werden einige Prototypen an Land getestet. Für die nächsten Jahre ist die Erprobung im Meer vorgesehen. Eine Serienfertigung von Offshore-Anlagen wird dagegen erst in rund 5 Jahren erwartet.

Eine Abschätzung des technischen Potentials der Windenergie für Hamburg ist wenig ergiebig, da die städtische Infrastruktur deren Möglichkeiten stark einschränkt und die verfügbaren Flächen weitgehend belegt sind (vgl. Kap. 3.3). Eine Verdopplung bis Verdreifachung der bisher installierten Leistung von 35 MW durch Repowering und die gezielte Suche nach zusätzlichen Standorten wäre aber durchaus möglich. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind aber in Hamburg bereits deutlich geringer als an der deutschen Nord- und Ostseeküste. Daher werden in Hamburg lediglich 1.400 Volllaststunden¹² pro Jahr erreicht, während an der Küste mehr als 2.000 h/a möglich sind. Für Offshore-Standorte wird mit bis zu 3.500 Volllaststunden jährlich gerechnet.

2.4. Biomasse¹³

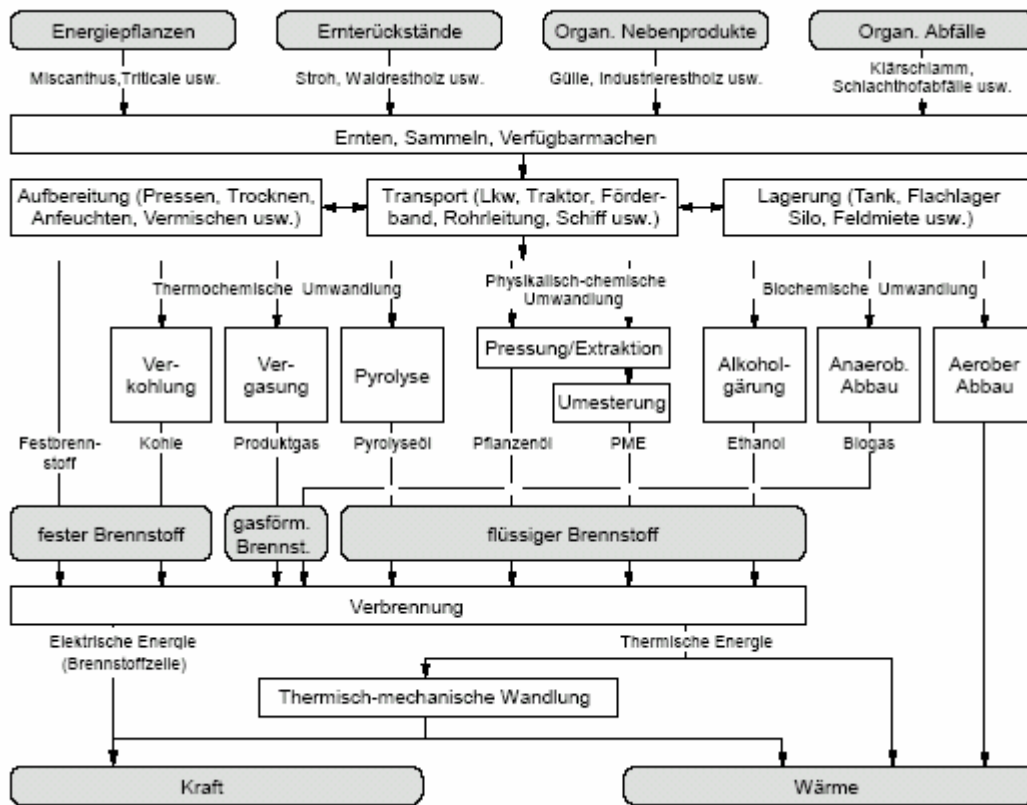
Unter Biomasse werden Stoffe organischer Herkunft verstanden, die zur Energiebereitstellung genutzt werden können. Der Begriff beschreibt somit die in der Natur vorkommende, lebende Phyto- und Zoomasse (Pflanzen und Tiere) und die daraus resultierenden Nebenprodukte und Abfälle (Exkremente, Stroh, Schlachthoffabfälle etc.). Biomasse wird in der Regel eingeteilt in:

- Energiepflanzen, die ausschließlich zur Energiegewinnung angebaut werden (Kurzumtriebshölzer, Chinaschilf etc.),
- Ernterückstände aus der land- und forstwirtschaftlichen Produktion (Stroh, Waldrestholz),
- organische Nebenprodukte aus der Weiterverarbeitung land- und forstwirtschaftlicher Produkte (Gülle, Kappholz, Sägespäne) und
- organische Abfälle wie etwa Klärschlamm.

¹¹ Die sogenannte Netz-Studie der Deutschen Energieagentur kommt zu dem Ergebnis, daß der erforderliche Netzausbau zu vertretbaren Kosten möglich ist (vgl. www.dena.de).

¹² Die Volllaststunden einer Anlage sind ein Maß für deren Ausnutzung. Sie sind definiert als Quotient aus erzeugter elektrischer Energie und der installierten Leistungen. Das theoretische Maximum liegt bei 8.760 Stunden pro Jahr.

¹³ Quelle: M. Kaltschmitt (Institut für Energetik und Umwelt): Energie aus Biomasse – Stand und Perspektiven; Leipzig, 2004.



Biomasse muß für die energetische Nutzung zunächst verfügbar gemacht werden (vgl. Abbildung 2-1). Dazu gehören die Ernte oder Sammlung, die mechanische, thermo-, physikalisch- und / oder bio-chemische Aufbereitung sowie ein oder mehrere Transportvorgänge.

Abbildung 2-1: Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse zur End- und Nutzenergiebereitstellung.¹³

Durch die Veredlung werden die Eigenschaften der Biomasse hinsichtlich der Handhabbarkeit, Umweltverträglichkeit und Einsatzmöglichkeiten verbessert. Biomasse hat die breitesten Anwendungsmöglichkeiten aller erneuerbaren Energien und kann zur Stromerzeugung, zur Wärmebereitstellung und als Kraftstoff eingesetzt werden. Dabei hat sie gegenüber anderen regenerativen Energien zusätzlich den Vorteil, daß sie gespeichert und jederzeit eingesetzt werden kann.

Direkte Verbrennung

Die direkte Verbrennung von Biomasse zur Wärmebereitstellung ist in allen Leistungsklassen seit Jahrzehnten im Einsatz. Die gängigste Form sind dabei Holzhackschnitzel, die aus Waldrestholz sowie mehr oder weniger belastetem Altholz gewonnen werden. Relativ neu sind dagegen Holzpellets als Brennstoff. Dabei handelt es sich um kleine Zylinder von ca. 1,5 cm Länge und 0,5 cm Durchmesser, die in einem standardisierten Verfahren hergestellt werden. Ihr Vorteil liegt darin, daß sich eine definierte Brennstoffqualität (besonders hinsichtlich des Energiegehalts) erreichen läßt und daß die Pellets für automatische Förderanlagen geeignet sind, die einen unbeaufsichtigten Betrieb der Feuerung ermöglichen.

Die biomasse-gefeuerte Kraft-Wärme-Kopplung im MW-Bereich ist ebenfalls gängig. Heizkraftwerke mit zirkulierender Wirbelschicht-Feuerung weisen dabei hohe Wirkungsgrade und

hervorragende Umwelteigenschaften auf. Sie haben große Ähnlichkeit mit Braunkohlekraftwerken. Für Anwendungen im kW-Bereich gibt es dagegen noch keine technisch und ökonomisch zufriedenstellenden Lösungen.

Entwicklungsbedarf besteht hinsichtlich der Logistik zur Bereitstellung der Festbrennstoffe an der Feuerungsanlage, bei der Abstimmung von Brennstoff und Feuerungsanlage sowie den Emissionen von Kleinanlagen.

Nach einer Studie von Regina Fuchs sind in Hamburg und Umgebung noch bislang ungenutzte Holzmengen im Umfang von 200.000 t/a mobilisierbar.¹⁴ Bei einem spezifischen Heizwert von 3,2 MWh/t entspricht dies einem Potential von 0,6 TWh/a, also etwa der Hälfte des Nutzwärmebedarfs für Warmwasser im Wohnbereich.

Thermo-chemische Umwandlung

Bei der thermo-chemischen Behandlung werden biogene Festbrennstoffe durch Zuführung von Wärme in Sekundärenergieträger überführt. Die wichtigsten Verfahren sind dabei Vergasung, Verkohlung und Pyrolyse.

Die Umwandlung von fester Biomasse in brennbare Gase bei hohen Temperaturen wird im Labor- und Prototyp-Maßstab beherrscht. Es gibt aber noch keine kommerziellen Produkte, die einen großtechnischen Einsatz in Motoren oder Turbinen zur Stromerzeugung ermöglichen würden. Alternativ könnte das entstandene Gas zu flüssigen Energieträgern wie Methanol weiterverarbeitet werden, was aber auch noch nicht großtechnisch beherrscht wird.

Die Verkohlung von fester Biomasse wird in Deutschland ausschließlich zur Gewinnung von Aktivkohle oder Grillkohle, nicht aber für großtechnische energetische Zwecke eingesetzt.

Bei der Pyrolyse werden die langkettigen organischen Moleküle in der festen Biomasse durch kurzfristige Hitzeeinwirkung aufgebrochen. Dabei fallen gasförmige, flüssige und feste Fraktionen an, die weiter genutzt werden können. Diese Technik befindet sich jedoch noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium. Es ist fraglich, ob sie sich kommerziell durchsetzen wird.

Die HEW haben in den 90er Jahren in Boizenburg eine Holzvergasungsanlage mit nachgeschaltetem Blockheizkraftwerk gebaut. Leider erwies sich die eingesetzte Technik als noch nicht ausgereift, so daß die Anlage nicht über den Testbetrieb hinaus kam und letztlich stillgelegt wurde. Weitere Aktivitäten zur thermo-chemischen Umwandlung von Biomasse wurden in Hamburg nicht festgestellt. Deshalb wird diese Option nicht weiter betrachtet.

Physikalisch-chemische Umwandlung

Bei diesem Verfahren wird den Samen von Pflanzen wie Raps oder Sonnenblumen das Öl durch Pressung oder Extraktion über ein Lösungsmittel entzogen. Der zurückbleibende Feststoff wird getrennt vermarktet, z.B. als Futtermittel. Das Pflanzenöl kann im Prinzip direkt in

¹⁴ Quelle: R. Fuchs (Univ. Hamburg & Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt): Regionales Mobilisierungs- und Verwertungskonzept für die FHH zur energetischen Nutzung von Holz ...; Hamburg, 2004.

Motoren oder Heiz-(Kraft-)Werken eingesetzt werden, die jedoch für diesen Zweck angepaßt werden müssen und heute nur eingeschränkt verfügbar sind.

Mehr und mehr setzt sich daher die nachfolgende chemische Umwandlung in einen Kraftstoff mit definierten Eigenschaften durch. Der am weitesten verbreitete Prozeß ist dabei die Umesterung von Rapsöl zu Biodiesel, der dann in Fahrzeugen, aber auch in stationären Motoren als Blockheizkraftwerk genutzt werden kann.

Die EU strebt an, daß bis 2005 2%, bis 2010 6% und bis 2020 20% der eingesetzten Kraftstoffe aus Biomasse hergestellt werden sollen. Dies von den verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen her durchaus vorstellbar. Als Gegenargumente werden angeführt, daß gleichzeitig eine Extensivierung der Landwirtschaft gefordert wird und daß gerade Raps nicht in Monokulturen angebaut werden kann, da er die Böden stark beansprucht.

Der Anbau von Raps oder anderen Pflanzen für die energetische Nutzung ist auf Hamburger Stadtgebiet nicht in nennenswertem Umfang möglich. Theoretisch könnte natürlich der gesamte Straßenverkehr in Hamburg auf Biomasse umgestellt werden. Die Angabe Hamburg-spezifischer Potentiale oder Ziele für die Nutzung von Biodiesel, die von den genannten EU-Zielen abweichen, macht jedoch wenig Sinn. Sofern es sich um Beimischung von Biodiesel zum herkömmlichen Diesel handelt, ist diese standortunabhängig und kann vom Nutzer nicht beeinflußt werden. Die EU-Ziele beinhalten bereits die Annahme, daß der direkte Absatz von Biodiesel in städtischen Regionen mit vielen Tankstellen höher ist als in ländlichen Regionen.

Bio-chemische Umwandlung

Die bio-chemische Umwandlung von Biomasse erfolgt mit Hilfe von Mikroorganismen. Zu unterscheiden sind die Alkoholgärung und die anaerobe Fermentation.

Zucker-, stärke- und cellulosehaltige Biomasse kann durch alkoholische Gärung in Ethanol überführt werden, das als Beimischung zu Otto-Kraftstoff geeignet ist. Dieser Prozeß ist mit hohen energetischen und wirtschaftlichen Kosten verbunden und hat sich daher bisher – zumindest in Deutschland – nicht durchgesetzt.¹⁵

Beim anaeroben Abbau organischer Stoffe entsteht ein Mischgas, das bis zu 70% aus Methan besteht. Das Biogas kann nach entsprechender Reinigung in herkömmlichen Motoren eingesetzt werden. Gängige Anwendungen sind die Klärschlammaufbereitung und die Gülle-Behandlung. Im letzteren Fall kann durch Kofermentation mit anderen organischen Abfällen die Ausbeute erhöht und über die Abfallbeseitigung ein zusätzlicher Nutzen erzielt werden. Entwicklungsbedarf besteht noch bei der Steuerung der Biogaserzeugung und der Biogasreinigung.

In Hamburg werden im Jahr etwa 112.000 t Klärschlamm und 29 Mio. m³ Faulgase aus den Abwässern der Stadt von der VERA Klärschlammverbrennung GmbH energetisch genutzt. Dabei werden 72 GWh Strom und 133.000 t Prozeßdampf pro Jahr erzeugt. Das entsprechende Potential ist damit weitgehend ausgeschöpft. Da es in Hamburg keine Viehhaltung in größerem Stil gibt, wird die Erzeugung von Biogas auf Ausnahmen beschränkt bleiben.

¹⁵ Quelle: H.-M. Groscurth et al.: Total Costs and Benefits of Biomass in Selected Regions of the European Union; Energy – The International Journal, 25 (2000): 1081-1095.

2.5. Sonstige

Wasserkraft

Wasserkraftwerke sind eine der ältesten und ausgereiftesten Techniken zur Stromerzeugung. Es stehen Anlagen in allen Größenklassen, von einigen Kilowatt (kW) bis zu mehreren Gigawatt (GW), kommerziell zur Verfügung.

Weltweit wurden 2003 rund 2.600 TWh Strom aus Wasserkraft erzeugt. In Deutschland trägt diese Technik mit rund 21 TWh (2004) knapp 4% zur Stromgewinnung bei. Der größte Anteil wird dabei von Kraftwerken mit einer Leistung von mehreren hundert Megawatt beigesteuert, die wirtschaftlich voll konkurrenzfähig sind. Die Ausbaumöglichkeiten der sogenannten „großen Wasserkraft“ sind allerdings aufgrund der möglichen hohen Umweltwirkungen begrenzt. Eine Erhöhung der Wasserkraftnutzung kann daher nur über die Leistungssteigerung großer Kraftwerke oder den Zubau kleinerer Anlagen erfolgen.

In Hamburg gibt es lediglich ein kleines Wasserkraftwerk mit einer Leistung von 150 kW, das etwa 500 MWh Strom im Jahr erzeugt. Nennenswerte wirtschaftliche Aktivitäten auf dem Gebiet dieser Technik konnten nicht festgestellt werden. Deshalb wird sie im Weiteren nicht mehr betrachtet.

Geothermie

Unter Geothermie versteht man die Nutzung von Erdwärme, um Strom zu erzeugen oder Nutzwärme bereitzustellen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen hohen Temperaturen in tief liegenden Reservoirs (Dampf, heißes Wasser oder heißes Gestein) sowie mittleren Temperaturen in höheren Schichten, die mit Hilfe von Wärmepumpen erschlossen werden können.

Wärmepumpen werden allgemein eher dem Bereich der effizienten Energienutzung als den erneuerbaren Energien zugerechnet und sollen deshalb an dieser Stelle außen vor bleiben.

In Hamburg wurde in den 90er-Jahren von den HEW im Rahmen ihres „Energiekonzepts Zukunft“ eine Tiefenbohrung im Stadtteil Allermöhe niedergebracht. Das Projekt war nicht erfolgreich und mußte abgebrochen werden. Die ehemalige HEW-Tochter WEMAG betreibt in Neustadt erfolgreich eine geothermische Stromerzeugung. Im Zuge der Bildung des Konzerns „Vattenfall Europe“ wurde die Steuerung dieser Aktivität nach Berlin verlegt.

Heute gibt es nur eine kleinere Anwendung in Hamburg, die der Geothermie im weiteren Sinne zugerechnet werden kann. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde vom Planungsbüro Roggemann in Zusammenarbeit mit Prof. G. Schmitz von der TU Hamburg-Hamburg in einem Bürogebäude in der Kieler Straße eine Demonstrationsanlage mit einem sorptionsgestützten, gasbetriebenen Klimatisierungssystem aufgebaut. In der Lüftungsanlage wird die Außenluft sorptiv entfeuchtet und mittels Erdreichkälte – also regenerativ – abgekühlt. Der Großteil der Kühllast wird über die Fußbodenheizung abgeführt, die im Sommer von kühlem Wasser durchflossen wird. Mit diesem Konzept wurde eine umweltfreundliche Klimatisierung ohne Kältemaschine realisiert, die einen deutlich niedrigeren Primärenergiebedarf als ein konventionelles Klimatisierungssystem aufweist und wirtschaftlich arbeitet. In einer nächsten Stufe soll die Regenerierung des Sorptionsrades mit Hilfe von Solarenergie erfolgen.

Mit Ausnahme des Planungsbüros Roggemann konnten keine nennenswerten wirtschaftlichen Aktivitäten zur Geothermie in Hamburg festgestellt werden. Deshalb wird diese Technik hier nicht weiter betrachtet.

Solarthermische Stromerzeugung

Die solarthermische Stromerzeugung ist eine der interessantesten Optionen zur Nutzung erneuerbarer Energien, die allerdings bisher zu wenig Beachtung gefunden hat. Dabei wird die Sonnenstrahlung über eine Vielzahl von Spiegeln auf die Spitze eines Turmes oder mit Hilfe von Parabolrinnen auf eine Röhre konzentriert. Im Fokus der Strahlung wird ein Wärmeträgermedium erhitzt, das dann zur Dampferzeugung genutzt wird. Anschließend wird in einem konventionellen Dampfprozeß Strom erzeugt.

Der Vorteil dieser Technik liegt in ihrer engen Verwandtschaft zu konventionellen Kraftwerken. Eine schrittweise Entwicklung vom fossilen Kraftwerk mit solarer Komponente zum solaren Kraftwerk mit fossilem Backup und weiter zum reinen Solarkraftwerk mit thermischem Speicher für den Nachtbetrieb ist hier gut vorstellbar. Das stufenweise Vorgehen würde die Risiken für die Betreiber begrenzen und einen optimalen Lernprozeß ermöglichen.

Die Technik wurde in den 80er-Jahren in Kalifornien bereits erfolgreich eingesetzt. Mit dem Verfall der Ölpreise und dem Auslaufen der staatlichen Förderung schief die Entwicklung jedoch ein. Heute ist Deutschland führend bei ihrer Weiterentwicklung. Die Federführung liegt beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Firma Flagsol in Köln. Es wurde jahrelang erfolglos versucht, eine Pilotanlage zu finanzieren. Erst nach Einführung eines entsprechenden Stromeinspeisegesetzes in Spanien ist nun ein Prototyp in der Genehmigungsphase. Weitere Anlagen sind im Planungsstadium.

Die Anwendung dieser Technik bleibt Regionen mit intensiver Sonneneinstrahlung vorbehalten. In Deutschland würde eine solche Anlage wenig Sinn machen.

Der Hamburger Klimaschutzfonds beteiligt sich aktiv an den Anstrengungen, die solarthermische Stromerzeugung voran zu bringen. Jedoch wurden in Hamburg keine nennenswerten wirtschaftlichen Aktivitäten auf diesem Gebiet festgestellt. Deshalb wird auch diese Option hier nicht weiter betrachtet.

3. Die Märkte für erneuerbare Energiequellen

3.1. Photovoltaik

Die Gewinnung von Strom aus Sonnenlicht mit Hilfe des photovoltaischen Effekts ist vermutlich die erneuerbare Energiequelle mit dem langfristig größten Potential. Allerdings ist sie heute noch vergleichsweise teuer und ihr absoluter Beitrag zur Energieversorgung ist daher marginal. Die Wachstumsraten der Photovoltaik (PV) sind jedoch beeindruckend. Die installierte PV-Leistung in den OECD-Staaten wächst seit mehr als 10 Jahren exponentiell (vgl. Abbildung 3-1). Dabei lag die durchschnittliche Wachstumsrate von 1992-2002 bei 28% pro Jahr, seit 1999 waren es sogar 35% pro Jahr. Die Zuwächse wurden vor allem durch zwei Mechanismen erreicht:

- 40% der Produktion an Solarmodulen wird in netzgekoppelten Anlagen eingesetzt, die von der massiven Förderung in Japan (70.000 Dächerprogramm) und Deutschland (EEG, 100.000 Dächerprogramm) profitieren.
- 60% der produzierten Solarmodule werden bereits heute in kommerziellen, netzfernen Anwendungen eingesetzt, die keine öffentliche Unterstützung erhalten. Dieses Segment teilt sich je etwa zur Hälfte in freizeit-bezogene und kommerzielle Anwendungen in Industriestaaten sowie die lokale Stromversorgung in Entwicklungsländern, z.B. mit sog. Solar-Home-Systemen.

Derzeit sinken die Kosten für PV-Module bei einer Verdopplung der installierten Kapazität um 20%. Dieser Wert konnte über etliche Verdopplungsstufen beobachtet werden. In den nächsten Jahren wird eine weitere Halbierung der Stromgestehungskosten aus PV-Anlagen angestrebt. Um derartige Kostensenkungen umsetzen zu können und um in der Zukunft einen nennenswerten Beitrag zur Energieversorgung leisten zu können, muß der Einsatz der Photovoltaik weiter mit sehr hohen Wachstumsraten vorangetrieben werden. Als Zielgrößen werden Marktanteile von 0,1% in 2010, 1% in 2020 und 10% in 2050 genannt. Um diese Werte zu erreichen ist jedoch weiterhin – mindestens bis 2010 – ein Wachstum von 30% pro Jahr notwendig, das sich erst in den Jahren danach abschwächen darf.

In Deutschland ist die installierte PV-Leistung und die photovoltaische Stromerzeugung von 1991 bis 2002 mit durchschnittlich mehr als 50% pro Jahr gewachsen (vgl. Abbildung 3-1 und Abbildung 4-2). 2003 lag sie bei 388 MW. Nach ersten, vorläufigen Zahlen wurden in 2004 rund 300 MW zusätzlich installiert. Etwa 30% der weltweiten produzierten PV-Leistung wird somit in Deutschland verkauft. Diese Entwicklung ist bis 1999 auf lokale Förderprogramme mit kostendeckenden Vergütungen und seit 2000 auf die Einspeisevergütung nach dem EEG sowie das (mittlerweile ausgelaufene) 100.000 Dächerprogramm mit seinen zinsverbilligten Krediten zurückzuführen. Nach der Novellierung des EEG fallen jetzt auch große PV-Anlagen, die am Boden installiert werden, unter diese Regelung.

Derzeit kostet eine Photovoltaik-Anlage in Deutschland je nach Größe zwischen 4 und 7 € pro Watt Peak-Leistung. Für eine kleine Standard-Anlage mit einer Leistung von 4 kW ergibt sich somit ein Preis von 28.000 €.

Eine PV-Anlage, die 2005 auf einem Dach oder einer Lärmschutzwand installiert wird, erhält über 20 Jahre eine Vergütung von

- 54,53 c€/kWh (bis 30 kW Leistung) bzw.
- 51,87 c€/kWh (30 - 100 kW) oder

- 51,30 c€/kWh (ab 100 kW).

Die Werte sinken für Anlagen, die in den Folgejahren installiert werden, entsprechend den erwarteten Kostensenkungen um 5% pro Jahr. Fassaden-integrierte Anlagen erhalten einen konstanten Bonus von 5 c€/kWh. In 2005 installierte Freiflächenanlagen erhalten 43,42 c€/kWh. Die Vergütung für neue Anlagen sinkt um 6,5% pro Jahr.

Darüber hinaus bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) für kleine Anlagen zinsgünstige Kredite an. Der Kredithöchstbetrag liegt bei 50.000 €, die Zinsen betragen bei einer Bindungsfrist von 10 Jahren 3,99% pro Jahr.

Die Produktion von Solarzellen konzentriert sich auf 10 große Hersteller. Marktführer ist die japanische Firma Sharp, deren Europazentrale in Hamburg angesiedelt ist. Sharp verfolgt sehr ehrgeizige Ausbauziele und hat gerade seine Produktionskapazität auf 300 MW pro Jahr erhöht. Als weiterer wichtiger Hersteller ist das Mineralölunternehmen BP zu nennen, dessen deutsches Solargeschäft ebenfalls von Hamburg aus betrieben wird.¹⁶

Unter den 10 führenden Herstellern von Solarzellen befindet sich nur eine deutsches Unternehmen, die RWE Schott Solar GmbH (vormals ASE), die 2002 einen Marktanteil von 6% hatte. Mit der früheren Siemens Solar verfügt daneben noch die Shell Gruppe über nennenswerte Produktionskapazitäten in Deutschland. Mit Q-Cell, Deutsche Cell und ErSol sind in jüngster Zeit in Deutschland eine Reihe neuer Unternehmen entstanden, die in die Spitzengruppe vorstoßen wollen. Nach wie vor ist jedoch rund 50% der Produktionskapazität in Japan angesiedelt, gefolgt von den USA mit 25-30% (Stand 2002).¹⁷

Bei der Produktion von Solarmodulen sind deutlich mehr kleine und mittlere Unternehmen zu finden. Hier stammt etwa die Hälfte der 20 führenden Hersteller aus Deutschland, darunter die Hamburger Unternehmen Conergy und Solara.

Japan ist noch vor Deutschland Spitzenreiter bei der installierten PV-Kapazität. Ende 2002 lag diese bei 640 MW, mehr als in allen übrigen Staaten zusammen.¹⁷ Um dies zu erreichen, wurden in aufeinander folgenden Programmen, die jeweils um einen Faktor 10 größer dimensioniert waren, meist direkte Zuschüsse gewährt. Außerdem wurden im Rahmen gezielter Kooperation zwischen Regierung und Unternehmen Produktionskapazitäten geschaffen. Die Förderung privater PV-Anlagen in Japan wurde in den letzten Jahren deutlich reduziert und läuft in Kürze ganz aus. Erstaunlicherweise erwarten die Hersteller dennoch eine Fortsetzung des exponentiellen Wachstums mit nahezu unveränderten Steigerungsraten. Dafür werden vor allem drei Gründe genannt:

- Die Strompreise für Privatverbraucher sind in Japan deutlich höher als in Europa.
- Das Bauwesen ist in Japan völlig anders organisiert als in Deutschland. Meist sind große Generalunternehmer tätig, die vorkonfektionierte Gebäude anbieten. Die PV-Anlage wird dabei als eine Option unter anderen angeboten und vielfach bereits als Standard angesehen.
- PV-Anlagen scheinen in Japan bereits zum Status der Mittelschicht zu gehören.

Die Kommerzialisierung geht soweit, daß im Fernsehen regelmäßig Werbespots für PV-Anlagen geschaltet werden, für die die bekanntesten Schauspieler des Landes verpflichtet werden.

¹⁶ Vgl. dazu auch Kap. 4.

¹⁷ Quelle: Sarasin Sustainable Investment, Newsletter Winter 2003/2004.

Vor diesem Hintergrund wird verständlich, daß japanische PV-Firmen sehr langfristig planen, was auch bei ihrem Auftreten in Europa spürbar wird.

Ein gravierendes Problem der PV-Branche ist derzeit die relative Knappheit an Solar-Silizium. „Knapp“ heißt in diesem Sinne nicht, daß kein Silizium verfügbar wäre. Die Wachstumsraten des PV-Marktes sprechen da eindeutig eine andere Sprache. „Knappheit“ im ökonomischen Sinne ist jedoch entstanden, weil die Nachfrage nach kostengünstigem Ausschußmaterial aus der Elektronikindustrie mittlerweile das Angebot übersteigt. Kennzeichnend für eine solche Konkurrenzsituation ist, daß die Preise für die betreffende Ressource steigen. Ein Ausweg wäre die direkte Produktion von Silizium eigens für Solarzellen, die jedoch deutlich teurer ist. Die Materialknappheit führt somit zu steigenden Marktpreisen, was die angestrebte Senkung der Produktionskosten konterkariert und die Renditen von netzgekoppelten PV-Anlagen unter dem EEG verringert. Problematisch ist dies besonders bei fremdfinanzierten Großprojekten. Eine Verunsicherung der Investoren könnte gravierende Folgen haben, da diese aufgrund der Vielzahl von Alternativen nur schwer zurückzugewinnen sind. Die Firmen der Branche erwarten, daß der Engpaß mindestens in 2005 noch anhält und erst danach durch Inbetriebnahme neuer Kapazitäten überwunden werden kann.

Hamburg war in den 90er Jahren einer der Vorreiter in Sachen PV-Anwendung, was sich in der installierten Leistung pro Einwohner gut widerspiegelt (vgl. Abbildung 3-3). Haupttriebkkräfte waren dabei vielfältige Aktivitäten der Hamburger Umweltbehörde,¹⁸ des Hamburger Klimaschutzfonds¹⁹ und der Hamburgischen Electricitäts-Werke (HEW). Die Umweltbehörde konnte erreichen, daß viele Schulen und andere öffentliche Gebäude in Eigeninitiative oder mit Hilfe des Klimaschutzfonds PV-Anlagen installiert haben. Im Rahmen ihres „Energiekonzepts Zukunft“ haben die HEW zunächst Investitionszuschüsse für PV-Anlagen gewährt und rund 200 eigene Anlagen auf den Dächern privater Häuser installiert, die zu diesem Zweck angemietet wurden. Später wurde eine kostenorientierte Vergütung für Strom aus privaten PV-Anlagen von anfangs 1 €/kWh gewährt. Nach Einführung des EEG im Jahr 2000 und dem Verkauf der HEW an den schwedischen Vattenfall-Konzern wurde die Förderung eingefroren, d.h. die bestehenden Zusagen für Einspeisevergütungen werden erfüllt, es werden aber keine neuen Anlagen mehr unter Vertrag genommen. Eine Ausnahme bildete zeitweilig das „newpower“-Programm. Dabei wurden Erlöse aus dem Verkauf grünen Stroms der HEW-Marke „newpower“ in neue PV-Anlagen investiert. Die Zuschüsse wurden dabei in einem Ausschreibungsverfahren an diejenigen Anlagen vergeben, die mit der geringsten spezifischen Förderung auskamen.

Nach Auslaufen der kostenorientierten Vergütung durch die HEW sind die Wachstumsraten in Hamburg trotz des EEG entgegen dem Bundestrend deutlich zurückgegangen (Abbildung 3-1) und scheinen in eine Sättigung hineinzulaufen. Für diese Entwicklung gibt es mehrere Gründe:

- Zum einen ist zu vermuten, daß ein großer Teil derjenigen Investoren, die vor allem einen Beitrag zum Umweltschutz leisten wollen, bereits bei den früheren Programmen zugegriffen hat und das Potential an solchen Vorreitern in Hamburg frühzeitig ausgeschöpft wurde. Eine ähnliche Entwicklung ist in Berlin zu beobachten. Hinzu kommt, daß der Anteil

¹⁸ Heute Teil der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt.

¹⁹ Vgl. www.klimaschutz.com

von Wohneigentum, insbesondere von Ein- und Zweifamilienhäusern, in Hamburg, wie in vielen großen Städten, geringer ist als im Bundesdurchschnitt.

- Ein großer Teil des PV-Wachstums in Deutschland entfällt momentan auf große Anlagen, die auf Dachflächen oder Freiflächen installiert werden. Diese werden häufig durch Fonds oder Unternehmen finanziert. Bei diesen rein kommerziellen Investitionsentscheidungen spielt die Tatsache, daß die solar Einstrahlung in Süddeutschland um 10-20% höher ist als in Hamburg, eine wichtige Rolle. Dies gilt besonders vor dem Hintergrund der Preiserhöhungen, die durch die Knappheit beim Solarsilizium ausgelöst wurden. Eine weitere große Käufergruppe sind Landwirte in Süddeutschland, die über geeignete Dach- oder Freiflächen verfügen.
- Viele potentielle Anleger, die nicht mit dem Thema vertraut sind, unterschätzen die Erträge von PV-Anlagen in Hamburg und überschätzen deren Kosten.

Nach Aussage der befragten Unternehmen können auch in Hamburg unter den gegenwärtigen Bedingungen des EEG private PV-Anlagen mit hohen einstelligen Renditen installiert werden. Dafür stehen genügend größere und kleinere Dachflächen sowie Fassaden zur Verfügung. Freiflächen werden in der städtischen Infrastruktur Hamburgs auf Dauer nur schwer zu finden sein, auch wenn sich derzeit aufgrund der attraktiven Förderung entsprechende Projekte in Planung befinden. Gerade die intensive Bautätigkeit in der Hafencity eröffnet Chancen für Pilotprojekte bei der Fassadenintegration von PV-Anlagen. Oft sind Solarmodule nicht oder nicht wesentlich teurer als die bei repräsentativen Bauten sonst verwendeten Fassadenmaterialien.

Während es für Neubauten mittlerweile etablierte Standardlösungen für den Einbau von PV-Anlagen gibt, stellt deren Installation in Altbauten die Planer und Handwerksbetriebe oft vor Probleme. An erster Stelle steht dabei die Statik des Daches. An zweiter Stelle rangieren Befürchtungen in Haftung genommen zu werden für den Fall, daß das Dach undicht werden sollte. Im Gegensatz zu solarthermischen Anlagen ist die Integration der PV-Anlage in die Haustechnik an sich recht einfach, da lediglich ein Zugang zum Verteilnetz gefunden werden muß, der mit einem Zähler versehen wird. Ein Eingriff in die sonstige Haustechnik erfolgt nicht.

Einige Unternehmen erwarten, daß der Zubau von PV-Anlagen in Hamburg wieder an Fahrt gewinnt, wenn die Knappheit beim Solarsilizium überwunden ist. Dann könnten auch größere Anlagen Interesse finden bei Investoren, für die nicht in erster Linie die Rendite, sondern eine Investition in Hamburg im Vordergrund steht. Um den privaten Markt für kleinere Anlagen in Fahrt zu bringen, bedarf es vermutlich eine umfangreichen Informations- und Werbekampagne.

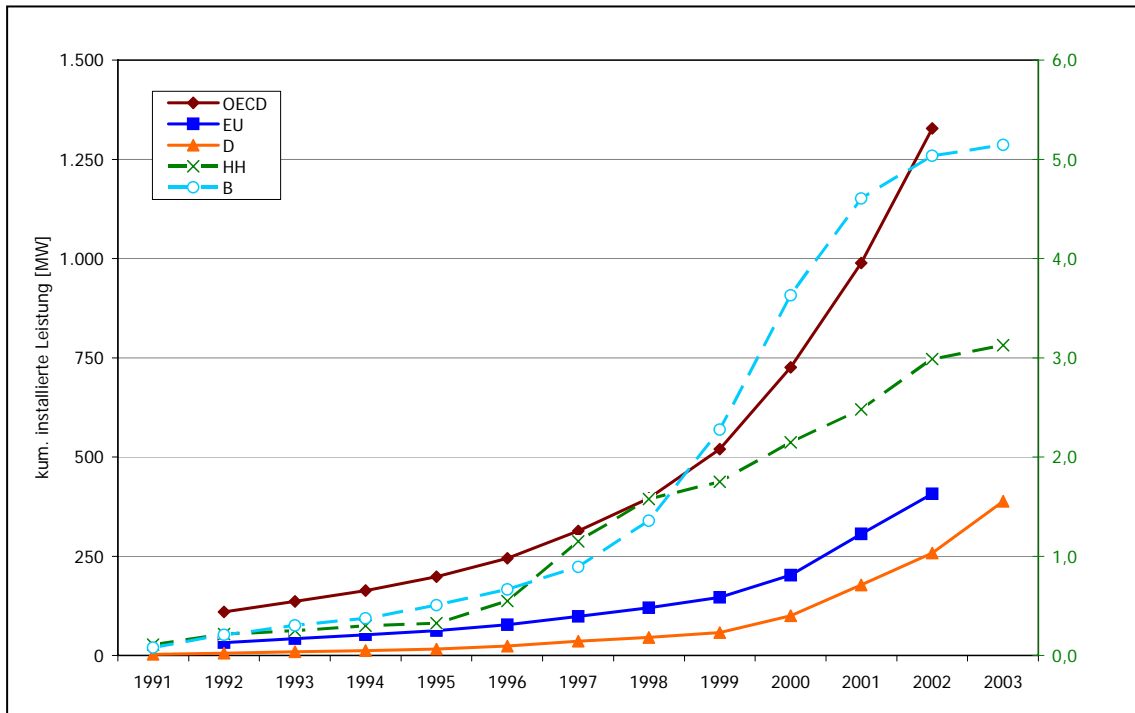


Abbildung 3-1: Kumulierte installierte Leistung von Photovoltaik-Anlagen.
Für Hamburg und Berlin: rechte Y-Achse!

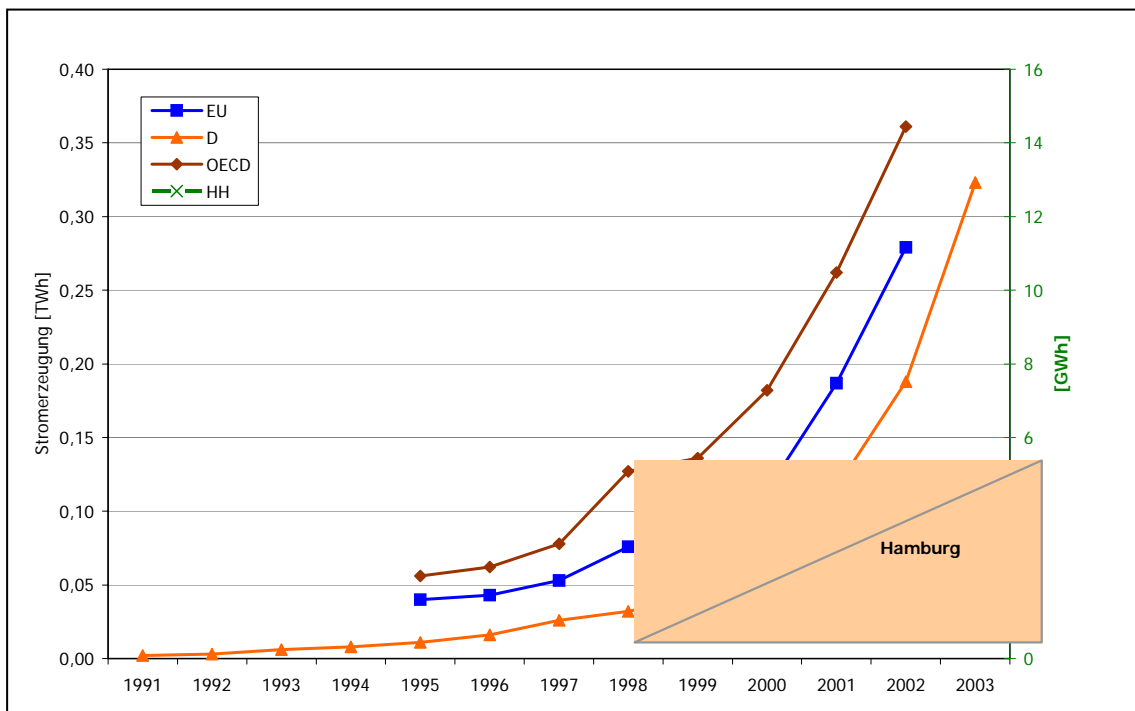


Abbildung 3-2: Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen.
Für Hamburg: rechte Y-Achse!

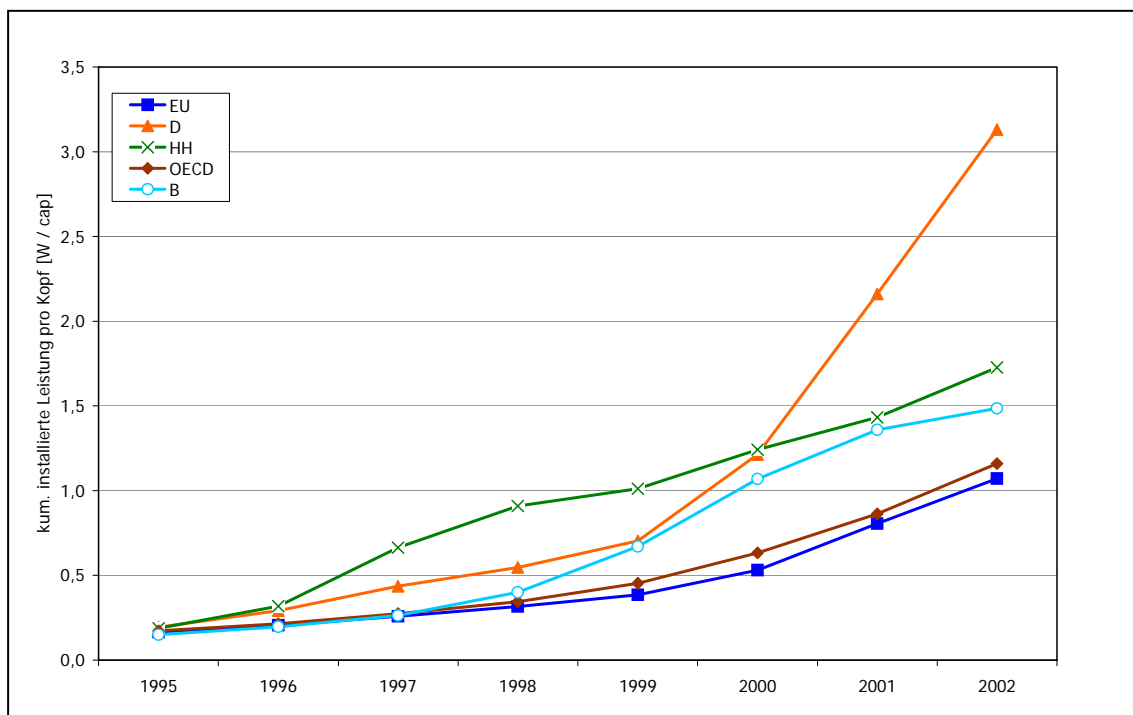


Abbildung 3-3: Installierte PV-Leistung pro Einwohner.

3.2. Solarthermie

Aussagekräftige Daten über den Einsatz der Solarthermie auf EU- oder OECD-Ebene konnten nicht gefunden werden. In Deutschland ist die installierte Kollektorfläche von 1992 bis 2000 exponentiell gewachsen (vgl. Abbildung 3-4). Die Wachstumsrate lag im Mittel bei 24% pro Jahr. Seitdem ist die Wachstumsrate unter 20% gefallen, was vor allem mit der reduzierten Förderung und der Konkurrenz durch die vom EEG profitierende Investition in PV-Anlagen zusammenhängt. 2003 waren 5,6 Mio. m² Kollektorfläche installiert, wovon etwa 80% auf Flachkollektoren entfallen. Obwohl das Wachstum im Vergleich mit anderen Industriebereichen beachtlich ist, reicht es nicht aus, um die von der Bundesregierung gesetzten Ziele für den Einsatz der Solarthermie zu erreichen.

Eine Standard-Anlage zur Warmwasserbereitung in einem Einfamilienhaus mit 5 m² Kollektorfläche und 300 l Speicher kostet heute 5.000 - 6.000 €. Für Anlagen mit Heizungsunterstützung sind die Angaben zu verdoppeln. Bei größeren Anlagen lassen sich die spezifischen Investitionen unter günstigen Bedingungen bis auf 500 €/m² reduzieren.

Neue solarthermische Anlagen werden derzeit vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) mit 110 € je Quadratmeter Kollektorfläche gefördert. Voraussetzungen sind dabei ein jährlicher Ertrag von 525 kWh/m² und ein solarer Deckungsanteil von 40%. Für die Erweiterung bestehender Anlagen und die solare Heizung von Schwimmbädern gelten reduzierte Sätze. Darüber hinaus gewährt die KfW in der „Öko-Plus“-Variante ihres Wohnraum-Modernisierungsprogramms zinsgünstige Kredite für die Installation von Solarkollektoren. Auch mit dieser Förderung rechnen sich solarthermische Anlagen, im Gegensatz zu PV-Anlagen unter dem EEG, betriebswirtschaftlich noch nicht.

Bei der Herstellung von Solarkollektoren dominieren kleine und mittlere Unternehmen den Markt, die meist nur national tätig sind. Dabei gibt es eine Vielzahl von Anbietern, die sowohl Standardanlagen als auch maßgeschneiderte Lösungen vermarkten. International sind nur wenige Gesellschaften aktiv. In Europa sind dies die dänische Gruppe Velux VKR Industries, deren deutsche Zentrale in Hamburg angesiedelt ist, sowie die deutschen Unternehmen KBB, Ritter Solar und Wagner Solar.

In Hamburg ist die installierte Kollektorfläche seit 1992 von 11.000 auf 31.000 m² gewachsen. Der Anstieg verlief weitgehend linear (vgl. Abbildung 3-4) und blieb damit hinter der bundesweiten Entwicklung zurück. Die kumulierte Kollektorfläche ist im Mittel um 10% im Jahr gewachsen.²⁰ Im Vergleich mit Berlin und Wien schneidet Hamburg bei der installierten Fläche pro Einwohner nach wie vor sehr gut ab (vgl. Abbildung 3-5).

In Hamburg gibt es seit vielen Jahren eine kontinuierliche Förderung solarthermischer Anlagen durch die Umweltbehörde und zeitweise durch den Gasversorger Heingas (heute E.ON Hanse). Die Förderung beschränkt sich dabei nicht auf die Finanzierung, sondern zielt insbesondere auf die Infrastruktur für die Planung, Installation und Qualitätssicherung solcher Anlagen ab. So gewährt die Umweltbehörde Zuschüsse für die installierenden Betriebe, die mit der BAFA-Förderung der Investoren kumuliert werden können. Sie betragen 160 €/m² für Flachkollektoren und 180 €/m² für Röhrenkollektoren. Hinzu kommen 90 €/m² bei Anlagen von mehr als 30 m² Aperturfläche, wenn ein Ertrag von mindestens 400 kWh/(m²·a) garantiert wird. In Zusammenarbeit mit den Handwerksbetrieben wurde eine Standardanlage entwickelt, die zu einem (bezuschußten) Festpreis von 4.000 € bei Neubauten und 4.600 € bei Altbauten angeboten wird. Mit dem Hamburger Solarzentrum, das von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) und dem Zentrum für Energie, Wasser und Umwelttechnik der Handwerkskammer getragen und von der Behörde finanziert wird, steht eine kompetente Beratungsstelle für Investoren und Installationsbetriebe zur Verfügung (vgl. Kap. 4.3). In Hamburg wurden inzwischen mehr als 100 Modellprojekte an öffentlichen Einrichtungen realisiert, die zeigen, daß Solarkollektoren auch in Hamburg problemlos einsetzbar sind.

Die Förderung der Solarthermie in Hamburg wird innerhalb und außerhalb der Stadtgrenzen durchgängig gelobt. Hervorgehoben wird dabei besonders deren Kontinuität. Dennoch bleiben die Zuwachsraten hinter den Erwartungen zurück. Um hier Abhilfe zu schaffen bedarf es nach Ansicht der befragten Unternehmen vor allem zusätzlicher breitflächiger Informationen, die darauf abzielen, Vorurteile über Kosten und Leistungsfähigkeit der Solarthermie abzubauen.

Dachflächen stehen für die Installation von Solarkollektoren ausreichend zur Verfügung. Aufgrund der geringen Neubautätigkeit wären jedoch standardisierte und kostengünstige Lösungen für den Einbau in Altbauten, z.B. während ohnehin anstehender Sanierungsarbeiten, hilfreich. Probleme entstehen wie bei PV-Anlagen hinsichtlich der Statik der Dächer und deren Dichtigkeit. Hinzu kommt die Einbindung in die bestehende Haustechnik, die zusätzliche Rohrleitungen, oft vom Dach bis in den Keller, erfordert.

Ein weiteres Nadelöhr bilden die Architekten, die sich bisher zu wenig für energietechnische Fragen interessieren. Ein stärker Berücksichtigung dieses Themas in der Ausbildung könnte hier mittel- und langfristig Verbesserungen bewirken.

²⁰ Streng genommen handelt es sich um den nahezu linearen Anfangsbereich eines exponentiellen Wachstums. Um den Unterschied zu den Wachstumsraten bei der Photovoltaik zu verdeutlichen wird hier aber von linearem Wachstum gesprochen.

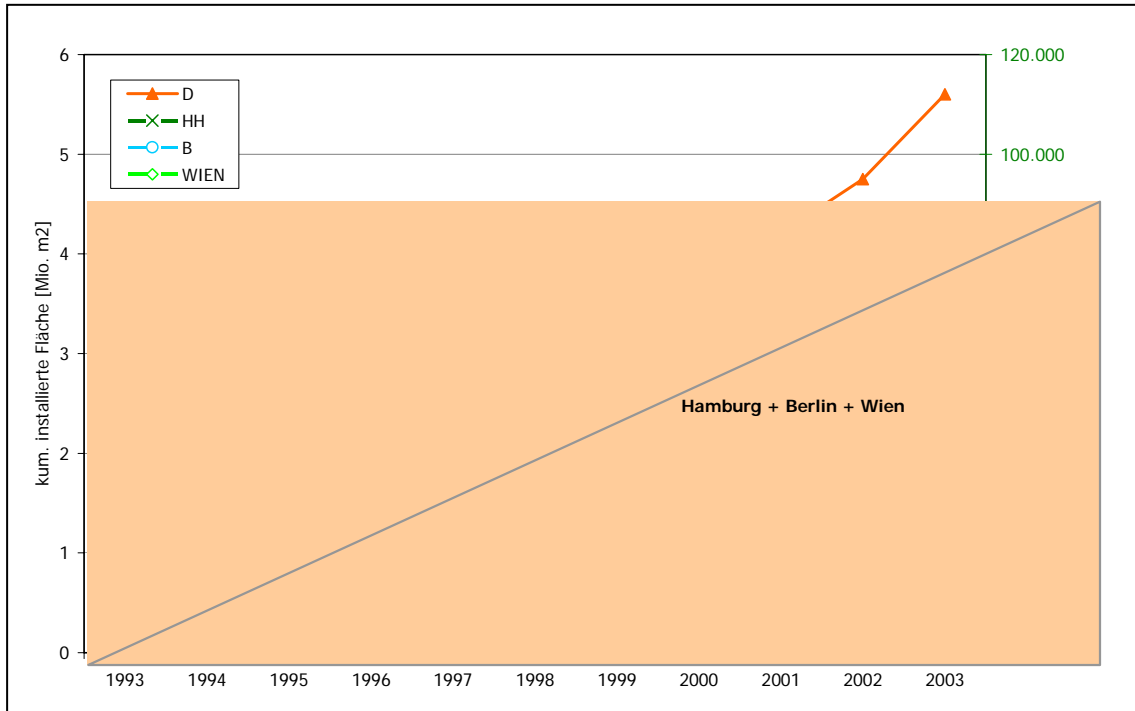


Abbildung 3-4: Kumulierte installierte Solarkollektorfläche.
Für Hamburg, Berlin und Wien: rechte Y-Achse!

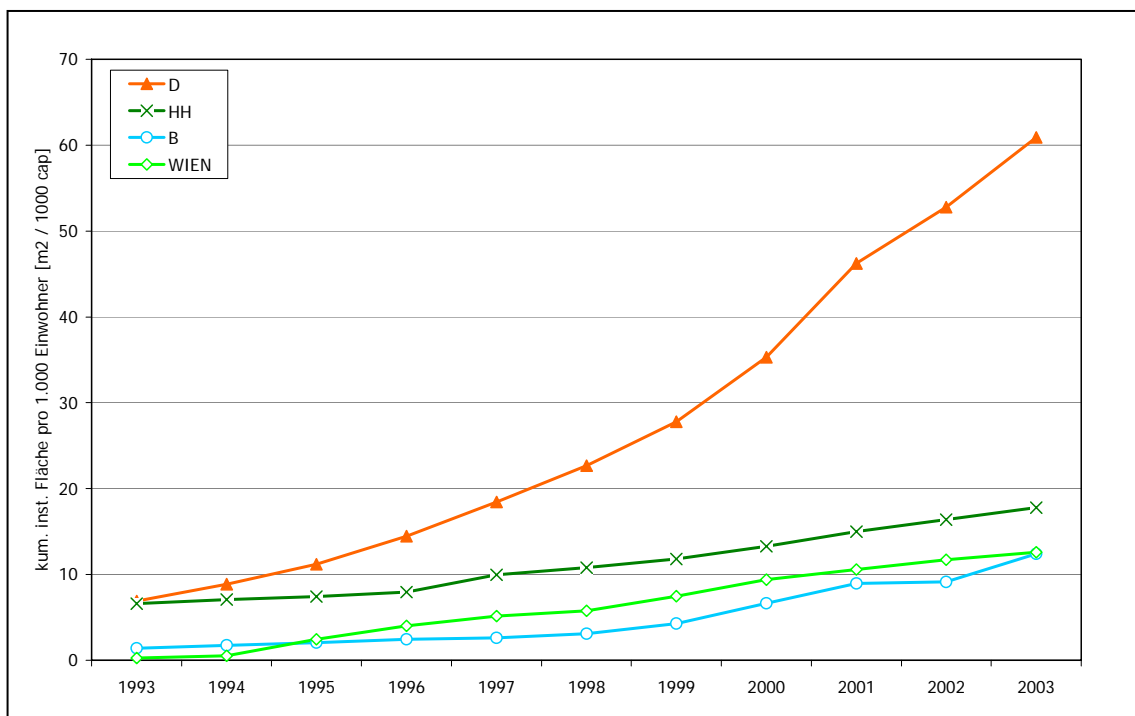


Abbildung 3-5: Kumulierte Solarkollektorfläche pro 1.000 Einwohner.

3.3. Windenergie

Die weltweit installierte Kapazität an Windenergieanlagen lag 2003 bei rund 40 GW. Sie ist seit 1997 kontinuierlich mit einer mittleren Rate von 32% pro Jahr gewachsen (vgl. Abbildung 3-6). Mit 29 GW befinden sich rund 70% dieser Leistung in der EU. Dort lag das mittlere jährliche Wachstum mit 35% sogar noch etwas höher als im globalen Mittel.

Ende 2004 waren in Deutschland 15.000 Windenergieanlagen mit einer Leistung von knapp 17 GW installiert, die rund 4% zur gesamten Stromerzeugung beigetragen haben. Deutschland ist mit großem Abstand weltweiter Spitzenreiter bei der installierten Windenergiekapazität. Knapp die Hälfte der Leistung in der EU und mehr als ein Drittel der weltweiten Leistung ist in Deutschland am Netz.

Während die Wachstumsrate bis 2002 im Mittel über 40% lag, betrug die zusätzlich installierte Kapazität in 2004 nur noch gut 60% des Wertes im Rekordjahr 2002. Die Leistungskurve zeigt eine deutliche Sättigungstendenz (vgl. Abbildung 3-6). Als Gründe für diesen Rückgang wurden genannt

- die Verunsicherung der Investoren über die Fortführung des EEG,
- Berichte über technische Probleme bestehender Anlagen,
- Erträge, die durch 3 windschwache Jahre in Folge unter den Prognosen lagen,
- eine Änderung der Genehmigungspraxis (Windparks benötigen jetzt eine aufwendige Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz - BImSchG) und
- vermeintliche und / oder tatsächliche Engpässe im Übertragungsnetz.²¹

Die Kurven der Stromerzeugung weisen einen ähnlichen Verlauf auf wie die installierte Leistung (vgl. Abbildung 3-7). Allerdings treten hier größere Schwankungen auf, da die mittleren Windgeschwindigkeiten von Jahr zu Jahr schwanken.

Von 1990 bis 2002 sind die Ab-Werk-Preise von Serienanlagen auf dem deutschen Markt von 1260 €/kW auf 930 €/kW,²² also um mehr als 25% gesunken. Das Gefälle der Lernkurve betrug damit 5%. Es gibt an, um welchen Anteil die Kosten bei einer Verdoppelung der installierten Kapazität reduziert werden können. Bei den Gesamtkosten einer Windenergieanlage schlagen die Kapitalkosten mit 80% zu Buche während die Betriebskosten lediglich 20% ausmachen. Allerdings sind die Betriebskosten in den letzten Jahren leicht angestiegen, was auf Garantieleistungen der Hersteller und auf Reparaturen in späteren Jahren zurückzuführen ist. Zur Zeit werden in der Regel 2,5 bis 3% der gesamten Investitionskosten als jährliche Betriebskosten für die ersten 10 Jahre angesetzt.

Der Markt für Windenergieanlagen wird derzeit von deutschen und dänischen Herstellern beherrscht, auch wenn die GE WindEnergy mittlerweile zum amerikanischen Konzern General Electric gehört und mit Gamesa ein spanisches Unternehmen in die Spitzengruppe drängt. Marktführer ist mit deutlichem Abstand die Enercon GmbH aus Aurich.

In Hamburg liegt die installierte Windenergieleistung derzeit bei rund 35 MW. Etwa 20 MW davon wurden frühzeitig installiert, da die HEW eine erhöhte Einspeisevergütung von 5 c€/kWh über den Sätzen des StrEG gewährt hatten, die die niedrigeren Windgeschwindigkeiten gegenüber Küstenstandorten ausgleichen sollte.

Mehr als eine Verdopplung oder ggf. Verdreifachung der vorhandenen Leistung ist hier kaum zu erwarten, da nur noch wenige Standorte für Anlagen ausgewiesen sind und ein

²¹ Vgl. dazu die „Netz-Studie“ der Deutschen Energieagentur (www.dena.de).

²² Inflationsbereinigte Werte in Preisen von 1995.

Repowering nicht in allen Fällen möglich sein dürfte. Die städtische Infrastruktur steht einem weiteren Ausbau auf Hamburger Stadtgebiet entgegen. Dies ist auch der wesentlichen Grund dafür, daß die installierte Leistung pro Einwohner mit 20 W deutlich hinter dem deutschen Mittelwert von 180 W/cap zurückbleibt (vgl. Abbildung 3-8). Der Mittelwert für die EU liegt bei 76 W/cap, für die OECD-Länder beträgt er 35 W/cap.

Im Februar 2005 hat die Enercon GmbH die Genehmigung erhalten, im Hafengebiet zwei 4,5 MW-Anlagen zu errichten. Dem Vernehmen nach geht dies auf die intensive Standortsuche durch das Unternehmen selbst zurück. Die Entscheidung ist von den Hamburger Windenergie-Unternehmen kritisiert worden, die bisher keine Flächen für eigene Referenzanlagen in der Stadt akquirieren konnten.

Die Windenergie wird ausschließlich durch das Erneuerbare Energiengesetz (EEG) gefördert. Die Anfangsvergütung beträgt für Anlagen, die 2005 onshore in Betrieb gehen, 8,53 c€/kWh für die ersten fünf Jahre. Danach gilt für weitere 15 Jahre eine niedrigere Basisvergütung von 5,39 c€/kWh. Die Anfangsvergütung kann verlängert werden, wenn der Ertrag der sog. Referenzanlage unterschritten wird. Diese Sätze werden für neu installierte Anlagen jedes Jahr um 2% abgesenkt. Für Offshore-Anlagen gilt bis 2007 eine Anfangsvergütung von 9,10 c€/kWh und eine Basisvergütung von 6,19 c€/kWh. Die Förderung für windschwache Gebiete wurde begrenzt. Die genannten Vergütungen gelten als ausreichend, um einen wirtschaftlichen Betrieb neuer Windenergieanlagen zu ermöglichen.

Das globale Wachstum der Windenergie ist ungebrochen. Länder wie China und Indien setzen vermehrt auf diese Technik, weil sie die Umweltwirkungen fossiler Energieträger zunehmend spüren und weil sie merken, daß ihr hohes Wirtschaftswachstum die internationalen Energiemärkte stark belastet.

Das Wachstum in der EU wird sich mittelfristig ebenfalls fortsetzen und vermutlich noch beschleunigen. Grund dafür sind verbesserte Förderbedingungen in einer Reihe von Ländern, die nach deutschem Vorbild feste Einspeisevergütungen oder Zertifikatesysteme eingeführt haben (z.B. Frankreich und Spanien, aber auch Irland, Schottland und Schweden).

Das Marktumfeld in Deutschland wird dagegen mittelfristig schwierig bleiben. Das verlorene Vertrauen der Investoren ist nur schwer zurückzugewinnen. Die Probleme mit Genehmigungen und Netzanbindung sind bisher nicht gelöst. Diese Erkenntnis hat bereits dazu geführt, daß sich viele Unternehmen stärker auf die internationalen Märkte konzentrieren. Einige haben sich sogar vom deutschen Markt komplett zurückgezogen. Eine Hoffnung der Branche liegt im sogenannten Repowering, also dem Ersetzen von kleinen älteren durch größere und modernere Anlagen. Dem stehen aber die verschärften Genehmigungsregeln, der notwendige Abstand größerer Anlagen, stellenweise ausgelastete Netze sowie sich entwickelnder Widerstand in der Bevölkerung entgegen. Deshalb sind einige Unternehmen eher skeptisch, was die Bedeutung des Repowering angeht. Die zweite Säule künftigen Wachstums ist der Offshore-Bereich. Ob er erfolgreich sein wird, kann erst in einigen Jahren beurteilt werden, wenn Erfahrungen mit den jetzt gebauten Prototypen vorliegen. Es zeichnet sich aber bereits ab, daß die deutsche Genehmigungspraxis ein schnelles Testen in küstennahen Standorten unmöglich macht. Daher werden sofort größere Windparks in weiterer Entfernung von der Küste installiert werden müssen. Dies führt zu erhöhten Risiken und damit zur Zurückhaltung der Geldgeber.

Deutschland läuft daher Gefahr, seine Führungsrolle bei der Windenergienutzung zu verlieren. Die Herausforderung besteht darin, dennoch die Marktführerschaft bei der Windenergie-technologie zu behalten.

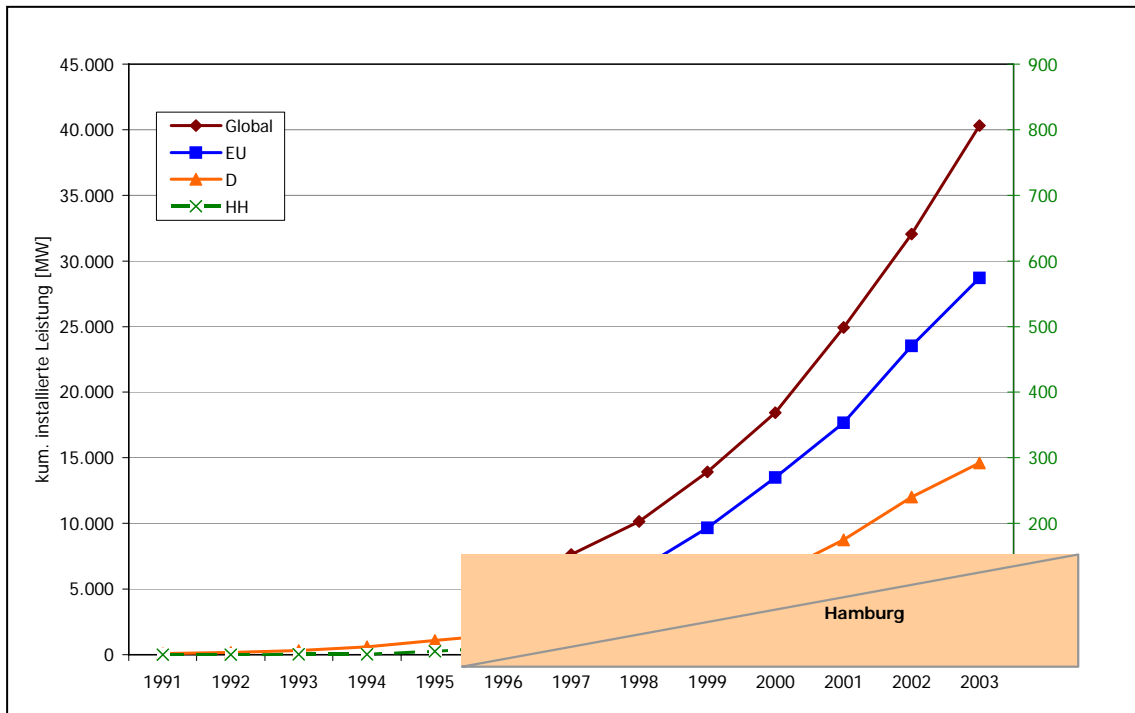


Abbildung 3-6: Kumulierte installierte Leistung von Windenergieanlagen.
Für Hamburg: rechte Y-Achse!

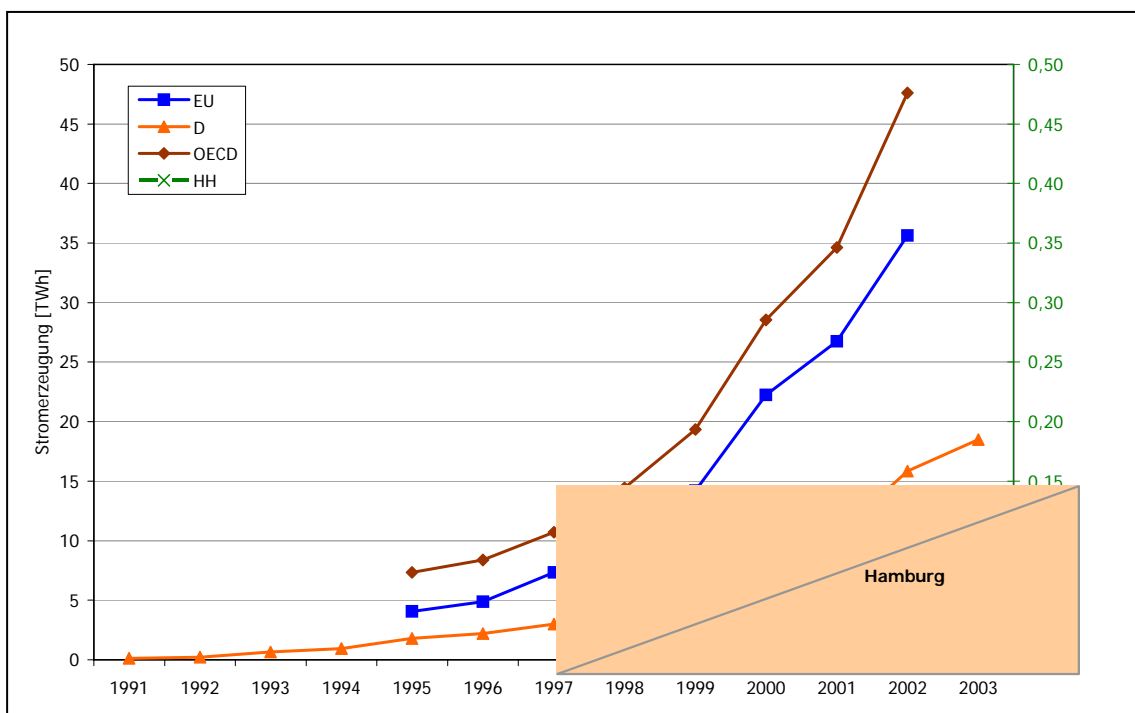


Abbildung 3-7: Stromerzeugung aus Windenergieanlagen.
Für Hamburg: rechte Y-Achse!

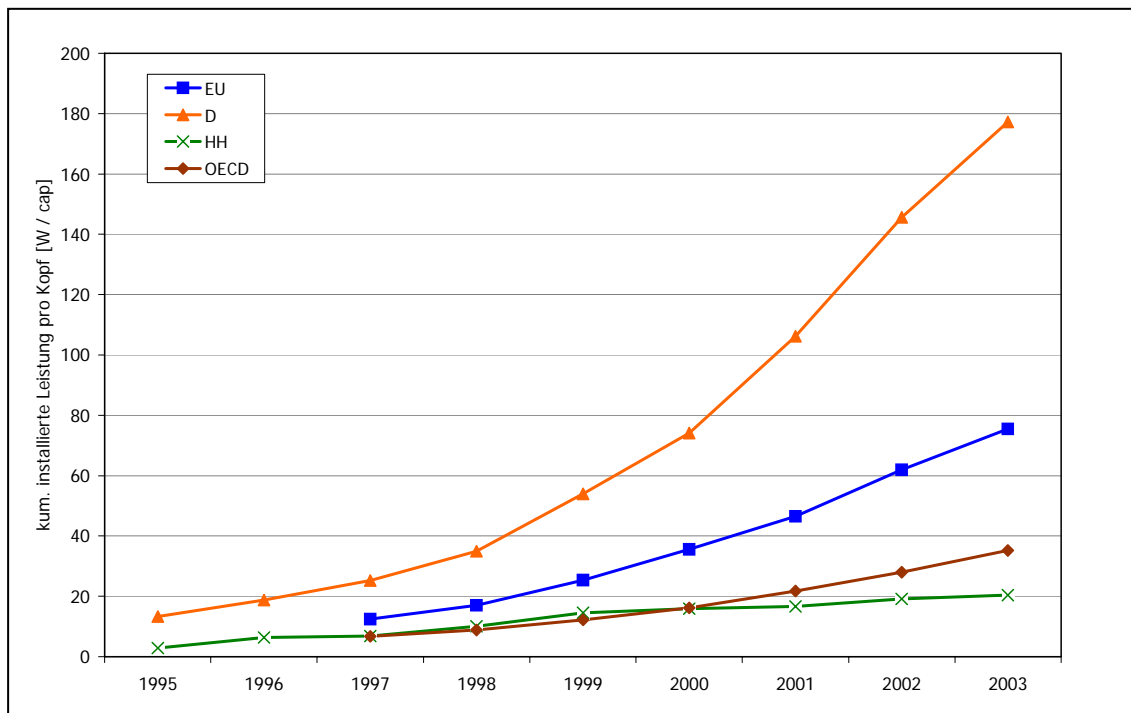


Abbildung 3-8: Kumulierte installierte Windenergie-Leistung pro Kopf.

3.4. Biomasse

Direkte Verbrennung

In den Staaten der OECD ist die direkte Verbrennung fester Biomasse nach der Wasserkraft die wichtigste Form der Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung. Sie trägt rund 92 TWh pro Jahr bei. Das sind 36% des gesamten Stroms aus erneuerbaren Energien ohne große Wasserkraftwerke. Während der Einsatz von Windenergie und Photovoltaik in den letzten 10 Jahren exponentiell um mehr als 30% pro Jahr gewachsen ist, betrug der Anstieg der Biomassenutzung von 1995 bis 2002 insgesamt nur 20% und verlief fast linear (vgl. Abbildung 3-9).

In der EU belief sich die Stromerzeugung aus fester Biomasse im Jahr 2002 auf rund 25 TWh. Sie ist seit 1992 – ebenfalls linear – um insgesamt knapp 70% gestiegen. Parallel dazu ist auch die Wärmenutzung auf 38 TWh/a gestiegen. Einer der Vorreiter auf diesem Gebiet ist Schweden, wo Restholz aus der Forstwirtschaft über eine ausgefeilte Logistik-Kette lokalen Heizkraftwerken „just-in-time“ zur Verfügung gestellt wird. Die Wirtschaftlichkeit der Anlagen wurde früher allein durch die hohe SO₂-Steuer auf fossil befeuerte Anlagen gewährleistet. Heute existiert in Schweden ein Zertifikatesystem für erneuerbare Energien, das die ökonomische Lebensfähigkeit der Anlagen sicherstellen soll.

In Deutschland wurden 2002 nur rund 0,5 TWh Strom auf diesem Weg erzeugt, nicht mehr als 1992, auch wenn die Stromproduktion zwischenzeitlich auf 0,8 TWh/a angestiegen war. Die Ursache hierfür liegt im EEG. Es sieht lediglich die Förderung von Anlagen vor, die ausschließlich mit Biomasse gefeuert werden, nicht jedoch die Zufeuerung in fossilen Kraftwerken. Diese ist auch in der genannten Zahl nicht enthalten. Außerdem war es bis zur No-

vellierung des EEG in 2004 so, daß die Einspeisevergütungen allgemein als zu niedrig angesehen wurden, um das Kosten-Risiko der langfristigen Brennstoffversorgung widerzuspiegeln. Nach Anpassung der Sätze wird nun ein Boom von Biomasseanlagen erwartet (vgl. Tabelle 3-1). In Süddeutschland ist eine entsprechende Infrastruktur zur Versorgung mit Holzhackschnitzeln bereits entstanden. In Norddeutschland ist diese erst im Aufbau.

Tabelle 3-1: Vergütungssätze in c€/kWh für neue (Heiz-)Kraftwerke unterschiedlicher Leistungsklassen auf Basis fester Biomasse bei Inbetriebnahme in 2005.

	bis 150 kW	bis 500 kW	bis 5 MW	bis 20 MW
Grundvergütung 2005	11,33	9,75	8,77	8,27
Bonus für nachwachsende Rohstoffe	6,0	6,0	4,0	0,0
Bonus für Holz	6,0	6,0	2,5	0,0
Bonus für KWK	2,0	2,0	2,0	2,0
innovative Technik	2,0	2,0	2,0	0,0

Für Neuanlagen in künftigen Jahren gilt eine Degression der Vergütungssätze von 1,5%/a.

In Hamburg wird derzeit von der Müllverbrennungsanlage Borsigstrasse GmbH (MVB), einer Tochtergesellschaft von Vattenfall Europe und E.ON Energie, ein Heizkraftwerk auf Basis von Holzhackschnitzeln errichtet. Hier soll vor allem Altholz aus Hamburg und Umgebung verbrannt werden, wobei auch hoch belastete Hölzer verwendet werden können. Die elektrische Leistung beträgt 20 MW. Bei einer erwarteten Nutzungsdauer von 8.000 Stunden im Jahr können somit ab Ende 2005 160 GWh Strom pro Jahr erzeugt werden, die nach EEG vergütet werden. Diese Anlage wird ein Einzelfall bleiben, da die Verbrennung belastete Althölzer künftig nicht mehr unter das EEG fällt. Der Betreiber ist jedoch sehr daran interessiert, auch andere Brennstoffquellen wie z.B. Frischholz zu erschließen, sofern sich in einer Mischkalkulation akzeptable Rohstoffpreise ergeben.

Über die Nutzung von fester Biomasse zur reinen Wärmeversorgung liegen für Deutschland nur wenige Daten vor. Die entsprechenden Techniken erfahren nicht die gleiche Aufmerksamkeit wie diejenigen zur Stromerzeugung, da sie nicht systematisch und äquivalent wie letztere über das EEG unterstützt werden. Die Förderung ist eher sporadisch und punktuell. Im Gegensatz dazu werden in Österreich etwa 19% des Wärmebedarfs durch Biomasse gedeckt.

Im Februar 2004 ist für die Wärmeversorgung des Hamburger Großmarktes ein Biomassekessel mit einer Feuerungswärmeleistung von 2,6 MW in Betrieb genommen worden. Daten zur Wärmeerzeugung lagen für diese Studie noch nicht vor.

Pilotvorhaben dieser Art werden von der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt im Rahmen des Programms „Unternehmen für Ressourcenschutz“ gefördert.²³ Im privaten Bereich unterstützt die Behörde derzeit die Installation von Holzpelletkesseln mit 1.000 € pro Wohneinheit.

²³ Vgl. www.ressourcenschutz-hamburg.de.

Während in Süddeutschland Holzheizungen traditionell stark genutzt werden, sind sie im Norden weitgehend in Vergessenheit geraten. Die Ursachen dafür liegen in der nahezu flächendeckenden Versorgung mit Erdgas sowie der geographischen Entfernung zu walddreichen Gebieten.

Während das im Raum Hamburg anfallende Altholz durch die neue Anlage der MVB weitgehend abgeschöpft wird, gibt es noch ein durchaus interessantes Potential von 200.000 t Restholz pro Jahr.²⁴ Dies Holz hat einen Heizwert von 0,5 TWh. Derzeit entstehen in der Region neue Logistikstrukturen, insbesondere für Holzpellets. Bereits heute ist eine professionelle und gesicherte Versorgung mit Pellets über Hamburger Unternehmen möglich. Dies spiegelt sich auch in einer wachsenden Nachfrage wider.

Physikalisch-chemische Umwandlung

Der Biodieselabsatz in Deutschland ist von 5.000 t im Jahr 1992 exponentiell auf rund 1,2 Mio. t im Jahr 2004 angestiegen (vgl. Abbildung 3-10). Damit waren die Produktionskapazitäten Ende 2004 voll ausgelastet. Es wird erwartet, daß diese in den nächsten Monaten auf 2 Mio. t pro Jahr ausgeweitet werden. Unter anderem wird Ende 2005 bei der Oelmühle Hamburg eine weitere Produktionslinie in Betrieb gehen, so daß Hamburg dann mit 240.000 t/a über die größte Produktionsanlage weltweit verfügen wird. Der Absatz von Biodiesel in Hamburg konnte nicht ermittelt werden.

Derzeit kostet ein Liter Biodiesel etwa 10 c€/l weniger als herkömmlicher Dieselkraftstoff. Dies wird durch die Befreiung von der Mineralölsteuer erreicht und ist die wesentliche Triebfeder für das Absatzwachstum.

Bio-chemische Umwandlung

Die Nutzung von Biogas zur Stromerzeugung hat sich in Deutschland von 1999 bis 2002 mehr als verdreifacht (vgl. Abbildung 3-11). Es wird ein weiteres starkes Wachstum erwartet, da Biogas wie andere Biomasse-Anwendungen von der Novellierung des EEG in 2004 profitiert.

In Hamburg nutzt die VERA Klärschlammverbrennung GmbH Klärschlamm und Faulgas aus Hamburg Abwässern für die Stromerzeugung (vgl. Kap. 2.4). Eine massive Ausweitung der Biogasnutzung in Hamburg ist nicht zu erwarten.

²⁴ Quellen: H. Beeck und S. Zisler (Consulectra Unternehmensberatung GmbH): Potentialanalyse Energie aus unbehandeltem Holz; Hamburg, 1999. R. Fuchs (Univ. Hamburg & Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt): Regionales Mobilisierungs- und Verwertungskonzept für die FHH zur energetischen Nutzung von Holz ...; Hamburg, 2004.

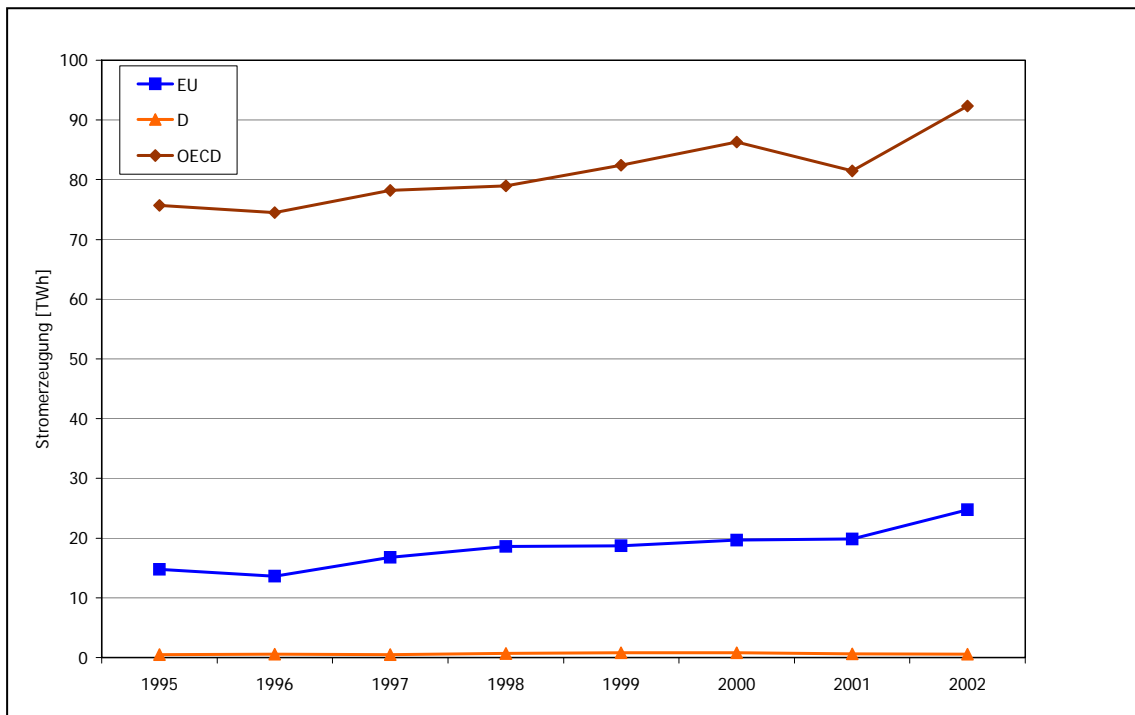


Abbildung 3-9: Stromerzeugung aus fester Biomasse.

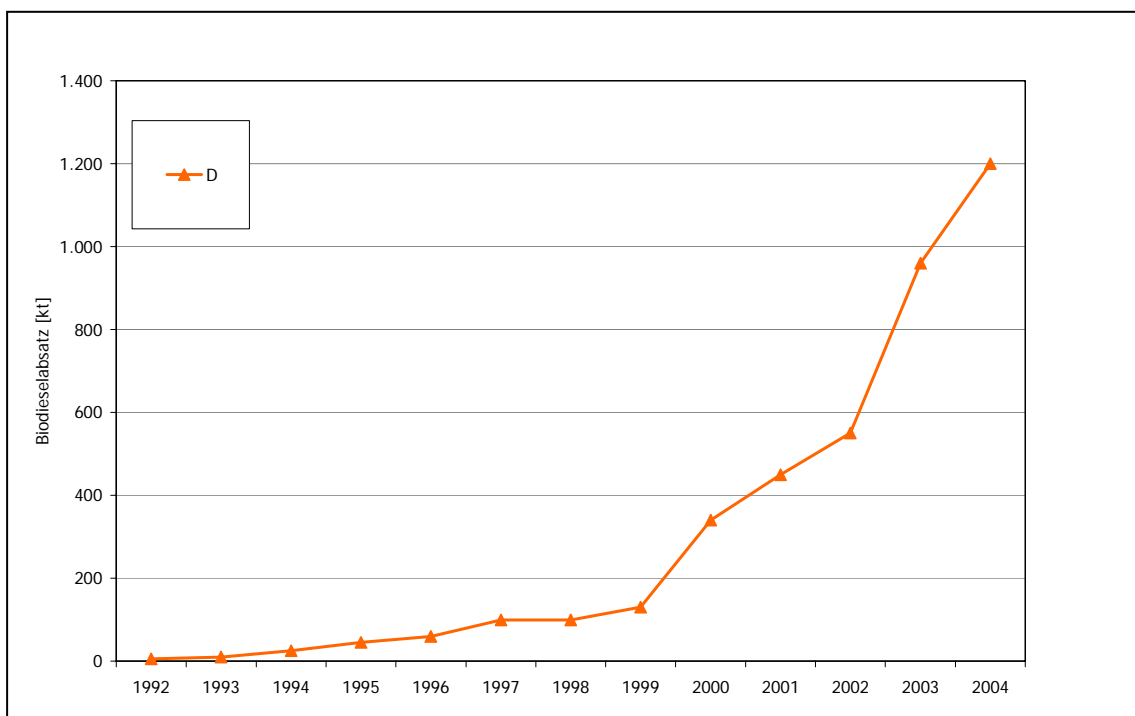


Abbildung 3-10: Biodieselabsatz in Deutschland.

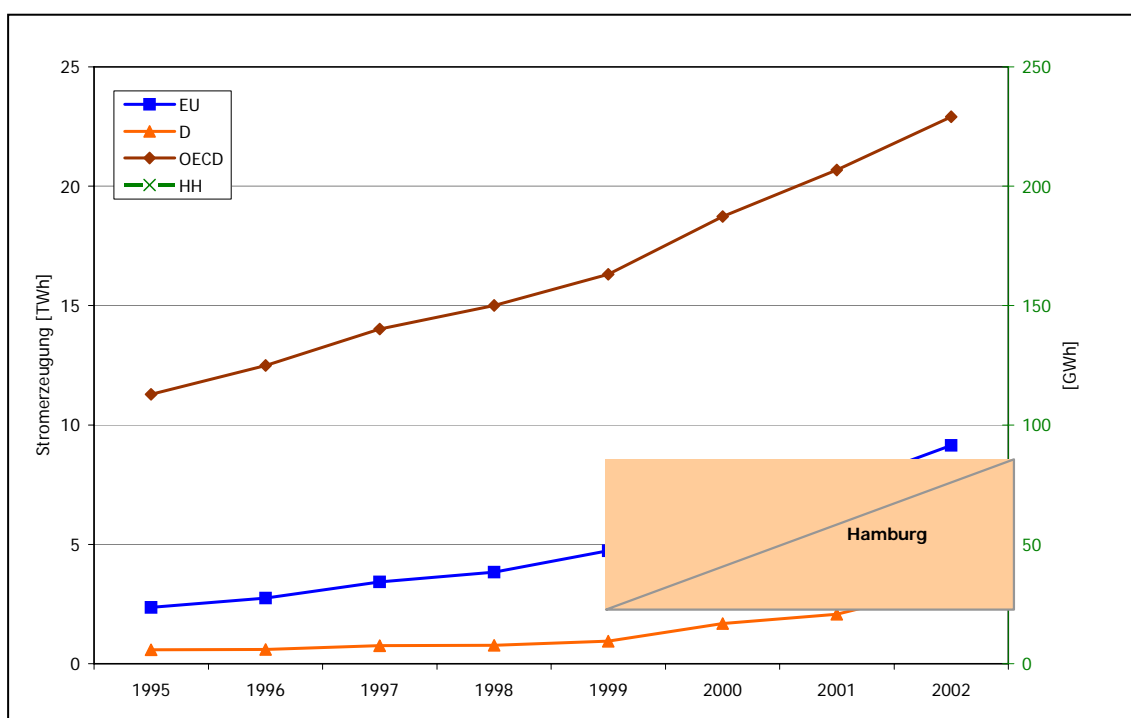


Abbildung 3-11: Stromerzeugung aus Biogas.
Hamburg: rechte Y-Achse!

3.5. Bedeutung und Zukunft des EEG

Das „Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG)“ ist eine der entscheidenden Triebfedern für das beschriebene exponentielle Wachstum von Photovoltaik, Windenergie und in Zukunft vermutlich der Biomasse-Nutzung. Es war sehr erfolgreich darin, den Anteil dieser Energiequellen an der Stromerzeugung von nahezu Null in den Prozentbereich zu bringen.

Neben der Umsetzung der politisch vereinbarten Ausbauziele für Deutschland und die EU verfolgt das EEG den Gedanken, die Massenproduktion der einschlägigen Techniken anzukurbeln, damit die Potentiale zur Kostensenkung ausgeschöpft werden. Da gleichzeitig erwartet wird, daß konventionelle Energie teuer wird, erhofft man sich langfristig, daß die erneuerbaren Energien wirtschaftlich konkurrenzfähig werden und dann ohne Unterstützung auskommen. Als Begründung für die Förderung wird angeführt, daß die aus Umweltschädigungen resultierenden externen Kosten der konventionellen Energien diesen bislang nicht in ausreichendem Maße in Rechnung gestellt werden.

Der bisweilen erbittert geführte Grundsatzstreit, ob es sich beim EEG um eine Subvention handelt, ist wenig hilfreich. Er ist eigentlich nur deshalb entstanden, weil eine Subvention von der EU-Kommission genehmigt werden müßte, die jedoch andere Instrumente als feste Einspeisevergütungen favorisiert. Unbestreitbar ist, daß es sich um einen staatlichen Eingriff zur Festlegung von Preisen handelt, die letztlich die Endverbraucher zu bezahlen haben.

Bei allem Erfolg ist es fraglich, ob der Mechanismus der Einspeisevergütung solange durchgehalten werden kann, bis die betreffenden Techniken wirtschaftlich konkurrenzfähig sind und ob dies ökonomisch effizient ist. Die Verfahrensweise des EEG ist der Preisgestaltung in der früheren Stromwirtschaft in Deutschland nicht unähnlich, wo alle Tarife von den

Aufsichtsbehörden genehmigt werden mußten. Die Stromwirtschaft wurde jedoch in den letzten Jahren mit erheblichem Aufwand liberalisiert. Es ist also zu erwarten, daß der Ruf nach einer Liberalisierung des Segments für erneuerbare Energien um so lauter werden wird, je größer deren Anteil an der Energieversorgung wird. Je eher entsprechende Strukturen angedacht und umgesetzt werden, um so kleiner werden die zu erwartenden Verwerfungen sein.

Weiter ist fraglich, ob ein nationaler Ansatz hier auf Dauer sinnvoll ist. Nachdem die besten Standorte an Deutschlands Küsten vergeben sind, werden mehr und mehr Windenergieanlagen im Landesinneren gebaut, wo die Windgeschwindigkeiten deutlich geringer sind. Gleichzeitig gibt es an anderen Stellen in Europa noch zahlreiche Gebiete mit besten Voraussetzungen für eine Windenergienutzung. Es wäre also ökonomisch sinnvoller, dort zu investieren. Nachdem mit Hilfe des EEG einschlägige Unternehmen in Deutschland aufgebaut wurden, hätten diese die Chance, auch auf diesen Märkten Vorreiter zu werden.

Mittelfristig ist ein neuer Mechanismus erforderlich, um den erwünschten weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien ökonomisch effizient und in Einklang mit der Liberalisierung der Energiemärkte voranzutreiben. Ein solcher Mechanismus könnte in einem System grüner Zertifikate bestehen, die alle Käufer konventioneller Energien automatisch miterwerben müßten. Die Zertifikate werden generiert, wenn Strom aus erneuerbarer Energie (oder künftig auch Wärme) bereitgestellt wird. Der Anlagenbetreiber vermarktet neben seiner Energie auch diese Zertifikate. Die Abnahmepflicht stellt sicher, daß eine ausreichende Nachfrage besteht, um dem Betreiber die erforderlichen Einnahmen aus dem Zertifikateverkauf zu garantieren. Wenn die Zertifikate europaweit handelbar sind, werden die Investitionen dorthin gelenkt, wo sie den größten Nutzen bringen.

Eine Infrastruktur für ein derartiges Zertifikatesystem wurde von der Initiative „Renewable Energy Certificate System (RECS)“ unter maßgeblicher Beteiligung der HEW entwickelt und aufgebaut.²⁵ Sie ist heute in allen EU-15-Ländern außer Griechenland sowie in Norwegen und der Schweiz verfügbar. RECS arbeitet zudem intensiv daran, das System auf die EU-Beitrittsstaaten auszudehnen.

Es wäre sogar zu überlegen, ob für die Photovoltaik und die solar-thermische Stromerzeugung nicht auch Standorte außerhalb der EU für die Generierung der Zertifikate zugelassen werden sollten. Ggf. könnte man hier auf die Infrastruktur und die Regeln des „Clean Development Mechanism (CDM)“ aus dem Kyoto-Protokoll zurückgreifen.²⁶ In vielen Entwicklungsländern ist die solare Einstrahlung etwa doppelt so hoch wie in Deutschland, was die Stromgestehungskosten pro Kilowattstunde halbieren würde. Zudem mutet es schon merkwürdig an, daß die große Nachfrage in Deutschland die Produzenten von Solarzellen und -modulen dazu veranlaßt, Kontingente aus Entwicklungsländern abzuziehen, die dort von existentieller Bedeutung wären, während sie in Deutschland nur einen marginalen Beitrag zur Energieversorgung und zum Umweltschutz leisten.

²⁵ Vgl. www.recs.org und www.recs-deutschland.de.

²⁶ Vgl. dazu: S. Bode (HWWA): EEG weltweit – effiziente Wege zur solaren Weltwirtschaft; ew – Energiewirtschaft, Jg. 102 (2003), Heft 26.

4. Die Infrastruktur für erneuerbare Energien in Hamburg

4.1. Die Unternehmen: Umsätze, Arbeitsplätze, Tätigkeitsfelder

Insgesamt wurden rund 240 Unternehmen identifiziert, die sich in Hamburg in nennenswertem Umfang mit erneuerbaren Energien befassen. 32 dieser Unternehmen erwirtschaften mehr als 50% ihres Umsatzes mit erneuerbaren Energien. Die Liste kann allerdings keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da viele kleinere Firmen nur schwer zu ermitteln sind und auch ständig neue Unternehmen hinzukommen. Außerdem geben eine Reihe von Firmen an, sich mit diesem Thema zu beschäftigen, ohne aber tatsächlich tätig zu werden. Die Unternehmen mit mehr als 10 Mitarbeitern oder mehr als 10 Mio. Euro Umsatz im Bereich „erneuerbare Energien“ dürften jedoch nahezu vollständig erfaßt sein. Sie sind in Tabelle 4-1 zusammengestellt.

Tabelle 4-1: Unternehmen der Erneuerbare-Energien-Branche in Hamburg und Umgebung mit mehr als 10 Mitarbeitern oder mehr als 10 Mio. Euro Umsatz. Die Tätigkeitsangaben beziehen sich auf den Standort Hamburg.

Unternehmen	Standort	Biomasse	PV	STH	Wind	Energieproduktion	Konzernführung	Handel, Vertrieb	Anlagenherstellung, Entwicklung	Dienstleistung
ADM-Oelmühle Hamburg AG	Hamburg	x				x	x	x		
Commerzbank	Hamburg		x		x					x
Conergy AG (mit SunTechnics GmbH und Voltwerk AG)	Hamburg		x	x			x	x	x	x
Deutsche BP AG, Geschäftsbereich Solar	Hamburg		x					x		
Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH	Hamburg				x					x
HSH Nordbank AG	Hamburg/ Kiel	x	x		x					x
Lichtblick - die Zukunft der Energie GmbH	Hamburg	x			x		x	x		
Nordex AG	Norderstedt				x		x	x	x	
P&T Technology AG (mit EECH AG)	Hamburg	x			x		x	x		x
REPower Systems AG	Hamburg				x		x	x	x	
Sharp Electronics (Europe) GmbH	Hamburg		x					x		
Solara AG	Hamburg		x					x	x	
Solarnova Produktions- und Vertriebs-GmbH	Wedel		x					x	x	
Sun Energy GmbH	Hamburg		x					x	x	
Velux Deutschland GmbH	Hamburg			x				x		
VERA Klärschlammverbrennung GmbH	Hamburg	x				x				

Bei fast allen Unternehmen, die in Tabelle 4-1 als Anlagenhersteller gelistet sind, befindet sich die eigentliche Produktionsstätte nicht in Hamburg oder dessen Umgebung. Viele Firmen haben die Produktion in die neuen Bundesländer ausgelagert, weil dort attraktive Investitionsbeihilfen gewährt werden. Eine Ausnahme bildet die Firma Solarnova in Wedel, die dort PV-Module produziert. Die beiden einzigen Unternehmen dieser Liste, die selbst Energie aus erneuerbaren Quellen produzieren, sind die Oelmühle Hamburg, die Biodiesel herstellt, und die VERA Klärschlammverbrennung, die Strom und Wärme aus Klärgas gewinnt. Hinzu kommen 2005 das Holz-Heizkraftwerk der Müllverbrennung Borsigstrasse sowie eine zweite Biodieselanlage bei der Oelmühle. Die Schwerpunkte der Aktivitäten in Hamburg liegen in den Bereichen Handel und Vertrieb, Entwicklung, Konzernführung sowie bei Dienstleistungen wie Finanzierung oder Zertifizierung.

Die Aufteilung aller erfaßten Unternehmen auf die verschiedenen Techniken und die Phasen der Wertschöpfungskette zeigt Tabelle 4-2. Dabei ist zu beachten, daß die Tabelle Doppelzählungen enthält, weil viele Firmen mehrere Techniken anbieten und/oder mehr als eine Phase abdecken. 133 Betriebe geben an, solarthermische Anlagen zu installieren. Wie viele davon tatsächlich aktiv sind, konnte nicht ermittelt werden.

Tabelle 4-2: Anzahl der Unternehmen der Erneuerbare-Energien-Branche in Hamburg und Umgebung, aufgegliedert nach Techniken und Phasen der Wertschöpfungskette.

Aktivität	Anzahl Unternehmen	Phase	Anzahl Unternehmen
Biomasse, gasförmig	9	Energieproduktion	18
Biomasse, flüssig	4	Dienstleistung	35
Biomasse, fest	47	Forschung & Entwicklung	14
Geothermie	2	Handel, Vertrieb	16
Wasserkraft	3	Installation	162
Photovoltaik	44	Planung	33
Solarthermie	152	Anlagenherstellung	25
Windenergie	39	Wartung	8
Summe	300	Summe	311

	Anwendung	Dienstleistung	Forschung & Entwicklung	Handel, Vertrieb	Installation	Planung	Produktion, Herstellung	Wartung	Summe
Biomasse, gasf.		6				2			8
Biomasse, flüssig	1	1		3			1		6
Biomasse, fest	8	16		2	26	8	1		61
Geothermie	1	2							3
Wasserkraft	2	1	1	1	1	1	1		8
Photovoltaik	6	10	9	10	15	17	10	2	79
Solarthermie	5	8	3	3	133	13	5		170
Windenergie	7	19	4	3	8	11	11	6	69
Summe	30	65	17	22	183	52	29	8	406

Alle drei Tabellen enthalten Doppelzählungen!

Umsätze und Arbeitsplätze

Abbildung 4-1 zeigt die Entwicklung der Umsätze und Mitarbeiterzahlen in den Unternehmen der Erneuerbare-Energien-Branche in Hamburg für die Jahre 2001-2004 sowie die Schätzung für 2005. Die Umsätze stiegen in diesem Zeitraum von gut 800 auf 1.360 Mio. Euro. Für 2005 werden über 2 Mrd. Euro Umsatz erwartet. Gleichzeitig wuchs die Zahl der Beschäftigten von 540 auf 1.050 Personen. Für 2005 werden über 1.100 Arbeitsverhältnisse erwartet. Das mittlere Wachstum der Umsätze lag in den genannten Jahren bei rund 30% pro Jahr, während die Beschäftigung um 20% pro Jahr zugenommen hat. Der vorübergehende Umsatzrückgang in 2003 geht auf die in Kap. 3.3 geschilderten Probleme der Windenergiebranche in Deutschland zurück. Die Unternehmen rechnen damit, daß deren Auswirkungen jedoch in 2005 oder spätestens 2006 überwunden sein werden.

Es handelt sich bei den genannten Zahlen nicht um eine Vollerhebung, sondern um die akkumulierten Ergebnisse aus den gezielt geführten Interviews mit Unternehmen. Dabei steuern jedoch die jeweils 10 größten Unternehmen mehr als 95% der Umsätze und 90% der Mitarbeiter bei, so daß die Größenordnungen der Angaben richtig sein dürften (vgl. Abbildung 4-2).

Bei den Umsätzen handelt es sich um die Konzernumsätze der Unternehmen, die ihren Sitz in Hamburg haben, d.h. Tochtergesellschaften an anderen Standorten wurden mit einbezogen. Bei den Mitarbeitern wurden nur die in Hamburg tätigen Personen gezählt.

Die Daten weisen zum Teil erhebliche Unsicherheiten auf. Bei den Umsätzen liegt das Fehlerintervall bei +/- 25%. Die Mitarbeiterzahlen könnten noch 10-20% höher, aber nicht tiefer als die genannten Werte liegen. Zum einen war die Abgrenzung der im Bereich erneuerbare Energien tätigen Personen und Umsätze in einigen großen Unternehmen nicht ganz einfach. Für die Banken war dies besonders schwierig, da diese keine Umsätze im klassischen Sinne machen. Zum anderen gehören die Umsätze zu den sensitiven Daten, die Unternehmen nicht ohne weiteres veröffentlichen, sofern sie nicht als Aktiengesellschaften dazu gezwungen sind. Daher mußten bei einigen Firmen grobe Abschätzungen vorgenommen werden. Die Angaben zu Umsätzen können hier nicht weiter detailliert werden, da den Unternehmen eine vertrauliche Behandlung ihrer Angaben zugesagt wurde.

In der eigentlichen Anlagenherstellung arbeiten in Hamburg und Umgebung weniger als 100 Personen. Die Anzahl der Mitarbeiter in der Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen wird sich in diesem Jahr durch die Inbetriebnahme des Holz-Heizkraftwerks und der 2. Biodiesel-Anlage von 35 auf 46 erhöhen. Hinzu kommen ca. 30 Arbeitsplätze in der Holz-Logistik und weitere 30 Arbeitsplätze für die Aufbereitung des Holzes zu Hackschnitzeln. Etwas die Hälfte dieser Arbeitsplätze ist in Hamburg angesiedelt.

Ein weiterer Bereich, der der Nutzung erneuerbarer Energien in Hamburg zugerechnet werden kann, ist die Installation von PV- und Solarkollektor-Anlagen. Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Betriebe konnten die Mitarbeiterzahlen nicht direkt erhoben werden, sondern wurden folgendermaßen abgeschätzt:

Die Arbeitszeit für die Installation von Solarkollektor-Anlagen wurde mit

- 48 Stunden für Anlagen auf Einfamilienhäusern ohne Heizungsunterstützung,
- 96 Stunden für Anlagen auf Einfamilienhäusern mit Heizungsunterstützung und
- 128 Stunden für Anlagen auf Mehrfamilienhäusern oder sonstige große Anlagen ermittelt.

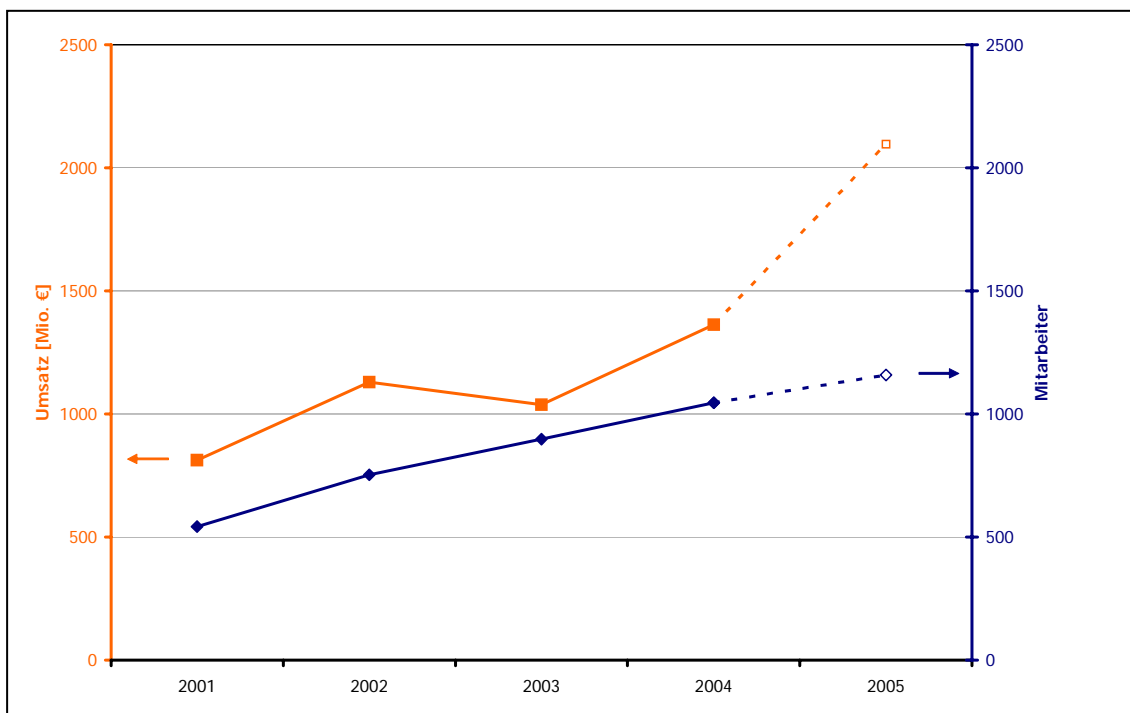


Abbildung 4-1: Entwicklung der Umsätze und Mitarbeiter in den Unternehmen der Erneuerbare-Energien-Branche in Hamburg und Umgebung.

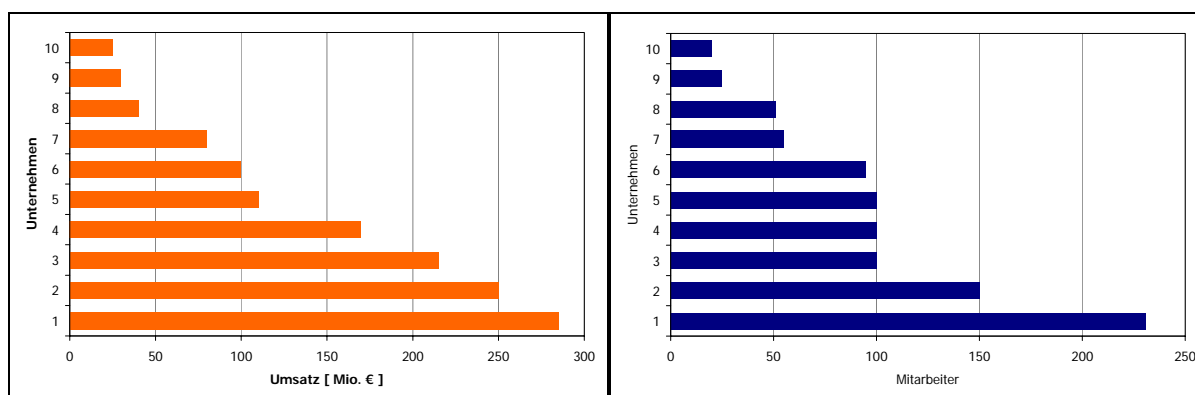


Abbildung 4-2: Umsätze und Mitarbeiterzahlen der jeweils 10 größten Unternehmen.

Daraus ergeben sich mit den in Kap. 3.2 genannten Zuwachsraten der Solarthermie in Hamburg für 2004 vier Arbeitsplatzäquivalente.²⁷ Es wurde angenommen, daß etwa 50% der Erlöse ohne die Installationskosten bei den ausführenden und planenden Unternehmen verbleiben. Daraus ergeben sich mit Hilfe mittlerer Kosten von 75.000 Euro pro Personenjahr weitere 9 Arbeitsplatzäquivalente. Der Rest der Investitionssumme ist der Herstellung der Anlagen zuzurechnen. Unter der weiteren Annahme, daß 50% der Herstellungskosten dem Personal zuzurechnen sind und die Kosten pro Beschäftigtem und Jahr hier bei 46.000 Euro liegen, ergeben sich nochmals 5 Arbeitsplatzäquivalente. Letztere sind aber nicht in Hamburg

²⁷ Die Arbeiten fallen tatsächlich als Teilauslastung anderweitig Beschäftigter in einer Vielzahl von Betrieben an. In Summe ergeben sich die genannten Äquivalente für Vollzeitarbeitsplätze.

angesiedelt. In Summe macht dies 18 Arbeitsplatzäquivalente durch die Installation von solarthermischen Anlagen im Wert von 2,5 Mio. Euro (vgl. Tabelle 4-3).

Für PV-Anlagen ergibt sich folgendes Bild: Als Arbeitsaufwand wurde 1 Stunde je Modul angesetzt. Mit einer mittleren Modulgröße von 100 W und den Zuwachsraten aus Kap. 3.1 ergeben sich für 2002 zwei Arbeitsplatzäquivalente für die Installation. Es wird unterstellt, daß rund 20% der Investition ohne Installationskosten in Hamburg verbleiben. Daraus er rechnen sich mit dem obigen Kostensatz in Summe rund 7 Beschäftigte für Vertrieb und Planung. Der Rest der Investition ist wiederum der Herstellung zuzuschlagen. Allerdings liegt der Personalkostenanteil hier nur bei 10%. Damit ergeben sich 4 Arbeitsplatzäquivalente für die Produktion der Anlagen (vgl. Tabelle 4-3). In Summe ergeben sich 13 Arbeitsplätze durch die Installation von PV-Anlagen im Wert von 2,3 Mio. Euro.

Tabelle 4-3: Arbeitsplätze bei der Nutzung erneuerbarer Energien in Hamburg

	Solarthermie	Photovoltaik
Installation	4	2
Vertrieb und Planung	9	7
Herstellung der Anlagen	5	4
Summe	18	13

Die Arbeitsplätze bei der Herstellung der Anlagen sind in der Regel nicht in Hamburg angesiedelt.

Als Fazit ist festzuhalten, daß mehr als 85% der Arbeitsplätze, die im Bereich erneuerbare Energien in Hamburg entstanden sind, weder der Nutzung dieser Energiequellen in Hamburg noch der Anlagenherstellung im engeren Sinne, sondern Dienstleistungen im weitesten Sinne – von der Planung und Entwicklung bis zur Finanzierung – zuzurechnen sind.

Hamburger Unternehmen in den verschiedenen Technikbereichen

In Hamburg und Umgebung finden sich bereits eine ganze Reihe führender PV-Unternehmen. Mit der Sharp Electronic (Europe) GmbH ist die Europazentrale des Weltmarktführers bei der Herstellung von Solarzellen in Hamburg angesiedelt. Es handelt sich dabei in erster Linie um ein Vertriebsunternehmen. Die Produktion sowie Forschung & Entwicklung erfolgt bisher in Japan, den USA und Großbritannien. Das Unternehmen verfolgt weitreichende und langfristige Ziele im Bereich Solar. Es hat seine Herstellungskapazität kürzlich auf 300 MW pro Jahr erweitert, was etwa 30% der weltweiten Kapazitäten ausmacht.

Auch der deutsche Vertrieb des zweitgrößten Marktteilnehmers, BP Solar, wird aus Hamburg gesteuert. Die Firmenzentrale der BP Solar International LLC liegt in den USA, die Produktionsstandorte liegen in den USA, Spanien, Australien und Indien.

Die in Hamburg ansässige Conergy AG ist einer der führenden Hersteller sowohl von PV-Systemen als auch solarthermischen Anlagen in Europa. Conergy wurde 1998 gegründet und ist seit dem auf über 420 Mitarbeiter weltweit angewachsen. Auch in diesem Fall liegen die Produktionsstätten außerhalb Hamburgs, wo vor allem die Konzernführung sowie Engineering- und Vertriebsaufgaben erledigt werden. Der Endkundenvertrieb wird über die ebenfalls in Hamburg angesiedelte Tochter SunTechnics GmbH abgewickelt. Eine weitere Hamburger Tochter, die Voltwerk AG, ist einer der führenden Anbieter von Solarfonds.

Die Solara AG wurde 1996 gegründet und 1999 zur Aktiengesellschaft umfirmiert. Ihre Tätigkeitsfelder sind die Produktion von und der Handel mit Solarmodulen und -komponenten. Dabei bilden neben netzgekoppelten Anlagen Offgrid-Systeme, bei denen es auch zahlreiche maritime Anwendungen gibt, einen wichtigen Markt für Solara. Seit 2002 ist die Vattenfall Europe Venture GmbH mit 15% an der Solara AG beteiligt. Die Produktion erfolgt in einer Tochtergesellschaft in Wismar.

Die Firma Sun Energy wurde 2001 zur GmbH umfirmiert, nachdem der Inhaber zuvor beratend tätig war. SunEnergy betreibt Großhandel mit PV-Modulen, vor allem des Herstellers Sharp. Außerdem werden PV-Anlagen geplant, installiert und gewartet.

Die Solarnova GmbH in Wedel ging 1996 aus der ASE hervor. Sie stellt ebenfalls PV-Module her und betätigt sich als Fach- und Großhändler. Ihre Spezialität liegt auf dem Gebiet der Gebäudeintegration von PV-Anlagen.

Neben der bereits erwähnten Conergy Gruppe ist mit der Velux Deutschland GmbH der deutsche Vertriebsarm eines der größten europäischen Herstellers von Solarkollektoren, der dänischen Velux VKR Industries, in Hamburg lokalisiert.

Mit Nordex und Repower liegen die Zentralen von zwei der 10 führenden Hersteller von Windenergieanlagen in Hamburg oder in unmittelbarer Nähe. In 2002 lag deren Marktanteil jeweils bei rund 6%. In beiden Fällen sind wiederum Konzernfunktionen, Entwicklung und Vertrieb am Standort Hamburg angesiedelt. Die P&T Technology AG und ihre Tochter European Energy Consult Holding AG (EECH) planen Windparks und finanzieren diese über Fonds. Das Unternehmen hat seine Aktivitäten mittlerweile vollständig auf das Auslandsgeschäft konzentriert.

Die Germanischer Lloyd Windenergie GmbH ist der führende Zertifizierer der Branche. Die Commerzbank und die HSH Nordbank sind die größten Kreditgeber für Windenergieanlagen. Das Kompetenzzentrum Windenergie der Commerzbank sitzt komplett in Hamburg während das Team der HSH Nordbank zum größeren Teil in Kiel arbeitet. Das in Hamburg residierende Bundesamt für Seeschifffahrt ist für die Genehmigung von Offshore-Windparks zuständig.

Darüber hinaus gibt es in Hamburg eine ganze Reihe kleiner Dienstleister der Windenergiebranche, die sich meist mit Planungen von Windpark, der Logistik und anderen Spezialthemen befassen. Dabei könnten sich maritime Anwendungen als wichtiges Marktsegment für Hamburger Anbieter herausstellen, das noch nicht vollständig besetzt ist.

Die unternehmerischen Aktivitäten im Bereich der Biomasse in Hamburg sind bereits weiter oben erwähnt worden. Es sind dies die VERA Klärschlammverbrennung, die Müllverbrennung Borsigstraße mit ihrem neuen Holz-Heizkraftwerk sowie die Biodieselproduktion der Oelmühle Hamburg. Außerdem arbeiten mehrere Unternehmen am Aufbau einer Biomasse-Logistik in Norddeutschland. Von staatlicher Seite ist die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft zu nennen, die Konzepte zur Nutzung von Frischholz erarbeitet.

Die Lichtblick GmbH ist der größte Anbieter von grünem Strom in Deutschland und einer der erfolgreichsten Konkurrenten der etablierten Stromversorger überhaupt. Der von dem Unternehmen angebotene grüne Strom erfüllt die hohen Qualitätsanforderungen des von ÖkoInstitut und WWF entwickelten Ok-Power-Labels und kann dennoch preislich mit Standardangeboten konkurrieren.

4.2. Forschung und Lehre

Der Stand der Forschung und Lehre zum Thema „Erneuerbare Energien“ an den Hamburger Hochschulen wurde vom Senat im Juli 2003 im Rahmen einer Antwort auf eine große Anfrage der GAL-Fraktion in der Bürgerschaft ausführlich dargestellt. Daher erfolgt hier lediglich eine Zusammenfassung.

TU Hamburg-Harburg (TU-HH)

An der TU werden im Arbeitsbereich „Verfahrenstechnik“ unter der Leitung von Prof. Dr. Joachim Werther Wirbelschichtfeuerungen, die sich besonders gut für die Verbrennung von Holzhackschnitzeln und geringwertigen Brennstoffen eignen, untersucht und modelliert.

Prof. Dr. Gerhard Schmitz arbeitet an adsorptionsgestützten Klimaanlageanlagen, bei denen die Sorptionsräder mit Hilfe von Solarenergie regeneriert werden. Ein Prototyp (ohne solare Komponente) ist in der Kieler Straße in Hamburg installiert worden (vgl. Kap. 2.5). Eine weitere Anlage soll in Shanghai eingesetzt werden.

Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr.-Ing. Jörg Müller erarbeitet die Grundlagen, um preisgünstige mulikristalline Dünnschicht-Solarzellen herzustellen.

Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW)

Am Fachbereich „Naturwissenschaftliche Technik“ existiert der Studiengang „Umwelttechnik“, zu dessen Themen auch regenerative Energien gehören. Einen Schwerpunkt bilden dabei Planung, Auslegung und Bewertung von Windenergieanlagen. Die Absolventen dieses Studiengangs sind am Arbeitsmarkt sehr begehrt.

Im Rahmen der Verfahrenstechnik wird die Umwandlung von Biomasse in Kraftstoffe, spezielle die Verflüssigung von Stroh und Holz untersucht (Prof. Dr. Thomas Willner). In der Biotechnologie arbeitet Prof. Paul Scherer mit seiner Gruppe an der anaeroben Vergärung und Vergasung von Abfällen während Prof. Dr. Reiner Luttmann sich um die Automatisierung von Bioprozessen kümmert.

In den Bereichen Photovoltaik und Windenergie findet die Forschung hauptsächlich im Rahmen von Firmenkooperationen statt. Wichtige Partner sind die Firmen Conergy / Sun-Technics sowie Enercon und WindTest.

Die Hochschule plant einen neuen Studiengang mit Bezug zu erneuerbaren Energien, der mehr Elemente aus Maschinenbau und Elektrotechnik umfassen und den Schwerpunkt bei Konstruktion und Entwicklung haben soll. Dabei soll großer Wert auf die Praxisorientierung gelegt werden. Weil es zur Zeit insgesamt nur eine geringe Zahl von Absolventen im Bereich Umwelttechnik gibt, ist die Umsetzung noch unklar.

Am Fachbereich „Architektur“ befassen sich die Professoren Peter Braun, Wolfgang Dickhaut, Udo Dietrich, Anne Rabenschlag und Wolfgang Willkomm mit den Möglichkeiten, regenerative Energien in die Planung von Gebäuden und deren Technik zu integrieren. Eine wichtige Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz von Solarenergie ist die energetische Optimierung des Gebäudes, die in den Arbeiten der genannten Wissenschaftler ebenfalls eine große Rolle spielt.

Prof. Peter Braun ist zusammen mit Prof. Dr. Gerhard Schmitz von der TU-HH und Prof. Sabine Busching von der HfBK sowie den drei Hochschulen Mitbegründer der Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt (ZEBAU) GmbH (vgl. Kap. 4.3).

Aus der HAW ist zudem das Ingenieurbüro für Sozial- und Umweltbilanzen (SUmBi) hervorgegangen. Es ist neben der ZEBAU ein weiterer vielversprechender Ansatz für den Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis. Ein Arbeitsschwerpunkt von SUmBi ist die Integration von dezentralen Energieerzeugern, wie sie neben kleinen Brennstoffzellen auch für erneuerbare Energien typisch sind, und intelligent gesteuerten Lastprozessen zu virtuellen Kraftwerken.

Hochschule für bildende Künste (HfBK)

Im Lehr- und Forschungsbereich „Technisch-wissenschaftliche Grundlagen“, Lehrgebiet „Gebäudetechnik“, beschäftigt sich Prof. Sabine Busching mit den Möglichkeiten zur Nutzung von PV-Anlagen an Gebäuden.

Universität Hamburg

An der Universität Hamburg gibt es keine nennenswerten Forschungsarbeiten zu erneuerbaren Energien. Die Studie zur Nutzung von Holz für energetische Zwecke, die von Regina Fuchs an der Forschungsstelle für nachhaltige Umweltentwicklung durchgeführt wurde, bildet keine Ausnahme. Sie geht allein auf die Initiative der Autorin zurück, die dafür von der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt freigestellt worden war und mittlerweile dorthin zurückgekehrt ist.

Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, daß Hamburg bisher nicht zu den Zentren der Forschung auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien in Deutschland gehört. Obwohl es vielversprechende Ansätze an einzelnen Instituten gibt, fehlt ein institutioneller Rahmen, der die Arbeiten verstetigen und von einzelnen Wissenschaftlern unabhängig machen würde. Wenn Hamburg ein wirtschaftliches Zentrum für erneuerbare Energien werden soll, ist eine Erweiterung der Kapazitäten bei Forschung und Lehre unabdingbar.

Im Zuge der geplanten Neugründung einer Bauhochschule in Hamburg bietet sich die Chance, entsprechende Strukturen zu schaffen. In diesem Bereich gibt es umfangreiche Kompetenzen an verschiedenen Hochschulen, die gebündelt werden könnten. Mit der ZEBAU existiert auch bereits eine Einrichtung für den Wissenstransfer in die Praxis.

Die in Hamburg ansässigen Windenergie-Unternehmen haben mehrfach den Wunsch nach einer intensiveren Ausbildung in den maschinenbautechnischen Grundlagen der Windenergie sowie einer Kooperation bei der Forschung und Entwicklung geäußert. Wenn Hamburg einen entsprechenden Studiengang etablieren will, drängt die Zeit. Anfang des Jahres wurde das „Kompetenzzentrum Windenergie Schleswig-Holstein“ gegründet, in dem sechs Hochschulen und Forschungseinrichtungen ihre Kompetenz in Lehre und Forschung bündeln wollen. Auch die Universität Kassel wird ab dem Sommer einen Master-Studiengang „Regenerative Energien und Energieeffizienz“ anbieten.

Insgesamt dürften an Hamburger Hochschulen nicht mehr als 20 Personen mit einem überwiegenden Teil ihrer Arbeitszeit in der Forschung und Lehre zu erneuerbaren Energien tätig sein.

4.3. Einzelprojekte

Initiative Arbeit und Klimaschutz

Die Initiative Arbeit und Klimaschutz fördert den effizienten Umgang mit Energie und die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Modernisierung und Sanierung des Hamburger Wohnraumbestandes.²⁸ Unter Federführung der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU, früher: Umweltbehörde) bildet sie eine gemeinsame Plattform für alle, die in Hamburg an Bauaktivitäten beteiligt sind: die Bauindustrie, das Handwerk, Mieter ebenso wie Eigentümer, die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, Architektur- und Ingenieurbüros sowie Wissenschafts- und Bildungseinrichtungen.

Bei rückläufigem Neubaubaufkommen bietet die Sanierung und Modernisierung zusätzliche Chancen für das Handwerk. Seit 1998 hat die Förderung der BSU dafür gesorgt, daß Investitionen in Höhe von 180 Mio. Euro angestoßen und dadurch etwa 2.900 Personenjahre Beschäftigung geschaffen oder gesichert worden sind. Neben der Breitenförderung

- unterstützt die Initiative Modellprojekte,
- bietet allgemeine Information und spezifische Beratung an, z.B. durch das Hamburger Solarzentrum,
- hat sie die Entwicklung des Hamburger Energiepasses für Gebäude angestoßen und finanziert,
- führt sie ein Impulsprogramm mit fachspezifischen Seminaren für Planer, Handwerker und Investoren durch,
- erarbeitet sie Empfehlungen, um Modernisierungskosten im Mietrecht abzubilden,
- und vergibt jährlich einen Architekturpreis und den Hamburger Solarpreis.

Erneuerbare Energien spielen bei allen diesen Aktivitäten eine wichtige Rolle.

Modellprojekte im öffentlichen Bereich

Insgesamt wurden in Hamburg bisher rund 150 Modellprojekte zur Nutzung erneuerbarer Energien von der öffentlichen Hand umgesetzt. Schwerpunkte waren dabei die solare Beheizung öffentlicher Bäder sowie Solaranlagen an Schulen und Kindertagesstätten. Beispielsweise verfügt jede 4. Hamburger Schule über eine PV-Anlage oder Solarkollektoren.

ZEBAU

Das Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH (ZEBAU) wurde im September 2000 von Prof. Sabine Busching (HfbK), Prof. Peter Braun (HAW) und Prof. Dr. Gerhard Schmitz (TU-HH) sowie deren Hochschulen gegründet.

Ziel der Gesellschaft ist „die Förderung und Weiterentwicklung des Klimaschutzes durch energiesparendes, kostengünstiges Bauen und Sanieren von Wohn-, Büro, Gewerbe- und Industriegebäuden und deren Integration in Architektur und Baukultur auf hohem gestalterischen Niveau“. Seit ihrer Gründung hat die ZEBAU vielfältige Projekte umgesetzt und ein großes Netzwerk aufgebaut.²⁹ Sie ist heute in Hamburg ein anerkannter Partner für innovatives Bauen und organisiert unter anderem die Solar-Bauausstellung Hamburg 2005 (s.u.).

²⁸ Vgl. www.arbeitundklimaschutz.de.

²⁹ Vgl. www.zebau.de.

Die Entstehung der Gesellschaft kann als erfolgreiches Beispiel einer Public-Private-Partnership angesehen werden. In der Gründungsphase wurde die ZEBAU durch Projektzusagen der HEW, der damaligen Umweltbehörde und der Wissenschaftsbehörde unterstützt. Von Anfang an war jedoch klar, daß die Gesellschaft spätestens nach fünf, besser nach drei Jahren auf eigenen Füßen stehen sollte. Dies ist aus heutiger Sicht gelungen.

*Die Solar-Bauausstellung 2005*³⁰

Die Solar-Bauausstellung Hamburg 2005 ist Teil des EU-Projekts „European Solar Building Exhibitions“, das von der ZEBAU koordiniert wird. Dabei werden in 11 Städten aus 5 Ländern Baugebiete ausgewiesen, in denen exemplarische Solar- und Niedrigstenergiehäuser (Passivhäuser) gebaut werden. Die Ziele des Projekts sind:

- „die Entwicklung städtebaulicher Konzepte und innovativer Arealversorgungskonzepte als aktive Beiträge zum Klimaschutz, zur Nachhaltigkeit und zur Schonung der fossilen Energieträger;
- integrierte Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger und zur rationellen Energienutzung;
- die Übernahme bewährter Verfahren zur Planung, Errichtung und Nutzung im Bereich erneuerbarer Energieträger und Niedrigstenergiehäuser;
- die Präsentation und Verbreitung der baulichen Ergebnisse auf nationaler und internationaler Ebene;
- regionale Maßnahmen zur Wirtschaftsförderung und zur Wohnungsbauförderung.“

In Hamburg wurden zwei Baugebiete in Heimfeld und in Wilhelmsburg ausgewiesen. Insgesamt werden dort 151 Wohneinheiten entstehen. Das Bauvolumen beläuft sich auf 25 Mio. Euro. Der besondere Erfolg des Projektes in Hamburg liegt darin, daß alle beteiligten Behörden vorbildlich zusammengearbeitet haben, um in kürzester Zeit die Baugebiete ausweisen zu können. So ist bereits für Mitte 2005, nur zwei Jahre nach Projektstart, mit der Fertigstellung der meisten Gebäude zu rechnen, während zu Beginn allein eine Ausweisung der Gebiete nicht vor 2007 für möglich gehalten wurde. Das Projekt wurde mit rund 200.000 Euro aus öffentlichen Mitteln unterstützt. Der Hebel von mehr als 1:100 zeigt, wie im Rahmen von Public-Private-Partnerships mit einer geringen Startfinanzierung erhebliche Effekte erzielt werden können. Dabei muß man natürlich berücksichtigen, daß Wohnungen in einem ähnlichen Volumen vermutlich ohnehin gebaut worden wären, dann allerdings nicht nach modernsten energetischen Standards.

Die Vorgaben für die energetische Qualität der Gebäude in der Ausstellung waren strikt. Dennoch waren die einzelnen Grundstücke bei den Investoren sehr begehrt und es zeigt sich bereits heute, daß die Vermarktung sehr erfolgreich ist. Daß dies in Heimfeld leichter fiel als in Wilhelmsburg, wird allen, die das jeweilige Umfeld kennen, unmittelbar einleuchten. Somit hilft die Ausstellung, das Vorurteil zu widerlegen, daß ökologische Anforderungen Investoren und Endverbraucher abschrecken. Bei integrierter Planung bleiben die Mehrkosten gering, während der Nutzwert erheblich gesteigert wird.

Die Häuser der Ausstellung können von 20.5. bis 19.6.2005 besichtigt werden. Bemerkenswert ist auch, daß das Konzept der Bauausstellung im Rahmen der Partnerschaft zwischen Hamburg und Shanghai auf die chinesischen Verhältnisse übertragen werden soll. Für

³⁰ Vgl. dazu www.solar-bauausstellung.de und www.eu-exhibition.org.

2006 ist eine ökologische Bauausstellung in Shanghai geplant, die von der ZEBAU maßgeblich gestaltet wird und für die sie vor kurzem eigens eine Tochtergesellschaft gegründet hat.

Solarzentrum Hamburg

Das Solarzentrum Hamburg wird von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) und dem Zentrum für Wasser, Energie und Umwelt (ZEWU) der Handwerkskammer Hamburg getragen. Es berät Bauherren, Fachhandwerker, Planer, Investoren und Seminarveranstalter zu allen Fragen der Nutzung von Sonnenenergie. Schwerpunkte sind die Installation von PV-Anlagen und Solarkollektoren.

Das Solarzentrum wurde 2001 gegründet und hat derzeit 3 Teilzeitbeschäftigte. Es wird überwiegend von der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt finanziert.

Neben der kostenlosen Initialberatung bietet das Solarzentrum gegen eine Kostenpauschale von 150 Euro ein „Rund-um-sorglos-Paket“ für Solaranlagen an, bei dem der Förderantrag und die Anlagenauslegung im Mittelpunkt stehen. Darüber hinaus erarbeitet das Zentrum Informationsmaterial, betreut interessierte Fachfirmen und organisiert Fachseminare. Das Zentrum wurde in Hamburg sehr gut angenommen und war 2004 bis an die Kapazitätsgrenze ausgelastet.

Hamburger Wohnungswirtschaft

Während bei vielen Unternehmen der Wohnungswirtschaft immer noch erhebliche Vorbehalte gegenüber Solaranlagen bestehen, gibt in Hamburg auch eine Reihe von Vorreitern. Zu nennen sind dabei vor allem

- der Eisenbahnbauverein Harburg eG,
- die Allgemeine Deutsche Schiffszimmerer-Genossenschaft eG und
- die Mietergenossenschaft Gartenstadt Farmsen eG.

Letztere wurde für ihr Engagement beim Einsatz von Solarkollektor-Anlagen bei der Altbau-Sanierung mit dem Hamburger Solarpreis 2004 ausgezeichnet. Beispielhaft für Hamburg werden in der Gartenstadt Farmsen bis zum Jahr 2008 ca. 1.000 Wohnungen in bestehenden Mehrfamilienhäusern mit solargestützten Warmwassertechniken ausgerüstet. Die ersten 102 Wohneinheiten wurden bereits in 2003 von der Hamburger Firma ad fontes Solartechnik fertiggestellt. 80 Quadratmeter Flachkollektoren versorgen diese Wohnungen. Weitere 135 Wohnungen befinden sich in der Ausführung und die Finanzierung für die restlichen Wohneinheiten ist bis zum Jahr 2008 gesichert. Der Energiepreis, den die Mieter für die Warmwasseraufbereitung zu entrichten haben, reduziert sich von 0,15 €/kWh auf 0,03 €/kWh.

Solarschiff auf der Alster

Seit 2000 betreibt die Alstertouristik GmbH (ATG) auf der Alster ein Solarschiff, die „Alstersonne“. Der Katamaran verfügt über eigene PV-Anlage, die in sein Glasdach integriert ist und etwa 20% der benötigten Energie abdeckt. Der Rest wird von den HEW als grüner Strom bezogen, d.h. ausschließlich aus erneuerbaren Quellen. Um wetterunabhängig zu sein, verfügt das Schiff über rund 6 Tonnen schwere Gel-Batterien.

Die Investitionskosten für das Schiff waren trotz der innovativen Technik geringer als für herkömmliche Alsterschiffe. Dazu trug die leichte Bauweise als Katamaran bei sowie die Tat-

sache, daß auch die „normalen“ Alsterschiffe über große und kostenträchtige Batterien verfügen, um die Magneten zu speisen, die das Schiff am Anleger festhalten.

Die Erfahrungen der ATG mit dem Solarschiff sind durchweg gut, lediglich die Temperierung der gläsernen Fahrgastzelle erwies sich anfangs als schwierig. Neben den geringeren Investitionen und der Einsparung fossiler Energien ist es bei diesem Schiff von Vorteil, daß keine fossilen Kraft- oder Schmierstoffe in die Alster gelangen können.

Die „Alstersonne“ wurde von einer Werft am Bodensee gebaut. Bei entsprechender Nachfrage sollten jedoch auch norddeutsche Werften in der Lage sein, derartige Schiffe anzubieten.

Messen

2006 wird zum dritten Mal die Messe „WindEnergy“ in Hamburg stattfinden. Ziel der Messegesellschaft ist es, diese Veranstaltung als internationale Leitmesse für Windenergie zu etablieren. Unterstützung kommt dabei vom Verband der Maschinenhersteller VDMA sowie mehreren Herstellern. Hamburg könnte somit die HusumWind ergänzen oder mittelfristig ganz ablösen, da Husums Infrastruktur für eine internationaler werdende Leistungsschau nicht mehr ausreicht. Um die Rolle als Leitmesse konkurriert Hamburg jedoch mit der Hannover Messe sowie der „European Wind Energy Conference and Exhibition“ in London.

Als wichtige Regionalmessen für die Anbieter aus dem Gebiet der erneuerbaren Energien dienen die „NORD ELEKTRO“ und die „shk Hamburg (Messe für Sanitär, Handwerk, Klempner, Klima)“.

Einsatz von erneuerbaren Energien im Ausland durch Hamburger Schulen

Einige Hamburger Schulen sind schon seit vielen Jahren Vorreiter, wenn es darum geht, erneuerbare Energien zu nutzen. Besonders erwähnenswert erscheint Initiative „EduarD (Education and Renewable Energy and Development)“, die ursprünglich von der Gesamtschule Blankenese und der Firma selected electronic technologies (SET) in Wedel ausging. Die Initiative verknüpft deutsche Schulen und Bildungseinrichtungen im Sonnengürtel der Erde mit dem Ziel dort eine Solaranlage zu installieren. Die Schülerinnen und Schüler aus Deutschland planen die Anlagen im Rahmen ihrer schulischen Kurse und in ihrer Freizeit. Die Vorbereitung dauert zwischen 8 und 12 Monate und umfaßt neben Energietechnik und Physik auch Themen wie Landeskunde und Klimaschutz. Schließlich wird die Anlage im Rahmen einer Projektreise von den Schülern vor Ort aufgebaut.

Bisher wurden innerhalb von zweieinhalb Jahren 17 Projekte durchgeführt, an denen sich 12 Schulen sowie 300 Schüler und Lehrer beteiligten. Dabei wurden 12 Schulen elektrifiziert sowie vier Anlagen zur Feldbewässerung und zwei zur Trinkwasseraufbereitung installiert. Meist kam dabei der „COMET“ zum Einsatz, eine mobile 1 kW-PV-Anlage der Firma SET, die für verschiedenste Zwecke wie Beleuchtung, Kühlung, Wasseraufbereitung oder Pumpen eingesetzt werden kann.³¹

Die bisherigen Projekte wurden durch Spenden von Eltern, zeitweilige Zuschüsse der HEW und die Bereitstellung der Anlagen zum Selbstkostenpreis durch die SET ermöglicht.

³¹ Vgl. www.setwedel.de.

4.4. Die Situation erneuerbarer Energiequellen in vergleichbaren Städten

Berlin

Die wichtigsten Techniken zur Nutzung erneuerbaren Energiequellen in Berlin sind Solarthermie und Photovoltaik sowie in jüngster Zeit verstärkt die (feste) Biomasse. Windenergieanlagen gibt es auf Berliner Stadtgebiet nicht. Zahlen zum Absatz von Biodiesel in Berlin konnten nicht erhoben werden.

Die Nutzung der Photovoltaik ist in Berlin von 1991 bis etwa 2000 exponentiell angestiegen. Danach begann eine Sättigungsphase, die – ähnlich wie in Hamburg – bis heute andauert (vgl. Abbildung 3-1). Die installierte Leistung pro Einwohner liegt mit 1,5 W/cap noch leicht unter dem Wert von 1,7 W/cap für Hamburg (vgl. Abbildung 3-3). Bei den Berliner Zahlen ist zu berücksichtigen, daß PV-Anlagen mit einer Leistung von rund 1 MW im Zuge des Regierungsumzuges von der öffentlichen Hand installiert wurden.

Der Einsatz solarthermischer Anlagen ist in Berlin von 1993 bis 1999 ähnlich wie in Hamburg linear angestiegen. Danach erfolgte in Zusammenhang mit dem Regierungsumzug ein sprunghaftes Wachstum, in dessen Verlauf Hamburg bei den absolut installierten Quadratmetern überholt wurde. Im Jahr 2003 waren in Berlin rund 42.000 m² Kollektorfläche installiert gegenüber 31.000 m² in Hamburg (vgl. Abbildung 3-4). Bei der installierten Fläche pro 1.000 Einwohner liegt Hamburg jedoch mit rund 18 m² deutlich vor Berlin, das auf etwas mehr als 12 m² pro 1.000 Einwohner kommt (vgl. Abbildung 3-5). Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung prüft derzeit, ob die thermische Nutzung der Solarenergie mit Hilfe einer Solaranlagenverordnung vorangetrieben werden kann. Allerdings werden bei den momentanen Leerständen von mehreren hunderttausend Quadratmeter Büro- und Wohnfläche zusätzliche Kosten als problematisch angesehen. Die Senatsverwaltung bemüht sich außerdem in Verhandlungen mit dem Verband Berliner Wohnungsbauunternehmen und der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft eine Modellsanierung mit solarer Heizungsunterstützung zu entwickeln. Diese soll für die Mieter durch eine Reduzierung der Warmmiete attraktiv werden.

Bis 2001 wurden Solaranlagen vom Berliner Senat mit 1,5 bis 2 Mio. € pro Jahr gefördert. Diese Unterstützung wurde jedoch nach Inkrafttreten des EEG und wegen des Berliner Haushaltsdefizits vollständig eingestellt.

Früher existierte in Berlin auch eine sog. Solarstrombörse, bei der in Kooperation mit dem lokalen Stromversorger BEWAG Fördermittel ausgeschrieben wurden.

Derzeit gibt es noch eine Solardachbörse im Internet, die Dachflächen auf öffentlichen Gebäuden vermittelt, auf denen Solaranlagen installiert werden können. Zum Zeitpunkt der Erhebung Ende 2004 wurden ca. 150 m² auf 80 Gebäuden angeboten. Die zuständige Senatsverwaltung für Stadtentwicklung hat für die Dachflächen-Nutzung einen Rahmenvertrag entwickelt, der meist auch verwendet wird. Als Miete werden in der Regel 1,5 bis 3% der Vergütung verlangt und gezahlt. Derzeit herrscht jedoch in Berlin insgesamt nur eine geringe Nachfrage nach PV-Anlagen. Die Gründe dafür dürften ähnlich wie in Hamburg liegen, auch wenn die solare Einstrahlung in Berlin etwas höher ist.

Weiter gibt es in Berlin ein Solarkataster, in dem alle Solaranlagen in einer Internet-Datenbank erfaßt werden. Die Eintragung ist freiwillig.

Zum Thema Biomasse ist in Berlin eine private Initiative für kleine Kessel zur Verbrennung von Holzabfällen geplant. In Kürze geht ein Biomasse-Heizkraftwerk in Betrieb, das über eine Feuerungswärmeleistung von 100 MW und eine elektrische Leistung von 20 MW verfügen

wird. Betreiber wird die Firma Harpen EKT sein. Die BEWAG verbrennt Grünschnitt in ihrem Heizkraftwerk Rummelsburg mit.

Es gibt in Berlin noch zwei Fonds, aus denen Projekte zu erneuerbaren Energien direkt gefördert werden können. Zunächst ist dies der sog. E.ON-Fonds, der ursprünglich aus dem Verkauf von BEWAG-Anteilen an PreußenElektra herrührt. Die Verpflichtung wurde mittlerweile von den späteren Eigentümern E.ON und Vattenfall Europe übernommen. Es stehen noch Restmittel von 5 Mio. Euro zur Verfügung. Allerdings gibt es erhebliche Schwierigkeiten, sinnvolle Projekte zu finden, die – gemäß der Vorgaben des Entscheidungsgremiums aus Vertretern der Firmen und der Stadt – zumindest mittelfristig von kommerziellem Interesse sind. Der Berliner Energie- und Umweltfonds (BEU) stammt aus dem Verkauf der Berliner Gasbetriebe GASAG an die BEWAG und Gas de France (GdF). Er ist als Impulsfonds für Unternehmen konzipiert. Derzeit werden u.a. die Dünnschichtzellen-Produktion von SulfurCell, einer Ausgründung des Hahn-Meitner-Instituts, sowie die Firma Solon unterstützt. Es stehen noch 10 Mio. Euro zur Verfügung.

Das Berliner Energieforum (ehemals Internationales Solarzentrum) war als Zentrum für die Ansiedlung einschlägiger Unternehmen gedacht. Es hatte eine wechselvolle Geschichte, ehe es in seiner heutigen Form zustande kam. Die Baukosten wurden zu 50%, d.h. mit 20 Mio. Euro, aus Mitteln der „Gemeinschaftsaufgabe Aufbau Ost“ finanziert. Als Generalunternehmer fungierten die Firma Hanseatica und die RV-Versicherung. Träger ist der Berliner Bezirk Kreuzberg-Friedrichshain. Heute ist das Energieforum zu 70% vermietet und dient vor allem als Sitz von Unternehmen und Verbänden, die aber nicht nur aus der Solarbranche stammen.³² Das geplante Kommunikationszentrum zur Solarenergie ist noch nicht in Betrieb. Nach langen Diskussionen wird derzeit eine „kleine Lösung“ angestrebt, die aus dem E.ON-Fonds bezuschußt werden soll.

Berlin ist Vorreiter beim Einspar-Contracting für öffentliche Gebäude. Insgesamt wurden 20 Pools mit 1.500 Gebäuden ausgeschrieben und vergeben. Damit werden 30% aller öffentlichen Gebäude in Berlin über Contracting-Unternehmen versorgt. Die Berliner Energietage sind eine der bekanntesten Messen für effiziente Energienutzung und erneuerbare Energien in Deutschland. Die Senatsverwaltung gibt nach wie vor umfangreiches Informationsmaterial zu Energiefragen heraus. Eine finanzielle Förderung erneuerbarer Energien über das EEG hinaus findet – mit Ausnahme der beiden beschriebenen Fonds – nicht mehr statt.

*Wien*³³

Die Entwicklung der Solarthermie verlief in Wien ähnlich wie in Hamburg. Von 1993 bis 2003 gab es ein weitgehend lineares Wachstum der installierten Kollektorfläche von 400 auf 18.000 m² (vgl. Abbildung 3-4). Dabei wurden in den letzten Jahren im Mittel jeweils rund 2.000 m² Kollektorfläche installiert. Von 2000 bis 2003 waren die zugebauten Flächen jedoch rückläufig. Die spezifische Kollektorfläche liegt mit knapp 12 m² je 1.000 Einwohner in der gleichen Größenordnung wie in Berlin, jedoch deutlich unter dem Hamburger Wert von 18 m² je 1.000 Einwohner (vgl. Abbildung 3-5).

Wien bildet damit in Österreich das Schlußlicht unter den Bundesländern. Insgesamt waren 2003 in Österreich 2,1 Mio. m² Kollektorfläche installiert, das entspricht ca. 250 m² je 1.000 Einwohner. Im selben Jahr wurden in Österreich mehr als 400.000 m² Kollektorfläche

³² Vgl. www.energieforum-berlin.de.

³³ Quelle: Austria Solar (www.austriasolar.at); J. Fechner, Solarnet.

im Wert von rund 240 Mio. € produziert, von denen nur knapp die Hälfte im Land selbst eingebaut wurden.

Wien unterscheidet sich generell in seiner Energieversorgung vom Rest des Landes. Insgesamt 19% der Heizwärme wird in Österreich aus fester Biomasse (Holz) gewonnen. In Wien beträgt der Anteil dagegen weniger als 1%. Über die Nutzung der Photovoltaik in Wien konnten keine Daten erhoben werden. Die Installationszahlen sind nach Aussage des Verbandes Austria Solar sehr gering.

Wien hat eine Initiative gestartet, um die Solarenergie massiv auszubauen. In ihrem Klimaschutzprogramm (KliP) hat sich die Stadt u.a. zum Ziel gesetzt, bis 2010 mindestens 40.000 Wohnungen mit thermischer Solarenergie zu versorgen. Dies entspricht einer Kollektorfläche von 300.000 m². Um diese Ziele zu erreichen, werden Solarkollektoren seit Anfang 2004 finanziell gefördert. Für reine Warmwassersysteme beträgt der Zuschuß 30% der Investitionskosten, maximal jedoch 500 Euro pro Anlage plus 150 Euro je Quadratmeter für Flachkollektoren bzw. 200 €/m² für Röhrenkollektoren. Bei Systemen mit Heizungsunterstützung können 40% der Kosten zugeschossen werden, die spezifische Förderung beträgt 200 bzw. 250 €/m². Die Förderung erhöht sich um 20 €/m², wenn ein Monitoringsystem eingebaut wird. Erste Erfolge des Förderprogramms zeigen sich bei den Zubauzahlen, die von 1.300 m² in 2003 auf 2.000 m² in 2004 angestiegen sind. Die Förderaktion ist zunächst bis Ende 2006 befristet.

5. Vorschläge

Hamburg hat die Chance, ein internationales wirtschaftliches Zentrum für erneuerbare Energien zu werden. Die Voraussetzungen für eine solche Rolle sind:

- Kristallisationskeime, d.h. eine ausreichende Zahl von Unternehmen, die bereits auf diesem Gebiet tätig sind;
- eine Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur, die den Unternehmen Ideen für Produkt- und Prozeßinnovationen liefert, und ihnen hilft, aktuelle Probleme zu lösen;
- etablierte Netzwerke aus großen und kleinen Unternehmen sowie Forschung und Entwicklung, die sich gegenseitig befruchten und Lieferbeziehungen mit kurzen Wegen eingehen können;
- eine internationale Infrastruktur;
- internationale Handelsbeziehungen;
- politische Unterstützung durch die Führung der Stadt;
- lokale Referenzanwendungen und lokale Ziele, die das Vertrauen in die Entwicklung widerspiegeln.

Ein Teil dieser Voraussetzungen sind in Hamburg in hervorragender Weise erfüllt. Wie in Kap. 4.1 gezeigt gibt es bereits eine ganze Reihe einschlägig tätiger Unternehmen. Hamburg verfügt als führender internationaler Wirtschaftsstandort über die nötige Infrastruktur und entsprechende Handelsbeziehungen. In den Bereichen Forschung und Entwicklung, Referenzanwendungen und Ziele gibt es jedoch Potential für Verbesserungen. Ein dynamisches Vorgehen auf diesen Feldern würde die politische Unterstützung der Stadt für eine Rolle Hamburgs als Zentrum der erneuerbaren Energien dokumentieren.

Die Aktivitäten zu erneuerbaren Energiequellen sollten nicht isoliert geplant und umgesetzt werden. Vielmehr ist eine enge Verzahnung mit Anstrengungen, die Energieeffizienz zu verbessern, und mit anderen innovativen Energietechniken wie Brennstoffzellen und Wasserstoff erforderlich. Dabei ist es wichtig, Strukturen zu schaffen, die dazu beitragen, daß verschiedene Behörden und Ressorts konstruktiv zusammenarbeiten. Es wird daher vorgeschlagen, die Funktion eines „Koordinators Energietechnik in Hamburg“ zu schaffen. Hauptziel sollte es dabei sein, die Vernetzung der vorhandenen Aktivitäten zu verbessern. Diese Funktion könnte von einer Person, einem Unternehmen oder einer der beteiligten Fachbehörden übernommen werden. Dabei sollten vorhandene Strukturen ausgebaut und optimiert werden.

In Zeiten knapper Kassen und da der wirtschaftliche Nutzen zu einem erheblichen Teil bei den Unternehmen liegen würde, kann es bei der vorgeschlagenen Initiative nicht um groß angelegte Programme gehen, die aus öffentlichen Mitteln finanziert werden. Es bietet sich vielmehr an, das vieldiskutierte Konzept der „Public-Private-Partnerships“ zu nutzen. Dabei sollten die Kosten einzelner Vorhaben von den interessierten Unternehmen und der Stadt gemeinsam getragen werden. Die Aufteilung und die Organisationsform können dabei von Fall zu Fall unterschiedlich sein.

Hamburg sollte bei den Diskussionen um die Förderung erneuerbarer Energien auf Bundesebene eine konstruktive Rolle einnehmen. Dies gilt für die Weiterentwicklung des EEG ebenso wie für die Überlegungen, künftig auch den Einsatz erneuerbare Energien im Wärmemarkt stärker voranzutreiben.

5.1. Anwendung erneuerbarer Energien in Hamburg

5.1.1. Technik-übergreifende Vorschläge

Da mangelnde Information immer wieder als Haupthindernis für den Einsatz erneuerbarer Energien genannt wird, könnte eine lokale PR-Kampagne in Hamburg gestartet werden. Als Ziele kommen dabei sowohl ein verbessertes Image der erneuerbaren Energien als auch sachliche, herstellerunabhängige Information über Technik, Kosten und wirtschaftliche Bedeutung in Betracht. Darüber hinaus sollte die in Hamburg vorhandene Kompetenz zu regenerativen Energien herausgestrichen werden. Eine derartige Kampagne sollte als Public-Private-Partnership organisiert und zum überwiegenden Teil von den in Hamburg ansässigen Unternehmen der Branche finanziert werden.

In Anlehnung an www.windmesse.de könnte eine Internet-Plattform geschaffen werden, auf der sich Interessenten gezielt über Techniken, Referenzprojekte und Anbieter der verschiedenen Varianten, erneuerbare Energien in Hamburg zu nutzen, informieren können. Die Seite könnte auch auf Hamburger Verhältnisse abgestimmte Investitionsrechner für PV- und Solarkollektor-Anlagen bereitstellen, mit denen Investitionen in Standardanlagen beispielhaft durchkalkuliert werden können.

Eine wichtige Zielgruppe der Kampagne könnten die Schulen in Hamburg sein. Hier gibt es bereits vielfältige Aktivitäten, die unterstützt und ausgebaut werden könnten. Als besonders lehrreich haben sich die Projektreisen erwiesen, bei denen Hamburger Schulklassen den Aufbau von Energieanlagen in Entwicklungsländern zunächst im Unterricht vorbereitet und dann selbst ausgeführt haben.³⁴ Es sollte nach Möglichkeiten gesucht werden, mehr derartige Projekte durchzuführen, da sie einen besonders breiten Nutzen, auch über die Energiefrage hinaus, haben.

Das Hamburger Netzwerk zum Thema „Erneuerbare Energien“ sollte ausgebaut werden. Nach dem Vorbild des Windenergie-Stammtisches, der weit über Hamburg hinaus Interesse findet, könnten ähnliche Veranstaltungen auch für andere Technikbereiche initiiert werden. Sie sollten regelmäßig etwa einmal pro Monat stattfinden. Informationsveranstaltungen zur Nutzung von Holz, beispielsweise, stoßen derzeit auf reges Interesse und könnten ohne großen Aufwand verstetigt werden.

Zudem könnte – zunächst einmalig, bei Bedarf auch in regelmäßigen Abständen – ein „Tag der Erneuerbaren Energien“ veranstaltet werden, bei dem sich die in Hamburg tätigen Firmen der Branche präsentieren können, um Kooperationspartner zu finden sowie Erfahrungen und Ideen auszutauschen.

Darüber hinaus sollte ein Treffen der Erneuerbare-Energien-Branche mit traditionellen Unternehmen (vor allem aus der Wohnungs- und Baubranche) auf Vorstandsebene arrangiert werden. Ziel sollte es sein, gegenseitige Vorurteile abzubauen, aber auch gemeinsame Vorhaben der Hamburger Wirtschaft anzudenken.

Die Stadt sollte sich gezielt darum bemühen, Zuliefer-Betrieb in Hamburg anzusiedeln, um größere Hersteller der Branche, die meist eine geringe Fertigungstiefe haben, nach Hamburg zu locken oder an Hamburg zu binden (vgl. Kap. 5.1.2).

Um ihr Engagement für das Thema „Erneuerbare Energien“ zu unterstreichen sollte die Stadt Ziele für die angestrebte PV- und Kollektorfläche sowie die Biomasse-Nutzung pro Kopf

³⁴ Vgl. dazu www.gsbl-hh.de/Schwerpunkte/Solarenergie.php

der Bevölkerung setzen und deren Umsetzung im Dialog mit den Unternehmen und den Einwohnern vorantreiben.

5.1.2. Windenergie

In Hamburg sind nur noch wenige Standorte für Windenergieanlagen verfügbar. Diese könnten den in Hamburg angesiedelten Windenergie-Unternehmen für Pilot- und Referenzanlagen zur Verfügung gestellt werden, um deren Marketing zu unterstützen. Anlagen in exponierter Lage könnten das Bekenntnis der Stadt zu einer Rolle als Zentrum der Windenergie-Industrie unterstreichen.

5.1.3. Photovoltaik

Die Förderung durch das EEG ist auch in Hamburg ausreichend, obschon die erzielbare Rendite etwas kleiner ist als in Süddeutschland. Eine zusätzliche finanzielle Förderung erscheint daher nicht nötig und würde vermutlich auch wenig Wirkung zeigen.

Um privaten Investitionen anzuregen, sind eher gezielte Informations- und Werbemaßnahmen erforderlich. Die Möglichkeiten und (realen) Kosten der Photovoltaik werden in der Bevölkerung immer noch falsch eingeschätzt. Es ist zu wenig bekannt, daß es mittlerweile erprobte Standardlösungen gibt, die als selbstverständliche Bestandteile eines Neubaus oder einer Sanierung eingesetzt werden könnten. Mit Hilfe der oben beschriebenen PR-Kampagne könnte versucht werden, diese Information zu transportieren und ein weit verbreitetes positives Image von Photovoltaik in Hamburg aufzubauen.

Da renditeorientierte Investoren für Großprojekte Standorte in Süddeutschland bevorzugen, sind solche Vorhaben in Hamburg eher als Beteiligungsprojekte für Bürger vorstellbar, die selbst nicht über eine geeignete Dachfläche verfügen, aber lieber in eine lokale Anlage als eine mit maximalem Ertrag investieren möchten. Die Generierung solcher Projekte könnte wiederum über Public-Private-Partnerships organisiert werden, bei denen die Stadt eine Katalysator-Rolle einnimmt. Diese könnte beispielsweise darin bestehen, öffentliche Dachflächen einzubringen. Wenn die Nachfrage wächst, sollte auch über die Einrichtung einer Dachflächenbörse nachgedacht werden. Allerdings scheint der Bedarf dafür derzeit noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden zu sein.

Zudem könnten Unternehmen und Senat gemeinsam versuchen, in Hamburg gezielt private Investitionsmittel für rentable PV-Projekte in Entwicklungs- und Schwellenländern einzuwerben. Der Senat könnte dies mit Bürgschaften und durch das Einbringen seiner internationalen Kontakte unterstützen. Für erste Projekte würde sich die Partnerstädte Leon und Shanghai anbieten.

Es sollte zusammen mit der Alstertouristik (ATG) sowie den ortsansässigen Werften und PV-Unternehmen überlegt werden, wie der Einsatz von **Solarschiffen** auf der Alster ausgeweitet werden kann. Insgesamt könnte die touristische Schifffahrt auf Binnengewässern ein interessanter Markt für Hamburger Unternehmen werden. Gleichzeitig könnten derartige Schiffe als Werbeträger für den maritimen Einsatz von PV-Anlagen, z.B. auf privaten Segelschiffen und Yachten dienen.

5.1.4. Solarthermie

Die Hamburger Förderung von Sonnenkollektoren und die in diesem Zusammenhang aufgebaute Infrastruktur (Solarzentrum, Handwerker aus- und -weiterbildung etc.) werden als vorbildlich angesehen. Besonders die Kontinuität der Unterstützung wird gelobt. Die Förderung der Handwerksbetriebe sollte daher erhalten bleiben. Die generelle Bindung der Zuschüsse an eine von unabhängiger Seite überwachte Ertragsgarantie könnte eine sinnvolle Ergänzung bilden, da von mehreren Seiten (in der überwiegenden Zahl der Installationen nicht gerechtfertigte) Zweifel an der Funktionsfähigkeit der Kollektoranlagen als wichtiges Hemmnis für eine Investitionsentscheidung genannt wurden. Bei größeren Anlagen wurden hier bereits gute Erfahrungen gemacht.

Die Möglichkeiten und (realen) Kosten der Solarthermie werden in der Bevölkerung immer noch falsch eingeschätzt. Es ist zu wenig bekannt, daß es mittlerweile erprobte und verlässliche Standardlösungen gibt, die als selbstverständliche Bestandteile eines Neubaus oder einer Sanierung eingesetzt werden könnten. Mit Hilfe der o.a. PR-Kampagne könnte versucht werden, Information zu transportieren und ein weit verbreitetes positives Image von Solarthermie in Hamburg aufzubauen.

Von den Unternehmen der Branche wurde immer wieder ein solares Wärmegesetz analog zum EEG ins Gespräch gebracht. Dies liegt jedoch nicht in der unmittelbaren Kompetenz des Senates, wenn man einmal von der Möglichkeit einer Bundesratsinitiative absieht. Die Umsetzung eines solchen Gesetzes erscheint mir als problematisch, da die Anbieter der verdrängten Energie (hier: Öl, Gas) nicht wie beim Strom direkt zur Finanzierung herangezogen werden können. Dies wäre nur über eine allgemeine Umlage (= Steuer) auf fossile Brennstoffe möglich, die politisch derzeit wenig populär sein dürfte. Die Suche nach einer praktikablen Lösung, die das Ungleichgewicht der Förderung im Strom- und Wärmebereich aufheben würde, ist dennoch eine wichtige Aufgabe, an der sich auch Hamburg aktiv beteiligen sollte.

Der Senat hat die Möglichkeit, generell über die Bauordnung oder im Einzelfall im Bebauungsplan solare Komponenten in der Energieversorgung vorzuschreiben. Die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt macht von dieser Möglichkeit auch bereits im Rahmen der solaren Bauleitplanung Gebrauch und ist damit Vorreiter in Deutschland. Allerdings fordern Vorschriften oft den Widerspruch der Betroffenen heraus. Es sollte daher überlegt werden, ob die Anforderungen an den Energieverbrauch nach Energieeinspargesetz von Fall zu Fall zu verschärft werden können. Gleichzeitig sollte den Investoren die Wahl gelassen werden, ob sie diese Auflage über die Bautechnik (Dämmung, Wärmerückgewinnung etc.), mit Hilfe von Solarkollektoren oder durch eine Biomasse-Heizung erfüllen wollen. Einem solchen Vorgehen steht derzeit allerdings die Zuständigkeit des Bundes für die energetische Qualität von Gebäuden entgegen.

Alternativ dazu könnte im Rahmen der Erteilung von Baugenehmigungen für größere Vorhaben eine gezielte Beratung hinsichtlich der Nutzung erneuerbarer Energiequellen verlangt werden. Firmen, die nachweislich über eigene Fachleute für erneuerbare Energien oder einschlägige Referenzbauten verfügen, könnten davon ausgenommen werden.

Das Solarzentrum Hamburg wird als Beratungseinrichtung sehr gut angenommen. Allerdings ist es noch nicht ausreichend bekannt und stößt schon jetzt an seine Kapazitätsgrenzen. Hinzu kommt, daß es aufgrund seiner Lage an der B73 in Harburg keine Laufkundschaft

hat, sondern nur Besucher, die gezielt dort hinkommen. Es sollte daher überlegt werden, ob das Solarzentrum an einen repräsentativeren Ort umziehen und in seiner Kapazität erweitert werden kann. Die Beratungstätigkeit könnte dabei um die Biomassenutzung zu Heizzwecken erweitert werden.

Sehr hilfreich wären technische und ökonomische Standardlösungen für den Einbau von Solarkollektoren im Rahmen von Altbausanierungen, da die Neubautätigkeit weiterhin gering ist. Vorstellbar wären hier Kombipakete aus Solarkollektoren und PV-Modulen, bei denen die Photovoltaik die Solarthermie mitfinanziert. Ein gezieltes F&E-Vorhaben sowie die Demonstration einer solchen Lösung an einem öffentlichen Gebäude könnten helfen, die Aufmerksamkeit potentieller Investoren zu gewinnen. Um die Furcht vor Haftung für Dachundichtigkeiten zu mindern, sollte über eine spezielle Versicherung nachgedacht werden, die derartige Schäden abdeckt. Um dies zu bezahlbaren Tarifen anbieten zu können, ist eine formelle Qualitätssicherung erforderlich.

5.1.5. Biomasse

Biomasse-Anlagen, die ausschließlich Wärme bereitstellen, sind gegenüber denjenigen, die auch Strom erzeugen und Vergütungen nach dem EEG erhalten, benachteiligt. Die Hamburger Förderung für Holzpellet-Heizkessel kompensiert diesen Nachteil zumindest zum Teil.

Auch auf diesem Gebiet herrscht ein erheblicher Mangel an Informationen über die Möglichkeiten, Holz als Energieträger zu nutzen, den Stand der Technik und deren Kosten. Diesem könnte im Rahmen der bereits erwähnten PR-Kampagne entgegengewirkt werden. Zudem könnten Informationen zur Nutzung von Biomasse auch im Rahmen der weiter oben vorgeschlagenen Internetplattform zur Verfügung gestellt werden.

Es gibt in Hamburg sowohl ein Angebot an als auch eine Nachfrage nach Holzmengen zur energetischen Nutzung. Diese finden jedoch nicht zusammen. Hier erscheint die Einrichtung einer Koordinationsstelle sinnvoll, die einschlägige Informationen sowohl an private Verbraucher als auch an Unternehmen in Hamburg vermittelt. Diese Stelle sollte neben technischer auch betriebswirtschaftliche Kompetenz haben und könnte am Solarzentrum angesiedelt werden. Dabei sollte eine Vernetzung mit den Hochschulen und der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft angestrebt werden.

Die Stadt sollte die Holzmengen, die auf öffentlichen Flächen anfallen, für die energetische Nutzung verfügbar machen.

Es ist ein integriertes Konzept für die Nutzung von Altholz und Frischholz anzustreben, um die Ressourcenbasis zu verbreitern und Versorgungsengpässe zu vermeiden. Dies würde außerdem eine Mischkalkulation bei den Unternehmen zulassen, die dazu beiträgt, attraktive und stabile wirtschaftliche Bedingungen für die Holznutzung zu schaffen.

Die Ölmühle Hamburg gibt an, daß die in der Öffentlichkeit diskutierten technischen Probleme beim Einsatz von Biodiesel in PKW gelöst seien. Über diese Aussage besteht aber kein Konsens, so daß hier eine Verifizierung notwendig ist, die aber über den Rahmen dieser Studie hinaus gehen würde. Gegebenenfalls könnte Biodiesel dann auch zum Thema der o.a. PR-Kampagne werden. Es könnte zudem darauf hingewiesen werden, daß Biodiesel auch in Blockheizkraftwerken einsetzbar ist.

Es sollte überlegt werden, wie der Einsatz von Biodiesel anstelle von fossilem Diesel für die Binnenschifffahrt vorangetrieben werden kann. Dies hätte den zusätzlichen Vorteil, daß

die Gefahr einer Verschmutzung der Alster mit fossilen Kraftstoffen verringert würde. Allerdings unterliegt der fossile Treibstoff der Binnenschiffe nicht der für Diesel üblichen Mineralölsteuer, so daß der finanzielle Anreiz einer Steuerbefreiung wie im Straßenverkehr entfällt.

5.2. Ansiedlung und Bindung von Unternehmen in Hamburg

5.2.1. Windenergie

Hamburg könnte zum Drehkreuz für die Internationalisierung der deutschen Windenergiebranche und den Markt für Offshore-Windenergieanlagen werden. Immer mehr Unternehmen orientieren sich aus dem Umland nach Hamburg, um dessen internationale Infrastruktur zu nutzen. Bisher hat sich diese Entwicklung weitgehend ohne Beteiligung des Senats abgespielt.

Als wichtigste Voraussetzungen für eine stabile Entwicklung in diese Richtung wurde von den Unternehmen immer wieder das Bekenntnis des Senats zu Hamburg als führendem Standort für Windenergie-technik genannt. Dies ist deshalb besonders wichtig, weil die mit Hamburg konkurrierenden Standorte in Norddeutschland die volle Rückdeckung ihrer jeweiligen Landesregierung genießen.

Ein wichtiges Element für die Aufwertung des Windenergie-Standortes Hamburg ist der Ausbau der Messe „WindEnergy“ zur internationalen Leitmesse. Die Chancen dafür stehen gut, da wichtige Hersteller den Plan unterstützten, die Infrastruktur in Husum für eine weitere Internationalisierung der dortigen Messe nicht ausreicht und die Hannover-Messe als zu groß angesehen wird. Allerdings konnten zwei führende Hersteller bisher nicht für Hamburg als Messe-Standort gewonnen werden. Es wird als sehr hilfreich angesehen, wenn führende Hamburger Politiker künftig bei der „WindEnergy“ und anderen einschlägigen Veranstaltungen in Hamburg auftraten. Bei der konkurrierenden Veranstaltung in London waren der britische Energieminister und der Bürgermeister anwesend, was von den Teilnehmern als sehr positives Signal gewertet wurde.

Politische Unterstützung könnte auch notwendig werden, um das Problem der Netzkapazitäten für die Aufnahme von Strom aus Windenergieanlagen, insbesondere für Offshore-Windparks, zu lösen.

Wie oben beschrieben benötigt ein führender Standort eine entsprechende Infrastruktur in Forschung, Entwicklung und Ausbildung. Ein Ansatz wäre die Etablierung eines Ingenieur-Studiengangs für „Erneuerbare Energien, insbes. Windenergie und Biomasse“ mit Schwerpunkt auf klassischem Maschinenbau und Elektrotechnik an der HAW und / oder der TU Hamburg. Dies könnte wiederum als Public-Private-Partnership im Rahmen einer Stiftungsprofessur geschehen, für die eine der Hochschulen die Infrastruktur bereitstellt. Dabei kann auf vorhandene Kompetenz zurückgegriffen werden (vgl. Kap. 4.2).

Ein solcher Studiengang existiert bisher in Deutschland nur am Institut für Flugzeugbau der Universität Stuttgart. Andere Angebote beziehen sich eher auf Potentialabschätzungen, Machbarkeitsanalysen und wind- bzw. biomasse-spezifische Themen. Allerdings haben im Januar 2005 sechs schleswig-holsteinische Hochschulen, darunter die FH / Universität Flensburg, die FH und die Universität Kiel sowie die FH Westküste die Gründung eines „Kompetenzzentrum Windenergie“ bekanntgegeben, das mit 4 Mio. € im Jahr ausgestattet sein wird. Mit den Arbeitsschwerpunkten Mechanik, Elektrotechnik und Informatik, Umwelt und Energiewirtschaft wollen die Verantwortlichen des Zentrums unter anderem Fragestellungen zu

Rotorblättern, Blitzschutz, neuen Turmkonzepten, Offshore-Windparks, Schall und Schattenwurf sowie dem Energiemanagement nachgehen.

Auf dem Gebiet der Forschung wäre es hilfreich, eine Koordinationsstelle zu schaffen, die den Hochschulen dabei hilft, EU-Mittel einzuwerben und Projekte zu koordinieren. Die Antragstellung bei der EU ist mittlerweile so komplex geworden und ändert sich so häufig, daß einzelne Professoren und Institute dies kaum noch leisten können. Außerdem ist die Koordination derartiger Projekte inzwischen so aufwendig, daß hier eine professionelle Stelle die Wissenschaftler erheblich entlasten und für ihre eigentliche Aufgabe, das Forschen, freihalten würde. In Bayern wird dies mit Hilfe der „Bayern Innovativ - Gesellschaft für Innovation und Wissenstransfer mbH“ erfolgreich praktiziert.³⁵

Neben der Ausbildung an Hochschulen sollten auch im Handwerk neue Berufsbilder mit Bezug zu erneuerbaren Energien etabliert werden, z.B. der Windenergieanlagen-Techniker. Parallel dazu müßte das Thema verstärkt Eingang in die Lehrpläne der Hamburger Berufsschulen finden. Als Beispiel kann die Ausbildung zum Servicetechniker am Bildungszentrum für Erneuerbare Energien (BZEE) in Husum dienen.

Die in Hamburg angesiedelten Hersteller würden eine gezielte Ansiedlung von Zulieferern begrüßen, da sie selbst meist nur eine geringe Fertigungstiefe haben. Bisher sitzen viele Zulieferer von Standardkomponenten in Süddeutschland oder im Ausland. Kürzere Wege würden eine Kooperation in vielen Fällen erleichtern, da neue Ideen schneller diskutiert und umgesetzt und Probleme einfacher behoben werden können.

Weil die Komponenten der Windenergieanlagen immer größer werden und das internationale Geschäft immer mehr an Bedeutung gewinnt, könnte die Verfügbarkeit von Flächen mit Kränen und Hallen sowie Hafen- und Bahnanschluß, die sich für die Produktion und die Verschiffung großer Komponenten eignen, die Ansiedlung von Unternehmen voranbringen. Da in anderen Küstenstandorten wie Husum oder Rostock bereits intensive Anstrengungen unternommen werden, eine Infrastruktur für Offshore-Windenergieanlagen aufzubauen, sollte Hamburg hier Kooperationspartner (z.B. in Cuxhaven oder Brunsbüttel) suchen, um eine allzu scharfe Konkurrenz um Standorte zu vermeiden.

5.2.2. Photovoltaik & Solarthermie

Die Unternehmen der PV- und der Solarthermie-Branche würden gerne größere Demonstrations-Anlagen in Hamburg realisieren, die als Referenzprojekte für Kunden dienen können. Dies wäre – zumindest im Falle der Photovoltaik – mit Hilfe des EEG ohne weitere Förderung möglich. Es erscheint allerdings schwierig, die Eigentümer von geeigneten Dachflächen für solche Projekte zu interessieren. Hier könnte die Stadt helfen. Insbesondere würde sich die HafenCity für derartige Leuchtturm-Projekte eignen. Die Erfahrungen der Solarbauausstellung zeigen, daß innovative Ansätze weder die Investoren noch deren Kunden abschrecken, sondern im Gegenteil gerade in der schwierigen Situation der Bauwirtschaft ein hilfreiches Marketing-Argument sein können. Insofern sollten in den nächsten Bauabschnitten gezielt einzelne Gebäude für Pilotvorhaben vorgesehen werden. Wenn diese sich als erfolgreich erweisen, könnte ihr Anteil in späteren Phasen erweitert werden. Aufgrund der vorherrschenden Glas-Architektur bietet sich hier besonders die Integration von PV-Anlagen in die Fassaden an.

³⁵ Vgl. www.bayern-innovativ.de und www.eu-netz-bayern.de.

Für die kleineren Unternehmen der beiden Branchen wäre ein gemeinsamer Standort mit Büro-, Logistik- und Produktionsflächen sowie Veranstaltungsräumen interessant. Dadurch ließen sich kurze Wege im Informationsaustausch realisieren und Synergien schaffen. Die Gründung von kleinen und mittleren Unternehmen in oder die Umsiedlung von solchen Unternehmen nach Hamburg könnte durch Starthilfen unterstützt werden. Dies würde die Konkurrenz durch Investitionshilfen in den neuen Bundesländern abmildern.

Schnell wachsende Unternehmen sehen sich oft erheblichen Liquiditätsproblemen gegenüber, obwohl die Geschäfte glänzend laufen. Hier könnte durch Bürgschaften geholfen werden. Das von der Bürgschaftsgemeinschaft Hamburg GmbH angebotene Volumen von 1 Mio. € hat sich dabei angesichts der hohen Wachstumsraten in einigen Fällen als zu klein erwiesen.

Der Senat sollte zudem seine internationalen Beziehungen nutzen, um Pilotprojekte auf internationaler Ebene anzustoßen. Ein interessantes Beispiel hierfür ist der Transfer des Konzeptes der Hamburger Solarbauausstellung nach Shanghai, der im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt durch die ZEBAU koordiniert wird. Es sollte im weiteren Verlauf des Vorhabens darauf geachtet werden, daß die Hamburger Unternehmen auch die Chance erhalten, ihre Techniken dort darzustellen.

An der HAW, der TU-HH und der HfBK gibt es vielfältige Kompetenz zur Nutzung der Solarenergie beim Bauen und Sanieren. Im Zuge der geplanten Gründung einer Bauhochschule in Hamburg sollten die Aktivitäten im Bereich erneuerbare Energien und effiziente Energienutzung zu einem Institut und / oder einem Studiengang gebündelt werden. Die dazu nötigen Professuren sind bereits vorhanden. Es fehlt aber an einer gemeinsamen Infrastruktur. Außerdem müßten die Forschungsmöglichkeiten der FH-Professuren durch Schaffung entsprechender Assistenten-Stellen erweitert werden.

Um eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit weiteren verwandten Tätigkeitsfeldern zu unterstützen und um die Gründung der Bauhochschule nicht zu verkomplizieren, könnte man auch darüber nachdenken, ein unabhängiges Forschungsinstitut für „Effiziente Energienutzung und erneuerbare Energien in Gebäuden“ zu gründen. An dieses Institut könnten dann verschiedene Hochschulen Professoren für einen Teil ihrer Forschungstätigkeit entsenden.

Falls für die Bauhochschule ein neues Gebäude errichtet wird, sollte die Ausschreibung neben einer herausragenden Architektur unbedingt richtungsweisende Elemente der effizienten Energienutzung und des Einsatzes erneuerbarer Energien verlangen. Dabei ist es entscheidend, daß dies vom ersten Moment an geschieht. Die nachträgliche Ergänzung einmal erstellter Pläne um die genannten Elemente ist meist schwierig und teuer, während bei frühzeitiger Berücksichtigung nur geringe oder gar keine Mehrkosten zu erwarten sind.

5.2.3. Biomasse

Hamburg könnte dank seiner Lage und Infrastruktur zum Zentrum für den Handel mit Biomasse-Brennstoffen und deren Logistik werden. Ein Vergleich mit Süddeutschland, Österreich oder Skandinavien zeigt, daß in Norddeutschland noch erheblicher Nachholbedarf bei der Nutzung von Biomasse - insbesondere Holzhackschnitzeln, Holzpellets und Holzbriketts - besteht. Mit einer professionellen Versorgungsstruktur sowie einer gezielten Vermarktung ist das wirtschaftliche Potential in Hamburg und den benachbarten Flächenstaaten erheblich. Zudem zeigt sich mehr und mehr, daß auch eine Verschiffung von Holzhackschnitzeln wirtschaftlich interessant werden könnte. Einzelne Unternehmen, darunter alteingesessene

Brennstoffhändler, sind auf diesem Gebiet bereits aktiv und betreiben von Hamburg aus nationale und internationale Handelsaktivitäten. Die Stadt könnte diese Entwicklung durch Pilotvorhaben und Unterstützung beim Aufbau eines entsprechenden Netzwerkes vorantreiben. Dabei kann auch die weiter oben vorgeschlagene Biomasse-Koordinierungsstelle von Nutzen sein.

Anhänge

Gesprächspartner

- ad fontes Solartechnik GmbH
- ADM-Oelmühle Hamburg AG
- Bundesverband Solarindustrie e.V.
- Bundesverband Windenergie e.V.
- CIS-Solartechnik GmbH
- Commerzbank AG
- Conergy AG
- Deutsche BP AG, Geschäftsbereich Solar
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. / LV Hamburg Schleswig-Holstein e.V.
- EECH European Energy Consult Holding AG
- elexyr Unternehmensberatung für die regenerative Energiewirtschaft
- GEE Gesellschaft für Erneuerbare Energien mbH & Co. KG
- Germanischer Lloyd WindEnergie GmbH
- Hamburg Messe und Congress GmbH
- Hamburgische Electricitäts-Werke AG
- Hamburgische Wohnungsbaukreditanstalt
- Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)
- HSH Nordbank AG
- Lichtblick - die Zukunft der Energie GmbH
- Max Bahr Holzhandlung GmbH & Co. KG
- Müllverwertung Borsigstrasse GmbH (MVB)
- NEA Norddeutsche Energieagentur für Industrie und Gewerbe GmbH
- Nordex AG
- P&T Technology AG
- REPower Systems AG
- selected electronic technologies GmbH
- Sharp Electronics (Europe) GmbH
- smart dolphin GmbH
- Solara AG
- Solarnova Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH
- Solarzentrum Hamburg
- SUMBI Ingenieurbüro für Sozial- & Umweltbilanzen
- Sun Energy GmbH
- SunTechnics Solartechnik GmbH
- Technische Universität Hamburg-Harburg
- Velux Deutschland GmbH
- Verband norddeutscher Wohnungsunternehmen e.V.
- Voltwerk AG
- ZEBAU Zentrum für Energie, Bauen, Architektur, Umwelt GmbH

Abkürzungsverzeichnis

B	Berlin
c€	Euro-Cent
1/ cap	per capita = pro Einwohner
CdTe	Cadmium-Tellurid
CIS	Kupfer-Indium-Selenit (CuInSe ₂)
BFH	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft
D	Deutschland
€	Euro
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz von 2000 (Novellierung 2004)
EU	Europäische Union (hier EU-15, also vor dem 1.5.2004, wenn nicht ausdrücklich anders beschrieben)
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
GaAs	Gallium-Arsenid
GW	Gigawatt = 1.000 → MW
GWh	Gigawattstunde = 1.000 → MWh
h	Stunde(n)
HAW	Hochschule für angewandte Wissenschaften, Hamburg
HEW	Hamburgische Electricitäts-Werke AG
HH	(Hansestadt) Hamburg
km ²	Quadratkilometer = 1.000.000 → m ²
kW	Kilowatt = 1.000 Watt
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m ² ·a)	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
m ²	Quadratmeter
MW	Megawatt = 1.000 → kW = 1 Mio. Watt
MWh	Megawattstunde = 1.000 → kWh
NO _x	Stickoxide
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PV	Photovoltaik
SO ₂	Schwefeldioxid
StrEG	Stromeinspeisegesetz von 1990
TU-HH	Technische Universität Hamburg-Harburg
TWh	Terawattstunde = 1.000 → GWh

Dank

Ich möchte es an dieser Stelle nicht versäumen, all denjenigen zu danken, die zum Zustandekommen der Studie beigetragen haben. An erster Stelle sind dies meine Interviewpartner, die sich die Zeit genommen haben, mit mir zu reden, und die zum Teil sehr sensible Informationen offen gelegt haben. Darüber hinaus danke ich Herrn Prof. Dr. J. Luther (FhG-ISE, Freiburg), Prof. Dr. M. Kaltschmitt (IET, Leipzig) und Dr. S. Heier (ISET, Kassel) für Informationen zum aktuellen Entwicklungsstand der einzelnen Techniken.