

# **Wie kann Hamburg seine Klimaschutzziele erreichen?**

## **Gutachterliche Stellungnahme zum Basisgutachten für einen Masterplan Klimaschutz für Hamburg**

Prof. Dr. Dietrich Rabenstein  
HafenCity Universität Hamburg  
Department Bauingenieurwesen

## Inhalt

Zusammenfassung .....	5
1. Masterplan Klimaschutz für Hamburg und zugehörige Gutachten.....	8
1.1 Die Klimaschutzziele Hamburgs.....	8
1.2 Der Masterplan Klimaschutz für Hamburg .....	8
1.3 Das Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg.....	9
1.4 Aufgabe und Gliederung dieser Stellungnahme zum Basisgutachten.....	10
2. Die Planung von Treibhausgas-Minderungen: Theorie und Wirklichkeit.....	12
2.1 Erfahrungen mit Prognosen und Selbstverpflichtungen.....	12
2.2 Symbolpolitik und Realität am Beispiel des IEKP aus dem Jahr 2007 .....	14
3. Kritik am Basisgutachten .....	17
3.1 Optimistische anstelle von realistischen Randbedingungen .....	17
3.1.1 Randbedingungen im Basisgutachten .....	17
3.1.2 Rechenmethodik und Folgen für die Brauchbarkeit der Prognose .....	18
3.1.2.1 Rechenmethodik und Randbedingungen des Referenzszenarios .....	18
3.1.2.2 Auswirkungen auf Vorschläge für zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen....	19
3.2 Die Bilanzierung von „Grünstrom“.....	21
3.3 Die Bedeutung der Wirtschaftlichkeit.....	24
3.4 Die Bedeutung der Sozialverträglichkeit .....	26
4. CO <sub>2</sub> -Minderung in Hamburg ohne zusätzliche Klimaschutz-Maßnahmen.....	30
4.1 Das Referenzszenario des Basisgutachtens.....	30
4.2 CO <sub>2</sub> -Minderungs-Lücke des Basisgutachtens im Jahr 2020 .....	30
4.3 Referenzfall: Die CO <sub>2</sub> -Minderung bis 2020 optimistisch und realistisch.....	32
4.3.1 CO <sub>2</sub> -Minderungen für einzelne Anwendungsfelder im Referenzszenario.....	32
4.3.2 Referenzentwicklung: elektrische Energie.....	34
4.3.3 Referenzentwicklung: Raumwärme und Warmwasser .....	35
4.3.4 Referenzentwicklung: Mobilität.....	37
4.3.5 Referenzentwicklung: Prozesswärme.....	38
4.3.6 Referenzentwicklung: insgesamt.....	38
5. Zusätzliche Klimaschutz-Maßnahmen für Hamburg .....	41
5.1 Handlungsoptionen Hamburgs .....	41
5.2 Mögliche zusätzliche Maßnahmen zur CO <sub>2</sub> -Minderung in Hamburg .....	41

5.2.1 Stromverbrauch in Hamburg.....	41
5.2.2 Wärmeverbrauch in Hamburger Gebäuden.....	42
5.2.2.1 Sanierung von Bestandsgebäuden.....	42
5.2.2.2 Neue Gebäude.....	49
5.2.2.3 Versorgung mit Wärme.....	55
5.2.3 Mobilität in Hamburg.....	58
5.2.4 Prozesswärme in Hamburg.....	60
6. Die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination.....	61
6.1 Stromverbrauch in Hamburg.....	62
6.1.1 Stromverbrauch.....	62
6.1.2 Grüner Strom.....	62
6.2 Wärmeverbrauch in Hamburger Gebäuden.....	62
6.2.1 Energie für Heizung und Trinkwarmwasser.....	62
6.2.2 Versorgung mit Wärme.....	62
6.3 Mobilität in Hamburg.....	63
6.4 Prozesswärme in Hamburg.....	63
6.5 Gesamtbilanz.....	64
7. Eine Maßnahmenkombination zur Schließung der realistisch ermittelten CO <sub>2</sub> -Lücke ...	67
7.1 Stromverbrauch in Hamburg.....	67
7.2 Wärmeverbrauch in Hamburger Gebäuden.....	68
7.2.1 Energie für Heizung und Trinkwarmwasser.....	68
7.2.2 Versorgung mit Wärme.....	73
7.3 Mobilität in Hamburg.....	73
7.4 Prozesswärme in Hamburg.....	73
7.5 Gesamtbilanz und Schlussfolgerungen.....	74
8. Übergang zu einem erneuerbaren Energiesystem im Zeitraum von 2020 bis 2050.....	76
8.1 Vorschläge des Basisgutachtens zur Energieversorgung nach 2020.....	76
8.2 Der Sektor Strom und die anderen Verbrauchssektoren.....	77
8.3 Nur noch ein Restwärmebedarf im Jahr 2050?.....	81
8.4 Der jahreszeitliche Verlauf des Energiebedarfs.....	82
8.5 Anpassung des Ausbaus von Windstrom und von Solarstrom.....	86
8.6 Energiespeicher bei einer regenerativen Energieversorgung.....	89
8.7 Erneuerbare Energien für die künftige Wärmeversorgung Hamburgs.....	93
8.8 Eckpunkte einer langfristigen Wärmeversorgung der Hamburger Gebäude.....	101

8.8.1 Solarthermie und Photovoltaik.....	101
8.8.2 Heizanlagen.....	103
8.9 Energienetze in Hamburg.....	104
9. Ergänzende Aspekte.....	107
9.1 Ausblick auf die nächsten 40 Jahre – die Verlässlichkeit von Prognosen.....	107
9.2 Klimaschutz nicht auf die CO <sub>2</sub> -Bilanzierung reduzieren!.....	110
9.3 Gesetzliche Festlegungen statt Selbstverpflichtungen.....	111
9.4 Stadt als Vorbild.....	112
Anhang: Kritische Anmerkungen zum Gutachten von Ecofys.....	113
1. Terminologie.....	113
2. Rechenverfahren.....	114
3. Rechtsverständnis.....	114
4. Vollzugsdefizit.....	115
5. Abrissraten.....	115
Abkürzungen und Erläuterung von Begriffen.....	116
Tabellen.....	118
Bilder.....	119
Literatur.....	121

## Zusammenfassung

Das Basisgutachten, das im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg durch das arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik und durch die Ecofys Germany GmbH erstellt und im Oktober 2010 veröffentlicht wurde, soll als Grundlage für einen Masterplan Klimaschutz für Hamburg dienen.

Hamburg hat sich verbindlich verpflichtet, seine Kohlendioxid-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 40 % und bis zum Jahr 2050 um 80 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren. Es muss dazu den jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß gegenüber dem Stand von 2006 um 5,5 Mio. Tonnen verringern. Mit dem Basisgutachten sollen Wege zur Einlösung dieser Verpflichtungen gefunden werden. Im Masterplan soll die Art der Durchführung festgelegt werden.

Im Basisgutachten wurde erstmals ein quantitativ überprüfbarer Weg für einen klimaverträglichen Umbau der Hamburger Energieversorgung beschrieben. Es handelt sich in erster Linie um ein „technisches“ Gutachten. In ihm wird untersucht, ob und wie die von Hamburg als verbindlich erklärten Klimaschutzziele erreicht werden können. Wirtschaftliche und soziale Aspekte wurden im Basisgutachten ausgeblendet. Sie müssen bei der Erarbeitung eines Masterplans Klimaschutz für Hamburg und bei dessen Öffentlicher Diskussion umso mehr berücksichtigt werden.

Das Basisgutachten kommt zu folgenden wichtigen Ergebnissen:

- Die bedeutsamsten Handlungsoptionen Hamburgs zum Erreichen seiner Klimaschutzziele liegen im Gebäude- und im Verkehrssektor.
- Das bestehende Hamburger Fernwärmesystem sollte sobald wie möglich so umgestaltet werden, dass die Wärmeversorgung am besten mit erneuerbaren Energien oder – für eine Übergangszeit – mit Erdgas-basierter Kraft-Wärme-Kopplung erfolgt. Ein Anschluss des Fernwärmenetzes an das Kohlekraftwerk Moorburg muss verhindert werden.
- Im Verkehrssektor muss sich Hamburg für eine Verlagerung von der Straße auf die Schiene einsetzen. Die wichtigste Klimaschutzmaßnahme im Verkehrssektor ist die Vermeidung, Verkürzung und Verlagerung von PKW-Fahrten im Regionalverkehr. Unter Beteiligung der Betroffenen sollten so schnell wie möglich Mobilitätsentwicklungspläne für Hamburg und die Metropolregion erarbeitet werden. Für den Güterfernverkehr sollten die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, ihn langfristig nahezu vollständig auf der Basis elektrischer Systeme abwickeln zu können.
- Die öffentliche Hand muss eine klar erkennbare Vorreiterrolle spielen.
- Eine systematische Vollzugskontrolle sowie Qualitätssicherung und Monitoring (Erfolgskontrolle) sind entscheidende Bestandteile für den Erfolg der Hamburger Klimaschutzstrategie. Sie lassen sich nur dann auf dem erforderlichen Niveau etablieren, wenn die dafür notwendigen finanziellen und personellen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

Dem Gutachten liegen nicht nur qualitative Einschätzungen und Erfahrungen zu Grunde. Vielmehr wurden Berechnungen durchgeführt, die alle Sektoren Hamburgs abbilden. Eine umfassende Datenbasis für den Gebäudebestand in Hamburg wurde erarbeitet. Diese sollte zu einem hoch auflösenden Wärmekataster weiterentwickelt werden. Die Erarbeitung eines Ent-

wicklungsplans für die Wärmeversorgung soll Hamburg in Zukunft detaillierte Planungen im Gebäudesektor erlauben.

Die bereits bestehenden Instrumente und Maßnahmen reichen nicht aus, um die Klimaschutzziele Hamburgs zu erreichen. Ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen wird sich im Jahr 2020 eine CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke auftun. Bei der Abschätzung der Größe dieser Lücke wurde im Basisgutachten die optimistische Annahme getroffen, dass die Vorgaben der EU, des Bundes und Hamburgs konsequent umgesetzt werden.

In der hier vorgelegten Stellungnahme wird dieser explizit optimistischen Einschätzung der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg eine realistische Einschätzung gegenübergestellt. Für den Referenzfall – die Entwicklung ohne zusätzliche Maßnahmen – ergeben sich dadurch wesentlich geringere CO<sub>2</sub>-Minderungen bis 2020 als im Basisgutachten. Das Basisgutachten errechnet bei optimistischer Einschätzung für das Jahr 2020 eine jährliche CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke von 1,6 Millionen Tonnen. Bei realistischer Einschätzung ist die jährliche CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke mit 2,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> um etwa 70 % größer.

Der Unterschied zwischen diesen Berechnungsergebnissen geht nicht nur darauf zurück, dass im Basisgutachten bewusst optimistische Annahmen über die Wirkungen existierender Klimaschutz-Instrumente getroffen wurden, sondern auch darauf, dass der Bezug von „freiwilligem Grünstrom“ in der CO<sub>2</sub>-Bilanz Hamburgs so verrechnet wurde, als handle es sich bei den Bezugsquellen ausschließlich um neue Anlagen außerhalb des Erneuerbare-Energien-Gesetzes.

Im Basisgutachten wird zur vollständigen Schließung der dort prognostizierten CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke für 2020 eine beispielhafte Maßnahmenkombination vorgeschlagen. Berechnungen in dieser Stellungnahme zeigen, dass diese Maßnahmenkombination bei einer realistisch bewerteten Entwicklung nur etwa die Hälfte der realistisch ermittelten Lücke schließen würde. Mit der im Basisgutachten vorgeschlagenen Maßnahmenkombination wird es im Jahr 2020 nur eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 32 % anstelle der angestrebten 40 % geben. Das Klimaschutzziel Hamburgs für das Jahr 2020 würde also sehr weit verfehlt.

Eine vollständige Schließung der CO<sub>2</sub>-Lücke ist nach Untersuchungen in dieser Stellungnahme nur unter folgenden Voraussetzungen zu erwarten:

- Um das Klimaschutzziel Hamburgs im Jahr 2020 mit einiger Sicherheit zu erreichen, ist eine wesentlich anspruchsvollere Maßnahmenkombination als die im Basisgutachten vorgeschlagene notwendig. Hamburg muss sich darüber hinaus dafür einsetzen, dass die Bundesregierung die Rahmenbedingungen für den Klimaschutz, die sich auch auf Hamburg auswirken, erheblich verbessert.
- Unerlässliche Voraussetzung für das Erreichen des Klimaschutzziels 2020 ist die Umstellung der Hamburger Fernwärme auf weitgehende Kohlefreiheit bis spätestens 2020. Bei einem Anschluss der Fernwärmeleitungen an das neue Kohlekraftwerk in Moorburg kann Hamburg sein Klimaschutzziel im Jahr 2020 auch mit sehr großen Anstrengungen bei anderen Energieanwendungen nicht erreichen.
- Die Planungs- und Steuerungsfähigkeit Hamburgs in den Haupthandlungsfeldern Gebäude und Verkehr hat nicht zuletzt durch Deregulierung und Personalabbau in den Behörden im vergangenen Jahrzehnt sehr gelitten. Um den Klimaschutz gezielt voranzubringen und Finanzmittel effektiv einsetzen zu können, ist hier eine entschlossene

Trendwende notwendig. Die für das Basisgutachten erarbeitete Datenbasis ist mit Vorrang zu einem hochauflösenden Wärmekataster weiterzuentwickeln, um Versorgungsbedarf und Versorgungsstrukturen sinnvoll aneinander anpassen zu können. Im Verkehrssektor sind Mobilitätsentwicklungspläne unter Beteiligung der Hamburger Bürger zu erarbeiten.

Einige weitergehende Klimaschutzmaßnahmen, die bis 2020 signifikante CO<sub>2</sub>-Minderungen erwarten lassen, werden in dieser Stellungnahme erläutert: Lernende Energie-Effizienz-Netzwerke, CO<sub>2</sub>-neutrale Neubauten und zahlreiche parallel laufende Quartiersanierungen.

Bei der Untersuchung der Struktur eines Energiesystems, in dem der elektrische Strom vollständig aus erneuerbaren Quellen gewonnen wird, wurde bisher der jahreszeitliche Verlauf des gesamten Endenergiebedarfs nicht hinreichend beachtet. Eine Abschätzung zeigt, dass in Norddeutschland der Stromerzeugung mit photovoltaischen Anlagen im Vergleich zur Gewinnung von Windstrom eine eher sekundäre Rolle zukommt, wenn der Bedarf an teurer Langzeit-Energiespeicherung begrenzt werden soll. Es wird angeregt, dass Hamburg eine detaillierte wissenschaftliche Studie fördert, die diesen Aspekt quantitativ untersucht. Die Entwicklung der Langzeitspeicherung von elektrischer Energie, die gegenwärtig in Gang kommt, sollte Hamburg aktiv unterstützen.

Ein Vergleich mit den in der „Leitstudie 2010“ des BMU für ganz Deutschland beschriebenen Klimaschutz-Szenarien zeigt erheblichen Nachholbedarf bei der Gewinnung solarer Wärme auf Hamburgs Dachflächen. Da in einer Metropolregion wie Hamburg Bioenergieträger ein wesentlich kleineres Gewicht haben als in der gesamten BRD, ist Hamburg bei der Anwendung der Solarthermie stärker gefordert.

Eine Vorausschau auf den Zeitraum 2020 bis 2050 zeigt, dass mittelfristig die Energienetze für Strom, Gas und Wärme unter Einschaltung von Energiespeichern immer stärker zusammenwachsen werden. Um die damit verbundenen Veränderungen im Interesse des Gemeinwohls steuern und Fehlentwicklungen vermeiden zu können, sollte Hamburg alle Energienetze wieder vollständig in die Öffentliche Hand übernehmen.

## 1. Masterplan Klimaschutz für Hamburg und zugehörige Gutachten

### 1.1 Die Klimaschutzziele Hamburgs

In der ersten Fortschreibungsdrucksache 19/1752 vom 9.12.2008 zum *Hamburger Klimaschutzkonzept* [FHH 08] hat sich der Senat der Freien und Hansestadt Hamburg als „sehr ehrgeiziges“ mittelfristiges Ziel gesetzt, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Hamburg bis 2020 um 40 % gegenüber 1990 zu mindern - orientiert an ähnlichen Festlegungen der Bundesregierung.<sup>1</sup>

Im Koalitionsvertrag zwischen CDU und GAL vom April 2008 wurde dieses Ziel bestätigt.

In der zweiten Fortschreibungsdrucksache 19/4906 vom 12.12.2009 [FHH 09a] hat der Senat mitgeteilt, dass er außerdem die von EU und Bundesregierung vorgesehene CO<sub>2</sub>-Minderung um mindestens 80 % bis 2050 auch für die Freie und Hansestadt als verbindliche Zielvorgabe betrachtet.

Der Senat bezeichnet beide Zielvorgaben wegen des relativ hohen Anteils industriellen und gewerblichen Energieverbrauchs in Hamburg als sehr ambitioniert. Bereits bei der erfolgreichen Bewerbung um den Titel der Europäischen Umwelthauptstadt 2011 sei die Hamburger Klimaschutzkonzeption an Europäischen Standards gemessen worden. Klimaschutz würde ein zentraler Bestandteil der Aktivitäten Hamburgs als europäische Umwelthauptstadt 2011 sein.

Hamburg hat seine Zielsetzung nicht nur für das wichtigste Treibhausgas CO<sub>2</sub> formuliert, sondern sich auch einer umfassenderen Zielsetzung zur Verringerung aller Treibhausgase angeschlossen. Die am Ende der *City Climate Conference Hamburg 2009* durch die Stadtentwicklungs-Senatorin unterzeichnete „Hamburger Erklärung für Klimaschutz“ enthält in Punkt 4 als Selbstverpflichtung der Städte: „Deshalb müssen die Städte der Industrieländer ihren Treibhausgasausstoß bis 2050 um mindestens 80 % verringern, damit das weltweite Ziel von 50 % erreicht wird.“ ([FHH 09d]) Nach der „Leitstudie 2010“ ([Nitsch 11]) ist aber mit einer Reduzierung der Treibhausgase um 80 % eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 85 % verbunden!

### 1.2 Der Masterplan Klimaschutz für Hamburg

Zu dem in Vorbereitung befindlichen *Masterplan für den Klimaschutz in Hamburg* teilt der Senat in der zweiten Fortschreibungsdrucksache 19/4906 vom 12.12.2009 [FHH 09a] mit:

„Mit den Drucksachen 18/6803 und 19/1752 hat der Senat eine Klimaschutzstrategie für die Jahre 2007-2012 formuliert. Diese wird derzeit unter Berücksichtigung der mittel- und langfristigen Minderungsziele des Senats weiterentwickelt. Im nächsten Schritt wird hierfür ein Basisgutachten erstellt, das als Grundlage für die Erarbeitung eines „Masterplans“ für den Klimaschutz in Hamburg dienen soll. Das Basisgutachten wird die Minderungsnotwendigkeiten und -potenziale für die einzelnen Emissionsbereiche darstellen und strategische Pfade für die Erreichung der Ziele – minus 40 % bis 2020 und mindestens minus 80 % bis 2050 – entwickeln.“

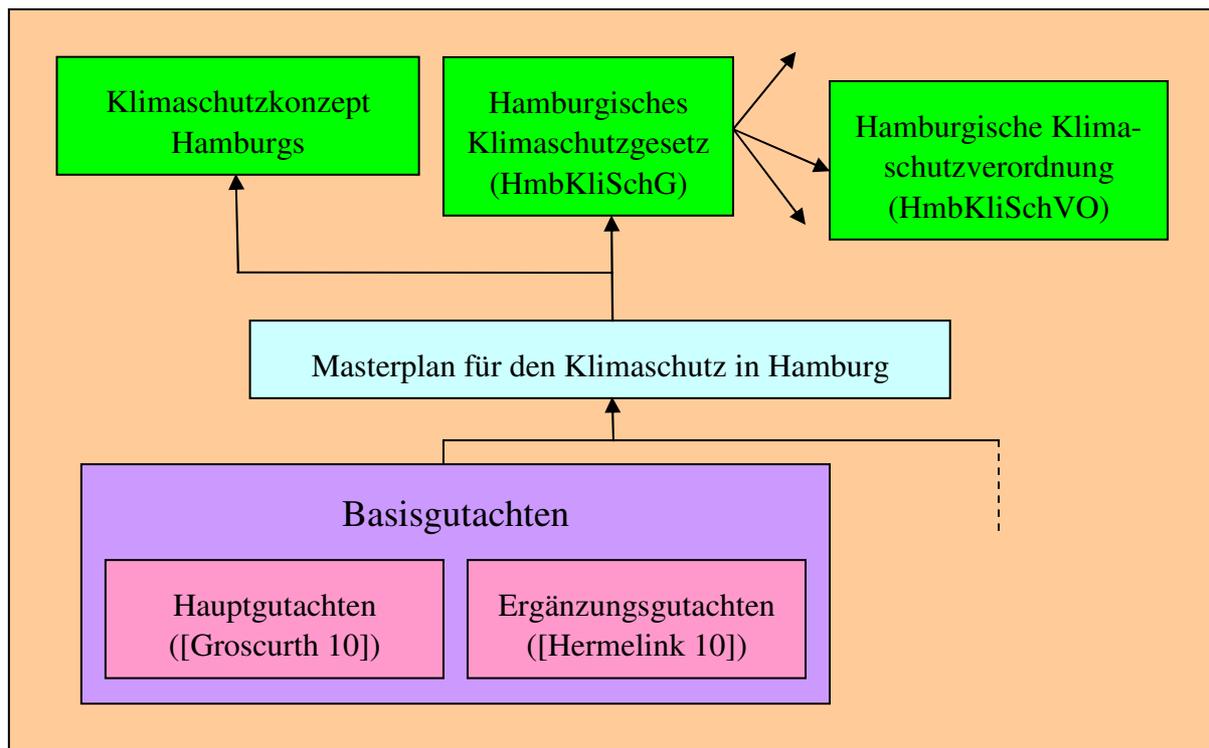
---

<sup>1</sup> Das Basisgutachten beschränkt sich auf den „energiebedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoß“, obwohl sich diese Einschränkung in den Senatsdrucksachen und im Koalitionsvertrag **nicht** findet. Nach dem UBA bilden die energiebedingten THG-Emissionen rund 81 % der gesamten THG-Emissionen.

Als Ausgangspunkt für diese Analyse wird das Leitszenario 2008 genutzt, das dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung zugrunde liegt. Ausgehend von diesem Basisszenario wird dann geprüft, durch welche weitergehenden Maßnahmen Hamburg die über diese Bundesentwicklung hinausreichenden Ziele erreichen kann.“

### 1.3 Das Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg

Bild 1 zeigt die Einbindung des im letzten Zitat genannten *Basisgutachtens* und des Masterplans in die Hamburgische Klimaschutzplanung. Das Bild enthält auch die in dieser Stellungnahme verwendeten Abkürzungen.



**Bild 1** Einordnung des Basisgutachtens in die Klimaschutzplanung Hamburgs

Die beiden Teile des *Basisgutachtens zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg* ([Groscurth 10] und [Hermelink 10]), im Folgenden auch **Hauptgutachten** und **Ergänzungsgutachten** genannt, wurden am 20.10.2010 von der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) vorgestellt [BSU 10].

Das Hauptgutachten wurde vom Hamburger Institut für Energie und Klimapolitik, arrhenius, das Ergänzungsgutachten zum Wärmebedarf der Gebäude von der Ecofys Germany GmbH, Köln, im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) erstellt. Diese Gutachten sollen als Grundlage für die Erarbeitung des *Masterplans für den Klimaschutz in Hamburg* dienen und aufzeigen, wie die verbindlichen Klimaschutzziele Hamburgs erreicht werden können.

Nach der zweiten Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012 [FHH 09a] beabsichtigte der Senat eine umfassende Novellierung des Hamburger Klimaschutzgesetzes (HmbKliSchG) bis Anfang 2011, „um das langfristig angestrebte CO<sub>2</sub>-Minderungsziel von 80 % bis 2050 zu erreichen“. Dieser Zeitplan wurde nicht eingehalten. Trotz der Verzögerung

erscheint es sehr wichtig, dass ausreichend Zeit für eine Beteiligung der Öffentlichkeit am Masterplan und der Novellierung des Klimaschutzgesetzes vorgesehen wird.

#### 1.4 Aufgabe und Gliederung dieser Stellungnahme zum Basisgutachten

Zu den wesentlichen Fragestellungen des Basisgutachtens gehören nach Kapitel 1.2:

- I. Wie stark werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen Hamburgs im Jahr 2020 von der vorgegebenen Zielsetzung (40 % CO<sub>2</sub>-Verminderung gegenüber 1990) abweichen, wenn **keine** zusätzlichen emissionsenkenden Maßnahmen ergriffen werden? Hierfür ist zunächst abzuschätzen, welche Effekte bereits beschlossene und geplante Maßnahmen und Instrumente der Ebenen EU, Bund und Bundesland auf die CO<sub>2</sub>-Minderung in Hamburg haben werden. Das Szenario ohne zusätzliche Klimaschutz-Maßnahmen wird im Gutachten als **Referenzszenario** bezeichnet. „Referenzfall“ bedeutet, dass keine weiteren Maßnahmen zusätzlich zu den bestehenden Klimaschutzmaßnahmen eingeführt werden.
- II. Mit welcher **Maßnahmenkombination** (Maßnahmen, Regelungen und Instrumente), die Hamburg selbst zusätzlich einführt, kann die nach I. bestimmte CO<sub>2</sub>-Minderungslücke geschlossen werden?

In der vorliegenden Stellungnahme geht es darum, wie zuverlässig und plausibel diese beiden Fragestellungen durch das Basisgutachten beantwortet werden und ob mit der vorgeschlagenen Maßnahmenkombination die Klimaschutzziele Hamburgs mit hinreichender Sicherheit erreicht werden können.

Für die Bearbeitung erscheint es wichtig, dass die bisherigen Erfahrungen mit der Einhaltung von staatlich geplanten Klimaschutzziele reflektiert werden und dass aus Fehlschlägen und Misserfolgen Konsequenzen gezogen werden. **Kapitel 2** dieser Stellungnahme zeigt Beispiele für Diskrepanzen, die erfahrungsgemäß zwischen Planungen und Prognosen einerseits und der Realisierung geplanter CO<sub>2</sub>-Minderungen andererseits auftreten, und diskutiert die Anwendbarkeit von „optimistischen“ und „realistischen“ Prognosen.

**Kapitel 3** enthält die wichtigsten Kritikpunkte am Basisgutachten in allgemeiner Form.

In **Kapitel 4** geht es um die Vorausberechnung der CO<sub>2</sub>-Minderung in Hamburg im Jahr 2020 **ohne** den Einsatz zusätzlicher Klimaschutz-Maßnahmen und -Instrumente. Die CO<sub>2</sub>-Minderungslücke, die sich dabei für das Jahr 2020 ergibt, wurde im Basisgutachten unter optimistischen Randbedingungen errechnet. Dieser „optimistischen“ CO<sub>2</sub>-Minderungslücke wird hier eine Minderungslücke gegenübergestellt, deren Eintreten realistischerweise erwartet werden kann.

**Kapitel 5** befasst sich mit zusätzlichen Klimaschutz-Maßnahmen und -Instrumenten, die zum Erreichen des CO<sub>2</sub>-Minderungsziels Hamburgs im Jahr 2020 eingesetzt werden könnten.

In **Kapitel 6** wird die im Basisgutachten vorgeschlagene Kombination von zusätzlichen Klimaschutz-Maßnahmen analysiert.

Da mit der im Basisgutachten vorgeschlagenen Maßnahmenkombination die „realistisch“ bestimmte CO<sub>2</sub>-Minderungslücke nicht geschlossen werden kann, wird in **Kapitel 7** nach einer geeigneten umfangreicheren Maßnahmenkombination Ausschau gehalten.

**Kapitel 8** geht auf den Zeitraum von 2020 bis 2050 ein. Dabei wird vor allem die Bereitstellung der benötigten Energie beim Übergang zu einem erneuerbaren Energiesystem betrachtet.

Die Folgen des jahreszeitlichen Verlaufs der Energienachfrage für den optimalen Mix an erneuerbaren Energien werden untersucht. Hervorgehoben wird die Bedeutung einer realistischen Sicht der Energiebedarfsentwicklung im Wärmesektor Hamburgs und der Entwicklung der Energienetze in Hamburg, die mittelfristig stärker zusammenwachsen werden.

**Kapitel 9** enthält einige ergänzende Aspekte. Dabei wird betont, dass Klimaschutz im *Masterplan für den Klimaschutz in Hamburg* nicht auf die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung reduziert werden darf und dass die Seriosität der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung für Hamburg gesichert werden muss.

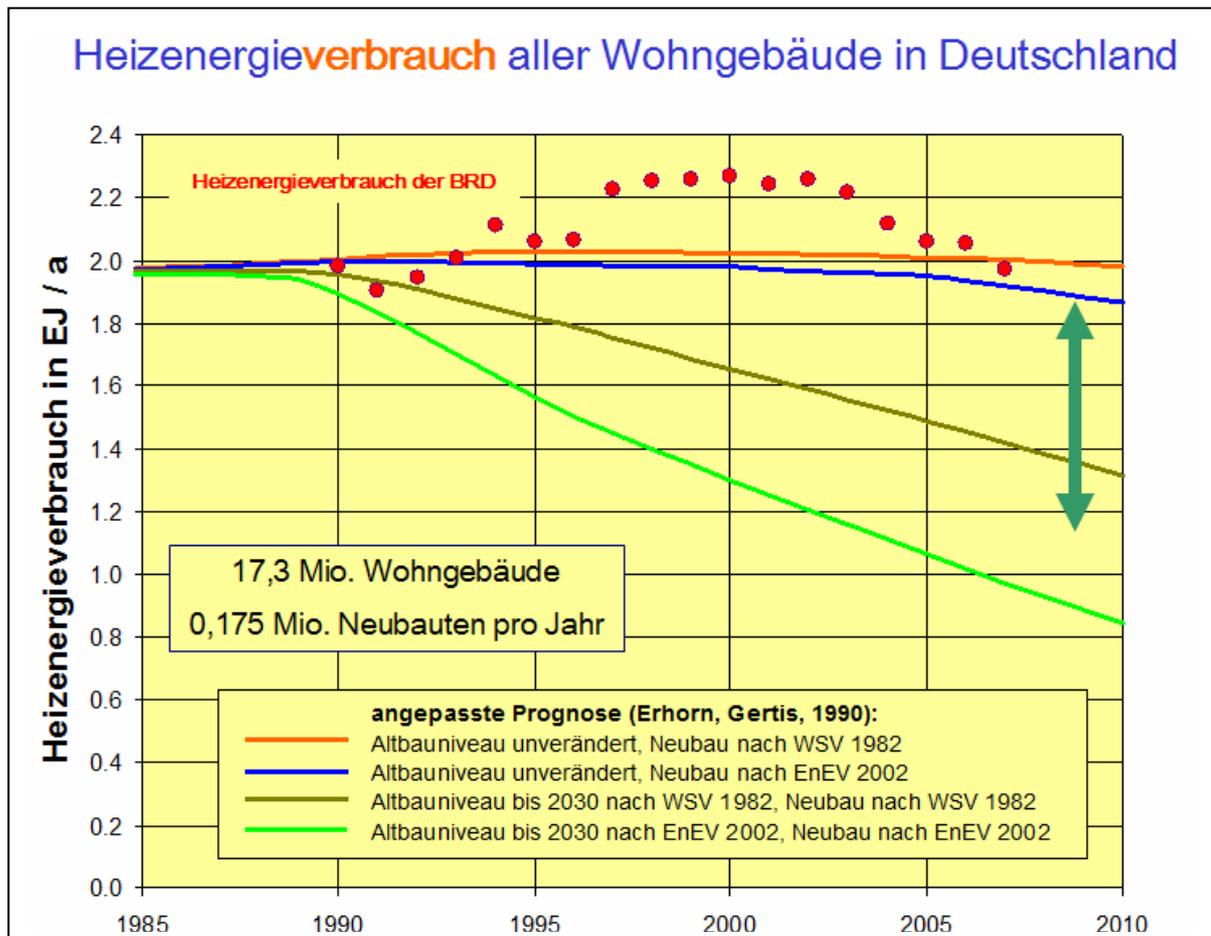
In einem **Anhang** werden Kritikpunkte am Gutachten von Ecofys erläutert.

## 2. Die Planung von Treibhausgas-Minderungen: Theorie und Wirklichkeit

### 2.1 Erfahrungen mit Prognosen und Selbstverpflichtungen

Ein bekanntes Beispiel für das Versagen der Selbstverpflichtungen von Kommunen findet sich in München [Näger 07]. Schon 1991 verpflichtete sich die Stadt, ihre Kohlendioxid-Emissionen bis 2005 um 30 Prozent zu senken. Faktisch sind diese Emissionen zwischen 1991 und 2004 aber um knapp 19 Prozent gestiegen: nämlich von 6,5 t auf 7,7 t CO<sub>2</sub> pro Kopf. Daraufhin wurde beschlossen, ab 2005 bis 2030 alle fünf Jahre zehn Prozent dieser Emissionen einzusparen. Auch dieser Beschluss wurde bisher nicht eingehalten.

Bei der Münchener Selbstverpflichtung von 1991 handelte es sich möglicherweise eher um Symbolpolitik als um ein ernsthaft betriebenes politisches Vorhaben. Es ist nicht bekannt, ob diesem Beschluss realistische Einschätzungen der wirklichen Möglichkeiten einer Großstadt wie München zur Emissionsminderung zugrunde lagen. Denn die Einsparung von Treibhausgasen in einer Kommune der Größe Münchens ist in hohem Maße von der Klimaschutzpolitik der EU-Kommission, der Bundesregierung und des Bundeslandes abhängig. Inzwischen ist die Klima-Situation so ernst, dass verlässliches Handeln notwendig ist und sich derartige Fehlplanungen nicht mehr wiederholen dürfen.



**Bild 2** Entwicklung des Heizenergieverbrauchs aller Wohngebäude der BRD im zeitlichen Verlauf (rote Punkte) und im Jahr 1990 prognostizierte Werte zum Vergleich (nach Daten von [Erhorn 90], umgerechnet und angepasst vom Verfasser)

Aus dem Jahr 1990 stammt eine der ersten quantitativen Prognosen zum zeitlichen Verlauf der Heizenergie, die von der Gesamtheit der Wohngebäude in der BRD benötigt wird ([Erhorn 09]). Die in Bild 2 durch farbige Kurven wiedergegebenen Berechnungsergebnisse gelten für unterschiedliche Vorgaben staatlicher Verordnungen zur Energieeinsparung und zur effizienten Energieversorgung.

Die Neubaurate, die 1990 für die Prognose angenommen wurde, entspricht der tatsächlichen recht genau. Die Kurven zeigen, dass schon in der ersten Phase zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neubauten durch Einsparungen bei Altbauten überkompensiert werden sollten.

Die Energieeinsparverordnung 2002 (EnEV 2002) war zwar 1990 noch nicht bekannt, aber die Szenarien wurden von Erhorn und Gertis so gewählt, dass nachträglich die in Bild 2 angegebene Zuordnung möglich ist.

Bei der Berechnung der Kurven wurde angenommen, dass die staatlichen Vorgaben für Dämmung und Heizanlagen bei den Bestandsgebäuden vollständig eingehalten werden, wenn ohnehin Sanierungen der Gebäudehülle bzw. Erneuerungen der Heizanlagen stattfinden („Sanierungszyklus“).

Für die grüne Linie (das Klimaschutzszenario) wurden 1990 Annahmen gemacht, die nachträglich so charakterisiert werden können: Innerhalb von 40 Jahren werden alle Altbauten auf das Niveau der EnEV 2002 saniert (vgl. Bild 6), Neubauten halten die EnEV 2002 ein.

Das Anforderungsniveau für die Altbausanierung wurde seit der Wärmeschutzverordnung (WSV) 1982 zweimal angehoben (WSV 1995 und EnEV 2002, vgl. Bild 6).<sup>2</sup> Damit wurde ein Pfad eingeschlagen, der etwas oberhalb der grünen Kurve liegt. Mit ihm hätte sich im Jahr 2010 ein gegenüber 1985 etwa halbiertes Heizenergieverbrauchen ergeben müssen (grüner Pfeil rechts), wenn alle Vorgaben wie geplant gewirkt hätten. Tatsächlich entwickelte sich der durch die roten Punkte gekennzeichnete Heizenergieverbrauch so, dass er im Jahr 2007 in etwa dem Szenario „Altbauniveau unverändert, Neubau nach WSV 1982“ entspricht, also dem Effekt der Regelungen die bereits im Jahr 1990 gegolten hatten (orange gefärbte Linie). Insbesondere Auswirkungen der EnEV 2002 mit ihren deutlichen Verschärfungen gegenüber den vorangegangenen Verordnungen sind nur mit Mühe erkennbar.

Die Prognosen zeigten sehr überzeugend, dass es bei der Verminderung des Heizenergieverbrauchs in erster Linie auf Energieeinsparungen bei den vorhandenen Wohngebäuden ankommt. Der geringe Unterschied zwischen der orangefarbenen und der blauen Linie zeigt das.

Ein Vergleich des Verlaufs des realen Heizenergieverbrauchs und des Verlaufs der Prognose ist ernüchternd. Er wirft die Frage auf, warum die vorhergesagte Entwicklung zwischen 1990 und 2007 so eklatant verfehlt wurde. Einigermaßen genaue flächendeckende Untersuchungen zu den Ursachen der gezeigten Diskrepanz gibt es nicht. Aus mehreren Teil-Untersuchungen lässt sich aber erkennen, dass mangelnde Kontrolle der Einhaltung von Verpflichtungen, die die EnEV für die Gebäudebesitzer vorsieht („Vollzugsdefizit“), Qualitätsmängel bei den vorgenommenen Sanierungen und bei Neubauten („suboptimale Ausführungen“), unterlassene oder verspätete energetische Sanierungen und unzulängliches Nutzerverhalten (großzügige

---

<sup>2</sup> Dass seit Einführung der EnEV 2009 sowohl im Neubau als auch im Altbau wiederum verschärfte Anforderungen gelten, konnte sich auf die gezeigte Entwicklung natürlich noch nicht auswirken.

Beheizung aller Räume statt Teilbeheizung und sorgloser Umgang mit Heizenergie) die wesentlichen Ursachen sind. Das Vollzugsdefizit dürfte sich durch die seit zehn Jahren zunehmende staatlichen Deregulierung (Stichwort „Eigenverantwortung“) immer mehr vergrößert haben und spielt möglicherweise die Hauptrolle.

Zu Bild 2 soll noch bemerkt werden, dass im Lauf der Jahre im Gegensatz zum dargestellten Heizenergieverbrauch der mit der Wohngebäude-Beheizung verbundene Ausstoß von **Treibhausgasen** leicht gegenüber 1990 gesunken ist, vor allem weil zur Wärmeerzeugung mehr Erdgas anstelle von Heizöl eingesetzt wurde.

Die beschriebene Diskrepanz zwischen Prognose und Realität zeigt: Für verlässliche Vorhersagen darf nicht einfach angenommen werden, dass alle staatlichen Regelungen auch vollständig beachtet und umgesetzt werden („**optimistische Betrachtungsweise**“). In einem Umfeld von Deregulierung, Selbstverpflichtung und Eigenverantwortung wirken staatliche Verordnungen oftmals nur noch wie Empfehlungen. Vielmehr müssen adäquate Abzüge bei den prognostizierten Effekten in Rechnung gestellt werden („**realistische Betrachtungsweise**“). Bei geplanten Maßnahmenkombinationen müssen Sicherheitszuschläge vorgenommen werden. Weiter folgt, dass für Prognosen dieser Art nicht Idealbilder von Staatsbürgern und Konsumenten angenommen werden dürfen, sondern dass auch deren voraussehbares Verhalten berücksichtigt werden muss.

## 2.2 Symbolpolitik und Realität am Beispiel des IEKP aus dem Jahr 2007

Wie weit in der Klimaschutz-Politik regierungsamtliche Versprechen und nüchterne Beurteilung von Maßnahmenpaketen differieren können, lässt sich exemplarisch am *Integrierten Energie- und Klimaprogramm* (IEKP) beobachten, dessen volle Wirkung im Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz unterstellt wird.

Nach einer Erklärung der Bundesregierung vom 26.04.2007 soll bis zum Jahr 2020 der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der BRD um 40 % gegenüber 1990 gesenkt werden. Das entspricht einer Einsparung von 270 Mio. Tonnen CO<sub>2äq</sub> zwischen 2006 und 2020.<sup>3</sup>

In der Klausurtagung der CDU/SPD-Bundesregierung in Meseberg 2007 wurde ein Maßnahmenpaket mit dieser Zielsetzung beschlossen.

Ein am 23.8.2007 vorgelegtes *Eckpunktepapier* der Bundesregierung enthielt ein 29 Maßnahmen umfassendes Programm. Gemäß Bundestags-Drucksache 16/6303 kündigte die Bundesregierung hierbei eine CO<sub>2</sub>-Absenkung von 213 Mio. Tonnen gegenüber dem Stand von 2006 an. Das Umweltbundesamt (UBA) ermittelte im Nov. 2007 eine Emissionsminderung von „bis zu“ 37 % (genaue Angabe: 36,6 %) entsprechend 219 t CO<sub>2</sub> gegenüber dem Jahr 2005 [UBA 07].

Im Laufe der zweijährigen Umsetzung des IEKP durch Gesetzgeber und Regierungen ergaben sich gegenüber den Planungen von Meseberg praktisch nur Abstriche und Verwässerungen – in erster Linie infolge der massiven Einflussnahme interessierter Lobbyverbände aus der Wirtschaft. Die zu erwartenden Emissionsminderungen wurden dadurch immer geringer.

---

<sup>3</sup> CO<sub>2äq</sub> bedeutet, dass alle Treibhausgase entsprechend ihrer Treibhausgas-Wirkung in äquivalente Einheiten von CO<sub>2</sub> umgerechnet worden sind.

Ein Gutachten des Beratungsinstituts EUtech [EUtech 07] kam schon im November 2007 auf der Basis der Zahlen von [UBA 07] zum Ergebnis, dass die Regierungs-Prognose an vielen Stellen zu optimistisch sei und dass durch das IEKP weniger als 160 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden würden.

Ein Gutachten von Ecofys [Kleßmann 08] erwartete am 15.5.2008, dass statt 270 Mio. Tonnen CO<sub>2äq</sub> bis 2020 nur 100 bis 140 Mio. Tonnen CO<sub>2äq</sub> eingespart werden würden:

Die Treibhausgasemissionen werden 2006-2020 statt um 270 Mio. t CO<sub>2äq</sub> nur um 100-140 Mio. t CO<sub>2äq</sub> gesenkt. Damit sinken sie im Vergleich zu 1990 nur um ca. 28%, und nicht wie angekündigt um 40%. 18% von diesen 28% wurden schon vor 2006 erreicht, d.h. 2006-2020 werden nur noch 10% zusätzlich eingespart. Ein erheblicher Teil der Einsparungen nach 2006 resultiert zudem nicht aus den Meseberg-Maßnahmen, sondern aus Maßnahmen, die bereits vor 2006 eingeleitet wurden.

Dass die Ergebnisse der Kontroll-Rechnungen mit zunehmender Zeit immer mehr absanken, lässt sich damit erklären, dass die Verwässerungen, die im Prozess der Umsetzung des IEKP auftraten, zum Teil erst allmählich bekannt und verstanden wurden, oder dass manche Ankündigungen gar nicht umgesetzt wurden.

Auch in der Analyse von Ecofys ist beispielsweise noch nicht berücksichtigt,<sup>4</sup> dass das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) so gut wie keine der Klimaschutzwirkungen, die das federführende BMU erhofft hatte, entfalten kann. Das EEWärmeG sieht Pflichten zum Einsatz Erneuerbarer Wärme bei Neubauten vor. Deren Klimaschutzwirkung wurde durch die Ausgestaltung der parallel erneuerten Energieeinsparverordnung 2009 bewusst „ausgehebelt“ (Näheres in [Rab 08a], [Rab 08b], [Rab 08c], [Rab 09]).

Besonders groß sind die Unterschiede zwischen den angekündigten und den praktisch zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Verminderungen durch

- die lange Frist für den Ersatz von strombetriebenen Nachtspeicherheizungen,
- die Verschiebung der Einführung von Energiemanagementsystemen in Unternehmen,
- ein Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz (Energieeffizienzgesetz (EnEfG)) zur Umsetzung der Europäischen Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen an der unterst-möglichen Grenze,
- einen geringeren Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung als vorgesehen und die Streichung der Steuervorteile für Fernwärme,
- die Verhinderung der Klimawirksamkeit des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) durch das BMVBS,
- die Verschärfung der EnEV 2009 um nur 20 % bis 25 % anstelle von 30 % und das Ausbleiben einer wirksamen Vollzugskontrolle,

---

<sup>4</sup> Nach einer persönlichen Mitteilung vom 29.5.2008 von C. Kleßmann, der Autorin des Ecofys-Gutachtens, an den Autor dieser Stellungnahme war es wegen des geringen Auftragsvolumens für die Studie nicht möglich, solche Zusammenhänge detailliert zu recherchieren.

- die voraussichtliche Beschränkung der EnEV 2012 auf eine Anpassung an die EU-Gebäuderichtlinie ohne die im IEKP vorgesehene weitere Verschärfung des Anspruchsniveaus um bis zu 30 %,
- die zu geringe Senkung der Emissionsgrenzwerte für PKW und
- die Verschiebung und Verwässerung der Umstellung der KFZ-Steuer auf CO<sub>2</sub>-Basis.

Die Konsequenzen einer defizitären Umsetzung des IEKP für die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich an den Zahlen der Leitstudie 2008 des BMU ablesen ([Nitsch 08], S. 9):

Bei einer durchschnittlichen Steigerungsrate der Primärenergieproduktivität von 3 % pro Jahr entsprechend der Zielsetzung der Bundesregierung sowie einer Erhöhung des Anteils der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch auf rund 18 % und des Anteils der Kraft-Wärme-Kopplung auf knapp 21 % wird eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 36 % gegenüber 1990 erreicht. Wird (im Szenario D1 der Leitstudie 2008) eine geringere Wirkung der Maßnahmenpakete zur Effizienzsteigerung und zum KWK-Ausbau (Steigerung der durchschnittlichen Energieproduktivität nur um 2,5 % pro Jahr bis 2020, KWK-Anteil nur 17%) angenommen, so können die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 nur um knapp 28% gegenüber 1990 reduziert werden.

### 3. Kritik am Basisgutachten

#### 3.1 Optimistische anstelle von realistischen Randbedingungen

##### 3.1.1 Randbedingungen im Basisgutachten

Im Basisgutachten wird an mehreren Stellen ausdrücklich hingewiesen auf die **optimistische** Annahme, dass die bestehenden Regelungen zum Klimaschutz auf den Ebenen der EU, des Bundes und Hamburgs **vollständig umgesetzt und wirksam** werden: <sup>5 6</sup>

„Abbildung 20 und Tabelle 9 zeigen die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg auf der Basis der oben beschriebenen Annahmen für den Referenzfall. Im Jahr 2007 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 2006 um 0,3 Mio. t reduziert werden. Von den 2020 gegenüber 2007 noch zu vermeidenden Emissionen in Höhe von 5,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr werden durch die bereits bestehenden Maßnahmen – **unter der optimistischen Annahme ihrer vollständigen Wirksamkeit und Umsetzung** – 3,6 Mio. Tonnen erreicht.“ [Groscurth 10, S. 57]

Der Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz der Freien und Hansestadt Hamburg (BSU) hat diese Einschränkung zur Kenntnis genommen:

„Das Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg zeigt auf, dass **bei konsequenter Umsetzung der bestehenden Regelungen zum Klimaschutz auf Ebene der EU, des Bundes und Hamburgs** im Jahr 2020 3,9 Mio. t CO<sub>2</sub> weniger ausgestoßen werden als 2006.“ [BSU 10]

Gegenüber der praktischen Umsetzung von Regelungen werden allerdings auch im Basisgutachten selbst wiederholt Bedenken geäußert:

„Ecofys unterstellt, dass die unterstellten Zielwerte für die Sanierung auch erreicht werden. Dies entspricht dem allgemeinen Vorgehen für den Referenzfall in dieser Studie. Es bestehen aber **begründete Zweifel, dass dies in der Praxis tatsächlich der Fall ist.**“ [Groscurth 10, S. 55]

Oder in Bezug auf die Umsetzung der EU-Effizienzrichtlinie: <sup>7</sup>

„Auf der Anwendungsseite ist die Umsetzung der EU-Effizienzrichtlinie **keineswegs gesichert**, auch wenn dies **für den Referenzfall unterstellt** wurde.“ [Groscurth 10, S. 65]

---

<sup>5</sup> Hervorhebungen durch Fettdruck durch den Autor dieser Stellungnahme

<sup>6</sup> Im Widerspruch dazu im Ergänzungsgutachten: „Das Referenzszenario zeigt ... eine realistische Entwicklung auf, falls zukünftig keine weiteren als die bereits geplanten Maßnahmen ergriffen werden.“ [Hermelink 10, S. 33]

<sup>7</sup> Im Frühjahr 2007 hatten die EU-Staaten bis 2020 eine Steigerung der Energieeffizienz um 20 Prozent zugesagt. Diese Zusage war Teil des unter der deutschen EU-Ratspräsidentschaft verabschiedeten Klimaschutzpakets. Anfang 2011 erhofft die EU-Kommission bis 2020 nur noch eine Steigerung um 9 %. Auch für Deutschland wird Anfang 2011 voraussichtlich nur eine Steigerung der Energieeffizienz um 12,8 Prozent bis zum Jahr 2020 erwartet.

### **3.1.2 Rechenmethodik und Folgen für die Brauchbarkeit der Prognose**

#### **3.1.2.1 Rechenmethodik und Randbedingungen des Referenzszenarios**

Nach bisherigen Erfahrungen kommt es selten vor, dass die mit Klimaschutz-Instrumenten anvisierten Ziele im veranschlagten Zeitraum vollständig erreicht oder gar übertroffen werden. Eine Ausnahme bildet das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), mit dem schnellere Fortschritte beim Ausbau der Bereitstellung Erneuerbarer Energien erreicht wurden als allgemein erwartet. Die meisten anderen Klimaschutz-Bemühungen wurden nicht in der Weise wirksam wie erhofft, beispielsweise wegen Mitnahmeeffekten, Qualitätsmängeln, Reboundeffekten oder Ausweichverhalten der zu Klimaschutzmaßnahmen Verpflichteten (ausführlicher: [Hänggi 08]).

Für die Diskussion sollen hier zwei Methoden unterschieden werden, mit denen in Klimaschutz-Prognosen Ergebnisse gewonnen werden können, die der Realität möglichst nahe kommen:

- (a) Bei den Beiträgen zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung in den einzelnen betrachteten Anwendungsfeldern kann mit Hilfe eines geschätzten Umsetzungsfaktors berücksichtigt werden, bis zu welchem Grad das beabsichtigte Ziel voraussichtlich erreicht wird.
- (b) Stattdessen kann zunächst angenommen werden, dass die zum Erreichen der Klimaziele eingesetzten Instrumente vollständig wirksam werden. Nach Aufsummierung der CO<sub>2</sub>-reduzierenden Einzelbeiträge muss eine pauschale Korrektur des Gesamt-Ergebnisses mit Hilfe einer auf Erfahrungswerten beruhenden Schätzung vorgenommen werden.

In Betracht käme auch die Berechnung eines „Korridors“ der durch „optimistische“ und „pessimistische“ Randbedingungen begrenzt wird. Innerhalb dieses Korridors sollte sich die gesuchte realistische Prognose befinden.

Im Basisgutachten wurde offensichtlich die Vorgehensweise (b) gewählt. Die notwendige Korrektur des Gesamt-Ergebnisses erfolgt im Gutachten selbst jedoch nicht. Sie wird vielmehr „externalisiert“. Offenbar wurde unterstellt, dass diese Korrektur bei der Umsetzung des Basisgutachtens in den Masterplan Klimaschutz vorgenommen werden würde.

Streng genommen erfüllt das Basisgutachten damit kaum die gestellte Aufgabe „strategische Pfade für die Erreichung der Ziele – minus 40 % bis 2020 und mindestens minus 80 % bis 2050 – (zu) entwickeln.“

Im Basisgutachten wird nämlich nach einer Berechnung der für 2020 zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke eine Maßnahmenkombination zur Schließung dieser Minderungs-Lücke vorgeschlagen. Bei einer konsistenten Vorgehensweise hätte hier eine Maßnahmenkombination gewählt werden müssen, die erheblich mehr zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen vermeiden würde als es der Lücke entspricht. Das ist nicht der Fall. Die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination wurde so ausgestaltet, dass mit ihr die „optimistische“ Lücke rechnerisch gerade geschlossen wird. In Kapitel 6 wird hierauf genauer eingegangen werden.

Die Gefahr einer missverstandenen Rezeption zeichnet sich bereits im Basisgutachten selbst ab, wenn auf S. 85 ohne Einschränkung festgestellt wird<sup>8</sup>

„... wird eine mögliche Kombination der in den vorangegangenen Abschnitten erläuterten Maßnahmen vorgestellt, die **geeignet ist, das Ziel einer 40%-igen Reduzierung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg bis 2020 zu erreichen.**“

Die eigene Prämisse ist schon hier unbeachtet geblieben ist. Es dürfte nicht heißen „das Ziel zu erreichen“, sondern lediglich „die „optimistisch“ berechnete CO<sub>2</sub>-Lücke zu füllen“.

Die Annahme einer vollständigen Umsetzung und vollen Wirkung aller Maßnahmen wie im Basisgutachten entsprechend der Vorgehensweise (b) erleichtert natürlich die Ausarbeitung des Gutachtens im Vergleich zu Vorgehensweise (a). Denn es werden keine Faktoren zur Berücksichtigung von Umsetzungsdefiziten benötigt. Die Berechnungsergebnisse werden dadurch **scheinbar genauer**, sie sind aber nur **weniger realitätsnah**. Denn durch die generelle Annahme eines Faktors 1,0 für den Grad der Erfüllung von regierungsamtlichen Zielen und für die Wirkung von entsprechenden Klimaschutz-Instrumenten verschieben sich die Rechenergebnisse einseitig in Richtung auf überschätzte CO<sub>2</sub>-Einsparungen.

Eine Verwendung von geschätzten Umsetzungsfaktoren nach Methode (a), die in den meisten Fällen leider kleiner als 1,0 sein werden, würde die Rechenergebnisse näher an realistische Werte führen – auch dann, wenn sich die Faktoren nicht sehr genau schätzen lassen.

Da, wie in Kapitel 2.2 gezeigt, Ecofys selbst ein Gutachten [Kleßmann 08] erstellt hat, in dem die reale Wirkung des Integrierten Energie- und Klimaprogramms (IEKP) beurteilt wurde, wäre es durchaus möglich gewesen, im Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg mit realistischen Randbedingungen anstelle von optimistischen zu rechnen.

### 3.1.2.2 Auswirkungen auf Vorschläge für zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen

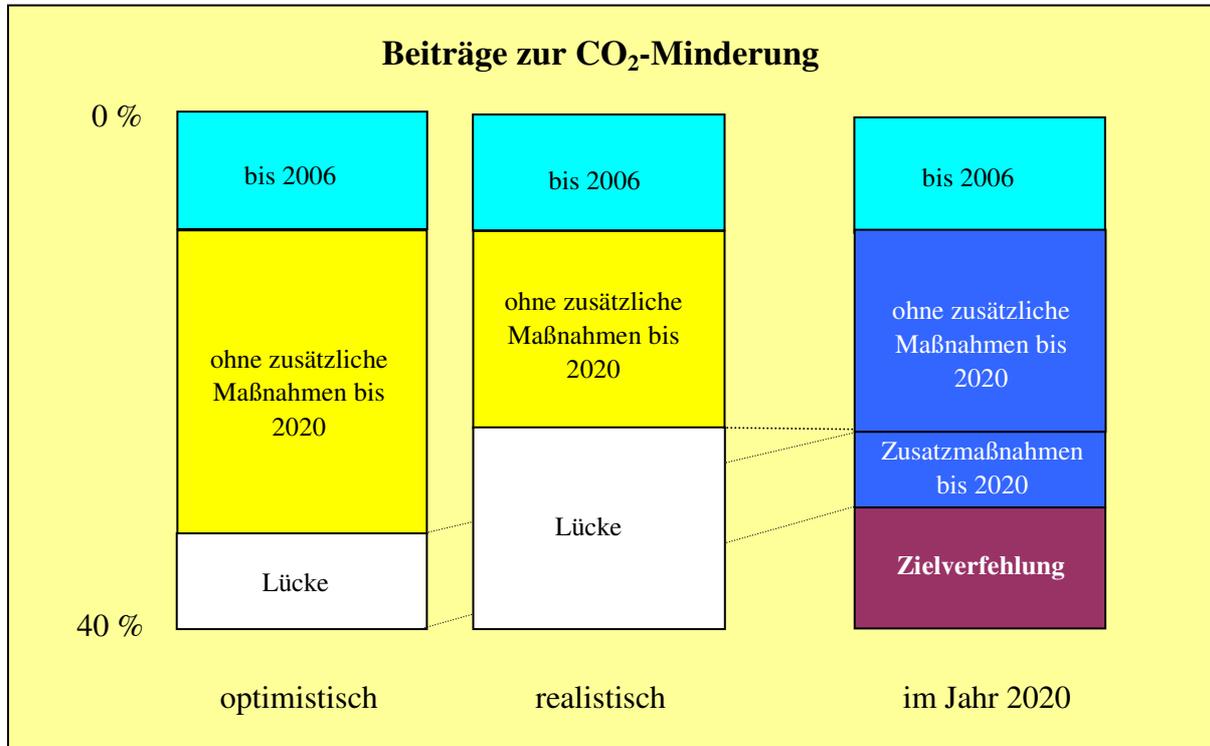
Die „optimistische“ Berechnungsmethode des Basisgutachtens verschiebt die „Realitätskorrektur“ auf den Prozess der Umsetzung des Basisgutachtens in den Masterplan gemäß Bild 1. Natürlich erleichtert diese Vorgehensweise die noch ausstehende Korrektur keineswegs. Auch die Zuverlässigkeit der Prognose wird eher verschlechtert. Es ist sogar zu befürchten, dass unter dem Druck von Sparwängen und Parteienkonkurrenz auf der politischen Ebene die Nebenbedingung des Basisgutachtens, die „konsequente Umsetzung der bestehenden Regelungen“, bei der Verwertung des Basisgutachtens für den beabsichtigten Masterplan und noch mehr bei der darauf folgenden Umsetzung dieses Masterplans in die Praxis immer mehr aus dem Blickfeld gerät.

Bei den Säulen in Bild 3 entspricht die gesamte Höhe einer CO<sub>2</sub>-Minderung von 40 %. Nach Tabelle 1 sind das jährlich 5,5 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Hellblau gefärbt sind die CO<sub>2</sub>-Minderungen, die bis 2006 schon geleistet wurden. In der linken Säule ist wegen der optimistischen Betrachtungsweise die ermittelte CO<sub>2</sub>-Lücke kleiner als in der mittleren Säule, die die realistische Betrachtungsweise repräsentiert. Die **Zielverfehlung** im Jahr 2020 setzt sich aus zwei Beiträgen zusammen: Sie ist die Folge der zu kleinen CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke und des realen Wirkungsdefizits der vorgeschlagenen zusätzlichen Maßnahmenkombination.

---

<sup>8</sup> Ähnlich am Anfang des Hauptgutachtens unter „Hinweise für Leser“ und ebenso in der Pressemitteilung der BSU [BSU 10]

Insgesamt spricht daher viel für eine realistische Bestimmung der zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Minderungen. Auch bei der Auswahl der Maßnahmenkombination zur Schließung der Lücke darf nicht mit einer vollständigen Wirkung der Planung gerechnet werden. Dass bei einer solchen Vorgehensweise unterschiedliche Bearbeiter aufgrund der von ihnen geschätzten Faktoren für die Erfüllungsgrade zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen können, ist in Kauf zu nehmen.



**Bild 3** Schematische Darstellung, die zeigt, wie bereits durch die Art der Prognose eine zweifache Zielverfehlung hervorgerufen wird. Erläuterungen im Text.

Im Rahmen von Diskussionen über diese Problematik wird auf das **Monitoring** verwiesen, durch welches eine Nachsteuerung ausgelöst werden könnte, sobald eine drohende Verfehlung der Ziele erkannt wird.

Bei einer Klimaschutzplanung bis zum Jahr 2020 ist hiervon kaum eine wesentliche Hilfe zu erwarten. Denn erstens liegen verlässliche statistische Daten erfahrungsgemäß erst mit einigen Jahren Zeitverzögerung vor. Zweitens benötigen viele Maßnahmen einige Jahre, um rechtsgültig und breitenwirksam zu werden. Wie man an Bild 2 sehen kann, dauert es drittens einige Zeit, bis eine Zielverfehlung durch Monitoring signifikant sichtbar wird. Auf den gesamten jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß wirken sich nämlich zahlreiche Faktoren aus, für die nur zum Teil zuverlässige Korrekturen möglich sind: Zu nennen sind die wirtschaftliche Lage, die Energiepreise, Veränderungen in der übergeordneten Energie- und Förderpolitik, technologische Entwicklungen, der Verlauf des Wetters und das Nutzerverhalten.

Die im Basisgutachten gewählte „optimistische“ Vorgehensweise führt - unter Berücksichtigung der Einbettung eines solchen Gutachtens in einen realen politischen Prozess - mit großer Wahrscheinlichkeit dazu, dass die für 2020 verbindlich vorgesehenen Klimaschutzziele Hamburgs verfehlt werden. Wenn die hier aufgeführten Gesichtspunkte nicht beachtet werden,

dann muss mit Entwicklungen gerechnet werden, die den in Kapitel 2.1 beschriebenen ähnlich sind.

### 3.2 Die Bilanzierung von „Grünstrom“

„Grünstrom“ wird im Basisgutachten bei der Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen Hamburgs in voller Höhe CO<sub>2</sub>-mindernd angerechnet.

Was ist „Grünstrom“? Nach S. 23 des Hauptgutachtens: „Für Grünstrom fallen per Definition keine CO<sub>2</sub>-Emissionen an.“

Noch nicht einmal Strom aus erneuerbaren Energiequellen entspricht vollständig dieser Definition. Denn auch Erneuerbarer Strom ist mit gewissen CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden, wenn die gängige Bewertung nach GEMIS (Ökoinstitut) beachtet wird. Nach Tabelle 1 in [Pehnt 09a] ist für Wind- oder Wasserkraft mit spezifischen Treibhausgas-Emissionen von 5 g bis 30 g CO<sub>2</sub>/kWh<sub>el</sub> zu rechnen, für Photovoltaik-Strom sogar mit 60 g bis 130 g CO<sub>2</sub>/kWh<sub>el</sub>. Das ist nicht wenig, wenn man mit 600 g CO<sub>2</sub>/kWh<sub>el</sub> für Normalstrom vergleicht. Im Basisgutachten werden derartige kleine Emissionen vernachlässigt, wahrscheinlich zwecks Vereinfachung.

Ein vernünftiger Maßstab für die Anrechnung der Klimawirkung von „Ökostrom“ ist der „**ökologische Zusatznutzen**“ ([Leprich 08]): Bei reiner Umbuchung von Strom aus alten Wasserkraftwerken entsteht kein Nutzen für die Bekämpfung des Klimawandels. Erneuerbarer Strom, der in einem neuen norwegischen Wasserkraftwerk erzeugt wird, das ohnehin wirtschaftlich ist, und der auch in Norwegen verbraucht wird, erzeugt beim buchhalterischen Tausch mit Normalstrom aus der BRD ebenfalls keinen ökologischen Zusatznutzen. In die BRD umgebucht dürfte auch er nicht CO<sub>2</sub>-mindernd verrechnet werden.

Beim freiwilligen Bezug von „Ökostrom“ ist zu unterscheiden zwischen den Auswirkungen auf die *CO<sub>2</sub>-Bilanz einer Kommune* und auf die *persönliche CO<sub>2</sub>-Bilanz*. Hier geht es zunächst um die **CO<sub>2</sub>-Bilanz Hamburgs**.

Die Bewertung und Verrechnung von „Ökostrom“ ist umstritten ([Leprich 08], [Pehnt 09a]). Die Institute IFEU, Öko-Institut, Wuppertal Institut und Ö-Quadrat [Pehnt 09a] haben daher 2008 Regeln für die Bilanzierung in Kommunen vorgeschlagen. Nach diesen wird bei CO<sub>2</sub>-Minderungs-Berechnungen Strom aus (Nicht-EEG-)Neuanlagen (0 bis 6 Jahre) mit einem Gewichtungsfaktor 1,0, aus Neueren Bestandsanlagen (7 bis 12 Jahre) mit einem Faktor 0,5 und aus Altanlagen mit einem Faktor 0 bewertet. Anlagen, die älter als zwölf Jahre sind, werden also nicht CO<sub>2</sub>-mindernd angerechnet.

Diese Regelung ist recht großzügig und erscheint im Hinblick auf den „ökologischen Zusatznutzen“ von „Ökostrom“ als halbherzig. Denn sie lässt zu, dass auch Strom aus Erneuerbaren Energiequellen, dem eigentlich kein ökologischer Zusatznutzen zuzuordnen ist, für einen Zeitraum von 12 Jahren nach Errichtung der entsprechenden Anlage stark CO<sub>2</sub>-vermindernd angerechnet werden kann.

Wenn ein Ökostrom-Händler sich verpflichtet, pro verkaufter Kilowattstunde „Ökostrom“ 1,25 Cent in neue Ökostromanlagen zu investieren und wenn als Einspeisevergütung für eine neu errichtete onshore-Windenergieanlage 9,2 Cent pro kWh gezahlt wird, dann ergibt sich (bei Berücksichtigung der Großhandelspreise für Strom) ein Gewichtungsfaktor von etwa 0,25. Das zeigt, wie großzügig die beschriebene Bilanzierungs-Methode ist.

Für das Stromhandelsunternehmen HAMBURG ENERGIE, bei dem bisher für 85 Prozent der Kunden lediglich Strom aus sehr alten österreichischen Wasserkraftwerken nach Hamburg umgebucht wurde, während die restlichen Kunden Ökostrom aus Neuanlagen erhielten, ergäbe sich nach dem Verfahren in [Pehnt 09a] eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 15 Prozent anstelle einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 100 % wie im Basisgutachten.

Das Stromhandelsunternehmen *Lichtblick* gibt an, es erfülle die Bedingungen für das *ok-power-Label* (Strom zu einem Drittel aus Kraftwerken, die nicht älter als sechs Jahre sind, und zu einem weiteren Drittel aus Kraftwerken, die nicht älter als zwölf Jahre sind). Nach dem Verfahren in [Pehnt 09a] würde sich damit eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 50 Prozent ergeben. Die meisten der von Lichtblick angegebenen Bezugsquellen sind norwegische Laufwasserkraftwerke, die etwa im Jahr 2002 gebaut wurden also zu einem Zeitpunkt, an dem diese Firma ihre ersten Kunden gewann.

### **Ökostrom und die Folgen**

Es ist instruktiv, sich die Folgen der Vorgehensweise im Basisgutachten in Sachen „Grünstrom“ für die CO<sub>2</sub>-Bilanz Hamburgs klar zu machen:

Nach Tabelle 12 des Basisgutachtens soll eine Steigerung des im Referenzszenario angenommenen freiwilligen Bezugs von Grünstrom um einen Faktor 3 im Jahr 2020 „helfen“ zusätzlich 0,25 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr in der CO<sub>2</sub>-Bilanz Hamburgs einzusparen. Nach Angaben im Basisgutachten [Groscurth 10, S. 34] wäre das so viel, wie wenn fast 150.000 Wohneinheiten in typischen Hamburger Mehrfamilienhäusern, die vor 1979 gebaut wurden, auf Neubaustandard saniert würden.

Mit stark gerundeten Zahlen würde das bedeuten:

Wenn weitere 100.000 Hamburger Haushalte einfachen und billigen „Ökostrom“ statt Normalstrom bezögen, hätte Hamburg in seiner CO<sub>2</sub>-Bilanz genau soviel CO<sub>2</sub> eingespart, wie wenn 150.000 Wohneinheiten energetisch saniert würden. Der entscheidende Unterschied ist nur: Die Sanierung der Wohnungen verringert die globale CO<sub>2</sub>-Bilanz um einen stattlichen Betrag (gemessen am Treibhausgas-Ausstoß Hamburgs). Die Umstellung auf billigen „Ökostrom“ ändert die globale CO<sub>2</sub>-Bilanz so gut wie gar nicht.

Die beiden Maßnahmen

(a) CO<sub>2</sub>-arme Fernwärmeversorgung für Hamburg statt Fernwärmeversorgung durch das Kohlekraftwerk Moorburg und

(b) zirka 200.000 Hamburger Haushalte wechseln von Normalstrom zu billigem „Ökostrom“ von Stromhändlern

wären CO<sub>2</sub>-Bilanz-mäßig gleichwertig!

Maßnahme (a) erfordert einen hohen politischen und finanziellen Aufwand. Mit Maßnahme (b) sind dagegen fast keine Zusatzkosten verbunden. Denn Stromkunden, die von Normalstrom zu einfachem „Ökostrom“ wechseln, sparen häufig auch noch Geld dabei.

Die im **Basisgutachten** vorgenommene Bewertung des „Grünstroms“ wird im Hauptgutachten ausführlich, wenn auch nicht widerspruchsfrei erläutert.<sup>9</sup> Jeder „Grünstrom“ wird hier voll CO<sub>2</sub>-mindernd anerkannt, so als käme er aus Neuanlagen. Nach dem ökologischen Zusatznutzen wird nicht gefragt. Die Autoren berufen sich darauf, dass eine andere Vorgehensweise nach dem von ihnen verwendeten Bilanzierungsverfahren *Verursacherbilanz* nicht möglich sei.<sup>10</sup> Daher müsse auch umgebuchter Strom aus alten Wasserkraftwerken etc. als CO<sub>2</sub>-frei gewertet werden.

Diese Begründung ist nicht einleuchtend, zumindest dann nicht, wenn der ökologische Zusatznutzen nicht ignoriert wird. Auch beim Bilanzierungsverfahren nach [Pehnt 09a] kann die Verursacherbilanz verwendet werden. Bei der Verursacherbilanz werden Emissionen nach dem Verursacherprinzip zugeordnet ([Groscurth 10, S. 10]). Wenn ein Strombezieher aus Hamburg vom Bezug von Normalstrom zum Bezug von „Ökostrom“ aus alten österreichischen Wasserkraftwerken wechselt, so verursacht er dabei keine Verringerung der globalen Kohlendioxid-Emissionen.

Einer Aufhübschung der CO<sub>2</sub>-Bilanz mittels „Grünstrom“ ist die große Bedeutung einer kontinuierlichen Unterstützung der Bevölkerung für Maßnahmen des Klimaschutzes gegenüberzustellen. Diese darf nicht durch Tricks und Schönrechnerei der CO<sub>2</sub>-Bilanz leichtfertig aufs Spiel gesetzt werden.

Bei der Bilanzierung von „Grünstrom“ muss sich die CO<sub>2</sub>-Minderung strikt am ökologischen Zusatznutzen orientieren. Die im Basisgutachten verwendete Bilanzierungsmethode ist nicht akzeptabel.

**Ökostrom von HAMBURG ENERGIE und „persönliche CO<sub>2</sub>-Bilanz“:**<sup>11</sup> Im Gegensatz zur Umbuchung von Strom aus alten oder aus ohnehin wirtschaftlichen Wasserkraftwerken ist die Errichtung von inländischen Anlagen zur Gewinnung von erneuerbarem Strom zweifellos mit einem ökologischen Zusatznutzen verbunden, auch wenn dieser Strom nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet wird.<sup>12</sup> Wenn ein Stromerzeuger eine Einspeisevergütung nach dem EEG bezieht, so darf er diesen Strom nicht noch einmal als Ökostrom verkaufen (§ 56 EEG, Doppelvermarktungsverbot). Es ist aber nicht falsch, ihn mit dem Etikett „frei von Kohle- und Atomstrom“ zu versehen.

HAMBURG ENERGIE hat Ende 2010 eine Windenergieanlage bestellt, die ab 2012 gut 3000 Hamburger Haushalte mit Strom versorgen soll.<sup>13</sup> Wenn HAMBURG ENERGIE schon sechs solcher Anlagen in Betrieb genommen hätte, könnte es mit Fug und Recht behaupten, allen Ende 2010 ca. 18.000 Kunden Strom „frei von Kohle und Atom“ zu liefern.

---

<sup>9</sup> S. Bode in [Bode 09], Abb. 4: „Grünstrombezug Direkt von der Anlage oder auf Basis von a) Grünstromzertifikaten\*) oder b) nicht staatl. anerkannten Emissionsrechten (VER)\*) aus Ländern mit Emissionsziel Führt zu Reduktion der „persönlichen“ CO<sub>2</sub>-Bilanz ohne unmittelbaren Beitrag zur globalen Emissionsreduktion.“

<sup>10</sup> Persönliche Mitteilung von Dr. H.-M. Groscurth an den Verfasser

<sup>11</sup> Der Verfasser dankt Prof. Dr. Uwe Leprich für nützliche Hinweise.

<sup>12</sup> Beispiel: Stadtwerke München mit Engagement in Erneuerbaren Energieanlagen in großem Stil

<sup>13</sup> HAMBURG ENERGIE: „REpower errichtet für HAMBURG ENERGIE Windenergieanlage auf Energieberg in Georgswerder“, Pressemeldung am 10.11.10

Im März 2011 teilte HAMBURG ENERGIE mit, für jeden Privatkunden, der zu HE wechsele, würde HE innerhalb von fünf Jahren regenerative Energieerzeugungsanlagen aufbauen, die mindestens der Hälfte seines Verbrauchs entsprechen. Gleichzeitig würde den Kunden vom ersten Tag an zu einhundert Prozent Ökostrom geliefert.

Die CO<sub>2</sub>-Bilanz Hamburgs bleibt davon allerdings nahezu unberührt, da HE für die neuen Erzeugungsanlagen EEG-Einspeisevergütungen in Anspruch nehmen dürfte und EEG-Strom bereits über den Generalfaktor<sup>14</sup> in der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung berücksichtigt wird. Die Kunden müssten von HE darauf hingewiesen werden, dass die Etikettierung bedeutet: sie erhalten Normalstrom mit dem beschriebenen Zusatznutzen. Sie müssen, um Fehlbewertungen vorzubeugen, vor dem Missverständnis gewarnt werden, der von ihnen bezogene Strom sei nicht mit hohen Emissionen verbunden.

Zu widersprechen ist also der Aussage im Hauptgutachten:

„Hamburger Bürger können durch den Bezug von grünem Strom ihre persönliche CO<sub>2</sub>-Bilanz – und damit auch diejenige Hamburgs – verbessern.“ (S. 66)

Auch eine Anrechnung von einfachem Ökostrom in der „persönlichen CO<sub>2</sub>-Bilanz“ ist nicht angebracht. Sonst könnte ein „Ökostrom“-Bezieher zur irrigen Auffassung kommen, mit einem Elektroauto würde er keine CO<sub>2</sub>-Emission verursachen und es wäre ökologisch ganz gleichgültig, wie weit er mit seinem Auto fährt. Wenn man sich an der zitierten Auffassung orientieren würde, würden wichtige Einsparanreize verloren gehen. Der freiwillige Bezug von „Ökostrom“ könnte sich dann sogar klimaschädigend auswirken!

### 3.3 Die Bedeutung der Wirtschaftlichkeit

Das Hauptgutachten enthält zum Thema Kosten nur eine einzige Seite. Zwischengestreut sind Abbildungen, in denen die vermutete Kostenentwicklung für Strom und Wärme abhängig von der Erzeugungsart dargestellt wird. Es lässt sich einsehen, dass eine Berechnung der Kosten für zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen den Rahmen des Basisgutachtens gesprengt hätte. Viele Vorschläge für Maßnahmen zur Emissionsminderung sind auch noch gar nicht so weit konkretisiert, dass ein Vergleich der Kosten verschiedener Alternativen und eine Überprüfung der Wirtschaftlichkeit möglich wären.

Der Kostenaspekt darf aber bei der Auswahl zusätzlicher Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung nicht völlig außer Acht gelassen werden. Das soll an zwei Beispielen illustriert werden:

In das Ergänzungsgutachten [Hermelink 10] wurde ein sehr ausführliches Referat zum Thema Passivhaus eingefügt, obwohl man davon ausgehen kann, dass nach 15 Passivhaus-Tagungen und Tausenden von gebauten Passivhäusern den Lesern eines solchen Gutachtens die grundlegenden Eigenschaften von Passivhäusern geläufig sind. Zur Kostenseite wird ausgeführt:

„Da es inzwischen in Deutschland jedoch ausreichend Erfahrungen mit Passivhäusern gibt und vor dem Hintergrund eines Lebenszyklusansatzes zumindest im Neubau dieser Standard auch der kostengünstigste ist, ist vor dem Hintergrund der drängenden Klimaschutzproblematik nicht nachvollziehbar, weshalb dieser Schritt in der nationalen Gesetzgebung nicht bereits früher getan wird.“ (S. 24)

---

<sup>14</sup> Der Generalfaktor gibt die mittleren spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Stromerzeugung in der BRD an.

Es mag sein, dass dies für die Autoren „nicht nachvollziehbar“ ist. Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die gesetzliche Grundlage der Energieeinsparverordnung (EnEV), enthält wie das Hamburgische Klimaschutzgesetz ein „Wirtschaftlichkeitsgebot“. Ob Passivhäuser nach einem Lebenszyklusansatz am kostengünstigsten sind, mag dahingestellt bleiben. Denn sie enthalten anspruchsvolle technische Anlagen, deren Herstellung nicht ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen möglich ist. In den „Wirtschaftlichkeitsgeboten“ wird allerdings nicht nach Lebenszyklus-Bilanzen gefragt. Es gäbe gute Gründe, das zu ändern. Hier soll aber zunächst auf zwei andere Punkte aufmerksam gemacht werden, die den Kostenaspekt betreffen.

Abbildung 23 des Ergänzungsgutachtens zeigt, dass bei Passivhäusern die spezifischen Transmissionswärmeverluste (Wärmeverluste der Hüllfläche) bei großen Mehrfamilienhäusern dreimal größer sein dürfen als bei nicht kompakten Einfamilienhäusern. Das bedeutet, dass die notwendige Dämmung bei ersteren weniger kostet als bei letzteren. Aus Bild 8 in der vorliegenden Stellungnahme folgt das gleiche noch allgemeiner. Wenn man also nur an das Wirtschaftlichkeitsgebot denkt, dann kann es angebracht sein, bereits in der nächsten EnEV-Novelle für große Gebäude das Passivhausniveau vorzuschreiben, für kleine aber noch nicht, weil dort die Wirtschaftlichkeit noch nicht nachweisbar wäre. Natürlich könnte man einer „volkswirtschaftlichen Wirtschaftlichkeit“ folgend in der nächsten Hamburgischen Klimaschutzverordnung das Passivhausniveau auch für alle neuen Gebäude fordern, da in Metropolen Einfamilienhäuser im Vergleich zu Wohnungen in großen Gebäuden Luxusgüter sind.

Die Beachtung der Wirtschaftlichkeit führt hier also zu differenzierteren Einschätzungen als der zitierten.

Zum Thema erneuerbare Energien und Passivhäuser auf S. 50 im Ergänzungsgutachten:

„Deckung des verbleibenden Energiebedarfs mit erneuerbaren Energien: Kostenoptimierte solarthermische Systeme können ohne weiteres 40-60 % des gesamten Niedertemperaturwärmebedarfs in einem Passivhaus decken. Die Erzielung der Anforderung an den Primärenergiebedarf von maximal 120 kWh/(m<sup>2</sup>a) ist selbst im Passivhaus ohne den Einsatz erneuerbarer Energien schwer zu realisieren. Gleichzeitig wird es möglich, den gesamten Energiebedarf mit erneuerbaren Energien zu decken, wofür ansonsten weder die finanziellen Mittel noch die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien ausreichen würden.“

Merkwürdig widersprüchlich und unter einem finanziellen Gesichtspunkt sicher falsch.

Für die Setzung richtiger Prioritäten bei der Aufgabe, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, ist es viel weiterführender als in den letzten beiden Zitaten, einen Vergleich von Passivhaus-Neubau und energetischer Sanierung von Bestandsgebäuden unter Kostenaspekten durchzuführen.

Nach der Bürgerschaftsdrucksache 19/1752 [FHH 08] wurde 2008 bei geförderten energieeffizienten Modernisierungsmaßnahmen von Bestandsbauten eine Tonne von zusätzlichem CO<sub>2</sub> mit einer Förderhöhe von durchschnittlich 38 Euro bedacht, beim geförderten energieeffizienten Neubau wurden dagegen durchschnittlich 488 bis etwa 1000 Euro für eine Tonne von zusätzlichem CO<sub>2</sub> ausgegeben (vgl. dazu Bild 7). Zu einem EFH mit 130 m<sup>2</sup> Wohnfläche im Passivhaus-Standard steuerte Hamburg nämlich einen Zuschuss von 32.700 Euro bei. Sicherlich spiegelt diese stattliche Summe bis zu einem gewissen Grad die erhöhten Aufwendungen bei kleinen Passivhäusern im Unterschied zu großen wider. Insgesamt zeigt sich aber, dass unter Kostengesichtspunkten wegen der sehr viel niedrigeren spezifischen CO<sub>2</sub>-Förderkosten

einer anspruchsvollen energetischen Sanierung bei weitem Vorrang vor dem Neubau eingeräumt werden müsste. Das sollte auch im Hinblick auf die im Basisgutachten empfohlenen erhöhten Abrissraten von älteren Bestandsbauten Beachtung finden.

### 3.4 Die Bedeutung der Sozialverträglichkeit

Äußerungen im Basisgutachten, die die soziale Dimension betreffen, rufen Widerspruch hervor:<sup>15</sup>

Im Hauptgutachten (hervorgehoben) [Groscurth 10, S.89]:

„Der Umbau der Energieversorgung hin zu einer dauerhaft umweltgerechten Energienutzung ist für den Klimaschutz zwingend notwendig. Er ist wirtschaftlich **und sozialpolitisch mindestens verantwortbar, wenn nicht sogar vorteilhaft** gegenüber einer Fortführung des bisherigen Umgangs mit Energie.“

Ähnlich im Ergänzungsgutachten [Hermelink 10, S.50]:

„Unter renommierten Volkswirten (u.a. Sir Stern, Kempf) herrscht inzwischen die Ansicht, dass die Kosten zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion weitaus niedriger liegen als die aus einer Klimaerwärmung von über 2°C resultierenden Folgekosten. Aus dieser Perspektive sind die in diesem Basisgutachten aufgezeigten Maßnahmen und Instrumente wirtschaftlich **und auch sozial verträglich**.“

Die gesamte Nachhaltigkeitsliteratur (beispielsweise [Rogall 09]), in der ökologische, ökonomische und sozial-kulturelle Ziele gleichwertige Beachtung finden, wird bei der Beschränkung auf solche überaus allgemeinen Aussagen ignoriert.

Verkürzte Äußerungen zur Sozialverträglichkeit wie diese sind aus zwei Gründen abzulehnen. Zum einen vernachlässigen sie die Zeitdimension. Es wäre zynisch einem Menschen, der gezwungen ist in Armut zu leben und dem auf Grund von Klimaschutzmaßnahmen weitere finanzielle oder sonstige Belastungen zugemutet werden, zu erklären, irgendwann würde die Maßnahme auch ihm zugute kommen und sei es nach seinem Ableben. Zum anderen wird die reale Verteilung der Klimashutzkosten ignoriert. Es lässt sich nachweisen, dass gegenwärtig mit praktisch allen Klimaschutz-Instrumenten eine Umverteilung von unten nach oben verbunden ist ([Rab 11]). Dieser Prozess ließe sich nur durch eine bewusste Kompensation mittels Ausgleichsmaßnahmen korrigieren, so wie das auf internationaler Ebene zwischen Industrie- und Entwicklungsländern vom Grundsatz her bereits akzeptiert ist.

Dass mit den oben angeführten Äußerungen nicht einfach nur gesagt werden soll, im Basisgutachten würden wirtschaftliche Aspekte nur wenig und soziale Aspekte gar nicht betrachtet, zeigen weitere Passagen aus dem Hauptgutachten:

„Insbesondere die kontinuierliche, systematische Verringerung des Energiebedarfs der Gebäude kann auch als **langfristiges Mieterschutzprogramm** interpretiert werden, da die Mieter auf diese Weise vor hohen künftigen Ausgaben für Wärme geschützt werden.“ [Groscurth 10, S.89]:

---

<sup>15</sup> Fettdruck durch den Autor, nicht im Original

Dass es bei einem Mieterschutzprogramm auch um die Verteilung von Kosten und Nutzen gehen muss und diese Verteilung nach dem geltenden Mietrecht vielleicht nicht eo ipso fair vorgenommen wird, wird einfach ausgeblendet.

Sozialpolitisch höchst einseitig sind die folgenden Ausführungen zum „Eigner-Nutzer-Dilemma“<sup>16</sup> ([Groscurth 10, S.69]):

„Schließlich ist es noch wichtig, das **Eigner-Nutzer-Dilemma** anzugehen. Darunter versteht man die Tatsache, dass die energetische Sanierung eines Gebäudes vom Eigentümer zu finanzieren ist, **der wirtschaftliche Nutzen in Form verringerter Energiekosten jedoch dem Nutzer des Gebäudes zufällt**. Während Mieten im gewerblichen Bereich frei ausgehandelt werden und diesen Aspekt berücksichtigen können, schränkt das geltende Mietrecht für Wohngebäude die Weitergabe der Kosten einer energetischen Sanierung in der Praxis stark ein. Da es sich um abschließendes Bundesrecht handelt, sollte Hamburg gemeinsam mit anderen Ländern auf dem Weg einer **Bundratsinitiative** versuchen, hier Abhilfe zu schaffen.“

Dass eine ähnlich einseitige Darstellung nicht nur von der Immobilien- und Vermieterlobby vertreten wird, sondern auch von vielen Beratungseinrichtungen, die sich unabhängig nennen, und dass die Gegenposition der Mieterverbände hartnäckig ignoriert wird, dürfte auch damit zusammenhängen, dass hierüber noch keine nennenswerte öffentliche Debatte mit wissenschaftlichem Anspruch geführt worden ist.

Da es um den bekannten „Sanierungsstau“ geht, wäre zum obigen Text sofort die Frage zu stellen, ob etwa bei gewerblich genutzten Gebäuden kein derartiger Stau zu beobachten sei.

Für eine ernsthafte Analyse wäre nach der auf dem Wohnungsmarkt bestehenden Situation stärker zu differenzieren. Das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) hat das in diversen Arbeiten getan, dabei aber meist recht konsequent die Sicht der Immobilieneigner vertreten [Enseling 08], [Knissel 03]. Denn diesen sollen ja ausreichend große Anreize für energiesparende Investitionen geboten werden.

Es zeigt sich, dass mit den bestehenden Regelungen des Mietrechts und der bisherigen öffentlichen Förderung bei entspanntem Wohnungsmarkt von Eignern bei der energetischen Sanierung vermieteter Wohnimmobilien gute Renditen erzielt werden können, wenn sie die vom geltenden Mietrecht gebotenen Möglichkeiten wahrnehmen und kosteneffiziente Baumaßnahmen wählen [dena 10]. Schwierigkeiten bei der Refinanzierung kann es bei angespannten Wohnungsmärkten geben, bei denen die Mieten im Zeitverlauf relativ stark steigen. Denn hier kann nach dem geltenden Mietrecht die elf-prozentige Umlage auf die Miete mit der Zeit effektiv reduziert werden. In Hamburg besteht ein sehr angespannter Wohnungsmarkt. Andererseits gilt Hamburg in der Immobilienbranche gegenwärtig weltweit als eine der attraktivsten Städte für Investoren. Die Mieten sind hier oft so hoch, dass Vermietern durchaus Klimaschutzinvestitionen zugemutet werden können, auch wenn die direkt erwirtschaftete Rendite dafür nicht besonders hoch ist.

Was ist davon zu halten, dass der „wirtschaftliche Nutzen in Form verringerter Energiekosten jedoch dem Nutzer des Gebäudes zufällt“? Sicherlich kann es für Mieter nach energetischen Sanierungen verringerte Energiekosten geben. Sie haben andererseits dafür eine zeitlich nicht

---

<sup>16</sup> Auch „Vermieter-Mieter-Dilemma“ oder „Investor-Nutzer-Dilemma“.

begrenzte Umlage auf die Mietkosten zu zahlen. In der Praxis wird nur in seltenen Fällen eine so hohe Energiekostensenkung erzielt, dass sich eine „Warmmieten-Neutralität“ ergeben würde. Die Umlage auf die Miete ist zumeist wesentlich höher als die Einsparung bei den Energiekosten. Die wirtschaftliche Vertretbarkeit der von der EnEV und auch von der HmbKliSchVO geforderten energetischen Sanierungsleistungen ist zwar in Gutachten nachgewiesen [Kah 08], die „Labor-Bedingungen“ der Gutachten werden aber in der Praxis unter der Regie von Immobilien-Eignern und den von ihnen beauftragten Architekten und Bauunternehmen oft weit verfehlt, gerade auch in einer Metropole wie Hamburg. Auch die Kosten schlecht durchgeführter Sanierungen können auf die Miete umgelegt werden. Das bedeutet, dass die Mieterhöhungen nach energetischen Sanierungen oft viel höher sind als die Energiekosteneinsparungen. Die Mieterverbände wären schon froh, wenn die Mieterhöhungen wenigstens nicht mehr als doppelt so groß wären wie die Energiekosteneinsparungen.

In [Klinski 09] wurde immerhin versucht, sozial ausgewogene Vorschläge zur Behebung des Staus energetischer Sanierungen zu entwickeln, auch wenn dem Verfasser dies nicht als glücklich erscheint. Die Behauptungen des Basisgutachtens ignorieren jedoch schlicht die leicht zu beobachtende Praxis auf einem Wohnungsmarkt wie dem in Hamburg.

Die Aufforderung im obigen Zitat, Hamburg solle eine **Bundesratsinitiative** ergreifen, um das Mietrecht zugunsten der Eigner zu verändern, zeigt, wie wenig sich die Autoren auf diesem Gebiet kundig gemacht haben. Aus dem Bundesland Berlin<sup>17</sup> wurde im November 2010 eine Bundesratsinitiative in die entgegengesetzte Richtung angekündigt: Senkung des Umlagesatzes von 11 Prozent auf 9 Prozent. Die nach dem Koalitionsvertrag der CDU/CSU/FDP-Bundesregierung vorgesehene Mietrechtsänderung („Investitionsanreize durch Änderungen im Mietrecht und im Energiecontracting“) war bereits Ende 2010 auf dem Weg in die Beratung durch den Bundestag. Mit dieser Mietrechtsnovelle beabsichtigt die Bundesregierung unter anderem: In Zukunft sollen Klimaschutzmaßnahmen auch dann von Vermietern auf die Miete umgelegt werden können, wenn durch sie die Heizkosten überhaupt nicht sinken (z. B. Fernwärmeanschluss statt Gasetagenheizung). Weiter soll den Mietern die Berechtigung abgesprochen werden, für starke Belastungen während der Bauphase die Miete zu mindern, wenn die Baumaßnahmen der Energieeinsparung dienen (man denke an Innendämmungen!). Bislang können Mieter während solcher Arbeiten die Miete um 50 bis 100 Prozent mindern.

Am Extremfall einer energetischen Verbesserung ganz ohne Energiekostensenkung, um den es in Zukunft häufiger gehen wird, wird die Problematik besonders deutlich. Wieso sollen für solche aus Klimaschutzgründen gerechtfertigten Maßnahmen die Mieter allein aufkommen? Der Deutsche Mieterbund schlägt eine Aufteilung der Kosten nach Dritteln – Mieter, Vermieter und Öffentliche Hand – vor. Auch die gegenwärtige Bundesregierung bekennt sich zu einer derartigen Kostenaufteilung: „Die energetische Sanierung ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, an deren Kosten sich bereits schon jetzt der Staat, die Eigentümer und die Mieter beteiligen.“ [Bund 10c]

Der für Bauen zuständige Minister Ramsauer brachte es fertig zu kommentieren, die ganze Last der energetischen Sanierung von Mietimmobilien könne man dem Eigentümer nicht allein aufhalsen (Interview am 27.10.2010). Die von der Bundesregierung beabsichtigte Mietrechtsänderung ist sozial so extrem unausgewogen, dass massiver Widerstand nicht nur im

---

<sup>17</sup> In Berlin sind die Mietkosten auch noch erheblich niedriger als in Hamburg.

Bundesrat, sondern vor allem von Mieterseite zu erwarten ist. Dabei besteht durchaus die Gefahr, dass größere Gruppen der Bevölkerung den Klimaschutz berechtigterweise als etwas für sie Bedrohliches wahrnehmen und zunehmend ablehnen.

Das vorläufige Scheitern eines Klimaschutzgesetzes im Land Berlin nach mehrjähriger Planung des Senats und nach vier Entwürfen zeigt, wie wichtig es ist, nicht nur ökologische und ökonomische, sondern auch soziale Gesichtspunkte bei der Planung von Klimaschutzmaßnahmen zu beachten. Klimaschutz wird auf Dauer nur gelingen, wenn mit Nachdruck darauf geachtet wird, dass die deutsche Bevölkerung die damit verbundenen Maßnahmen als sozial gerecht bewertet und kontinuierlich unterstützt. Die gegenwärtig noch stabile positive Einstellung der Menschen darf nicht durch staatliche Entscheidungen mit sozialer Schlagseite gefährdet werden. Bei der Vorbereitung eines Masterplans für den Klimaschutz in Hamburg müssen auch die sozialen Auswirkungen frühzeitig so berücksichtigt werden, dass die Betroffenen die vorgesehenen Maßnahmen als sozial gerecht bewerten können.

Zum so genannten Eigner-Nutzer-Dilemma, mit dem der Sanierungsstau erklärt werden soll, sei noch Folgendes angemerkt: Auch Besitzer eines Eigenheims bezahlen für Energieeinsparungen im Voraus und erwarten, dass diese Investitionen sich in den folgenden Jahren durch Kosteneinsparungen refinanzieren. Sie sind dabei durchaus mit Amortisationszeiten von 15 bis 20 Jahren zufrieden, mit Zeitintervallen, die immerhin noch kürzer sind als die in EnEV-Wirtschaftlichkeits-Nachweisen verwendeten. Von den Besitzern von Mietimmobilien werden dagegen oft weit geringere Amortisationszeiten bzw. weit höhere Renditen erwartet. Hier liegt ein wesentlicher Schlüssel zur Erklärung des Sanierungsstaus bei vermieteten Wohnimmobilien.

Aus den hier dargestellten Gründen, wird in dieser Stellungnahme ergänzend zu den Einschätzungen des Basisgutachtens an manchen Stellen auch auf wirtschaftliche und soziale Gesichtspunkte hingewiesen.

## 4. CO<sub>2</sub>-Minderung in Hamburg ohne zusätzliche Klimaschutz-Maßnahmen

### 4.1 Das Referenzszenario des Basisgutachtens

Für das Referenzszenario des Basisgutachtens wird angenommen, dass nur die bereits beschlossenen Klimaschutz-Instrumente und Maßnahmen auf der Ebene der EU, der deutschen Bundesregierung und des Landes Hamburg bis 2020 bzw. bis 2050 Wirkungen auf CO<sub>2</sub>-Emissionen entfalten. Dabei fließen nicht nur technische Verbesserungen, sondern auch Änderungen der Nutzungsniveaus, z. B. durch Bevölkerungswachstum oder wirtschaftliches Wachstum ein. Spezielle Randbedingungen werden im Kapitel 4 des Basisgutachtens beschrieben. Im Ergänzungsgutachten [Hermelink 10] findet sich die Modellierung des Referenzszenarios in Kapitel 3.4.

Der wichtige Unterschied zwischen Referenzfall und „Business-as-usual“ wird im Basisgutachten betont [Groscurth 10, S. 90]:

„Der Referenzfall ist nicht definiert als „Business-as-usual“, sondern als **konsequente Umsetzung dessen, was heute schon beschlossen wurde**. Dies sicherzustellen, wird entschlossenes Handeln auf vielen Ebenen erfordern.“

Im Folgenden wird untersucht, wie plausibel die in Kapitel 4 des Basisgutachtens für das **Referenzszenario** berechnete CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke ist. Begleitend werden die Unterschiede zwischen der „optimistischen“ und einer „realistischen“ Lücke herausgearbeitet.

### 4.2 CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke des Basisgutachtens im Jahr 2020

Tabelle 1 zeigt verschiedene, für die folgende Diskussion relevante CO<sub>2</sub>-Emissionswerte für Hamburg. Die angegebenen Zielwerte in den Zeilen 4 und 8 folgen aus den verbindlichen Klimaschutzziele Hamburgs nach Kapitel 1.1 und den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 1990 in Zeile 1.

Der jährliche Emissionswert 16,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2006 (Zeile 3) liegt um 5,5 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> (Zeile 5) höher als der Zielwert im Jahr 2020 (Zeile 4). Das Basisgutachten kommt auf Grund von umfangreichen Berechnungen zum Ergebnis, dass allein durch das Referenzszenario bis 2020 bereits weitere 3,9 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden (Zeile 6). Demnach bleibt für 2020 noch eine CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke von 1,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Die Plausibilität dieses Wertes für die Minderungs-Lücke im Jahr 2020 wird in Kapitel 4.3 untersucht.

Ein Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in der vom Statistikamt Nord veröffentlichten CO<sub>2</sub>-Statistik nach Verursacherbilanz enthalten sind, sind nicht Bestandteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die im Basisgutachten Beachtung finden (siehe Kasten weiter unten). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner dürfen also nicht aus den Werten in Tabelle 1 nach Division durch die Einwohneranzahl berechnet werden. Sie sind größer.

Im Basisjahr 1990 lag Deutschland bei 1235 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Nach dem Bevölkerungsanteil würden sich hieraus für Hamburg über 27 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente ergeben. Das ist sehr viel mehr als die (energiebedingten) 17,9 Mio. t CO<sub>2</sub> im Jahr 1990 in der Zeile 1 der folgenden Tabelle!

In einem ähnlichen Klimaschutzkonzept für die Stadt Münster wurden CO<sub>2</sub>-Äquivalente unter Einschluss von Vorketten berücksichtigt ([Duscha 09]).

	jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen in Hamburg	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Mio. t	Quelle (Seite im Hauptgutachten)
1	im Jahr 1990	17,9	S. 21
2	im Jahr 2006 (ohne Al-Werk)	15,2	Tab. 3, S. 18
3	im Jahr 2006 (mit Al-Werk)	16,2	Tab. 3, S. 18
4	Zielwert im Jahr 2020	10,7	S. 58 (40 % Reduktion)
5	Notwendige Reduktion bis 2020 gegen 2006	5,5	S. 21
6	Reduktion des Referenzszenarios bis 2020 gegen 2006	3,9	S. 58
7	CO <sub>2</sub> -Minderungs-Lücke 2020	1,6	S. 57,58, Tab. 12
8	Zielwert im Jahr 2050	3,6	S. 58 (80 % Reduktion)
9	Notwendige Reduktion bis 2050 gegen 2006	12,6	
10	Notwendige Reduktion bis 2050 gegen Zielwert 2020	7,2	
11	Reduktion des Referenzszenarios bis 2050 gegen 2006	5,2	S. 90, 91
12	CO <sub>2</sub> -Minderungs-Lücke 2050 <sup>18</sup>	1,6	S. 90, 91

**Tabelle 1:** Reale und geplante jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg (Verursacherbilanz)

In den 16 Jahren von 1990 bis 2006 sind die Hamburger CO<sub>2</sub>-Emissionen von 17,9 auf 15,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> zurückgegangen. Dies entspricht einer Reduktion um 15 Prozent, also im Durchschnitt um rund 1 Prozent pro Jahr. In den 14 Jahren zwischen dem Jahr 2006 und dem Jahr 2020 müssen die Hamburger CO<sub>2</sub>-Emissionen nach der verbindlichen Vorgabe des Hamburger Senats von 16,2 auf 10,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> gesenkt werden.<sup>19</sup> Das entspricht einer Reduktion um 31 Prozent (bezogen auf 1990), also im Durchschnitt um 2,2 Prozent pro Jahr.

Wenn der Reduktionstrend zwischen 1990 und 2007 bis 2010 fortgeschrieben wird, dann ist gegenwärtig bis 2020 im Durchschnitt eine Reduktion um 2,5 Prozent pro Jahr notwendig.

<sup>18</sup> In der Version 4.8 des Hauptgutachtens vom 21.10.2010 stehen in der Zeile „CO<sub>2</sub>-Emissionen“ in Tabelle 13 die Werte: -68 % -80 % -12 % 1,6. Nach Auskunft von Herrn Dr. Groscurth muss es richtig heißen: -71 % -80 % -9 % 1,6

<sup>19</sup> 16,2 statt 15,2 durch Berücksichtigung der Aluminiumwerke, die seit 2008 im Betrieb sind.

### **CO<sub>2</sub>-Emissionen nach der Verursacherbilanz**

Hamburg wendet für die Bilanzierung seiner CO<sub>2</sub>-Emissionen die Verursacherbilanz an. CO<sub>2</sub>-Emissionen werden aus den Endenergie-Verbräuchen berechnet und den sie verursachenden Endverbrauchssektoren private Haushalte, Gewerbe/ Handel / Dienstleistung (GHD), Industrie und Verkehr zugeordnet. Die Emissionen des Umwandlungsbereichs gehen nicht direkt in die Bilanz ein, sondern werden den Endverbrauchssektoren nach dem jeweiligen Verbrauch auf dem Hamburger Stadtgebiet zugewiesen. Bei der Bilanzierung des Stromverbrauchs wird mit den durchschnittlichen Emissionen der Stromproduktion in Deutschland gerechnet. Im Jahr 2006 betrug dieser so genannte Generalfaktor 600 Gramm CO<sub>2</sub>/kWh.

In die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Basisgutachtens gehen folgende CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht ein:

- Emissionen von Unternehmen, die dem Emissionshandel unterliegen, wie Raffinerien
- Emissionen aus nicht-energetischen Prozessen wie der Zementherstellung
- Emissionen, die in nach Hamburg importierten Produkten enthalten sind. Ihre Berücksichtigung unterbleibt wegen des Aufwands und mangels eines standardisierten Verfahrens.

Im Basisgutachten werden nur Energieträger berücksichtigt, die gemäß der Verursacherbilanz mehr als 1% zur Deckung der Endenergienachfrage in Hamburg beitragen.

Die für den Flug- und Schiffsverkehr in Hamburg gekauften Treibstoffmengen gehen nicht in die Bilanz ein, weil davon ausgegangen wird, dass Hamburg nur einen kleinen Teil davon direkt verursacht.

## **4.3 Referenzfall: Die CO<sub>2</sub>-Minderung bis 2020 optimistisch und realistisch**

### **4.3.1 CO<sub>2</sub>-Minderungen für einzelne Anwendungsfelder im Referenzszenario**

Bild 4 enthält die Tabelle 9 aus dem Hauptgutachten. In der letzten Spalte finden sich CO<sub>2</sub>-Minderungen für das Referenzszenario, die mit optimistischen Umsetzungs-Erwartungen errechnet wurden.

Die Summe der „Anwendungen“ Strom, Raumwärme, Mobilität und Prozesswärme ergibt für den Referenzfall die jährliche Minderung 3,9 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> in 2020 gegenüber 2006, die auch in Tabelle 1 angegeben ist.

In Tabelle 2 werden den CO<sub>2</sub>-Minderungen des Basisgutachtens CO<sub>2</sub>-Minderungen gegenüber gestellt, die in dieser Stellungnahme für realistische Randbedingungen ermittelt wurden.

Die Werte auf der linken Seite dieser Tabelle gehören zum „optimistischen“ Referenzszenario des Basisgutachtens, die Werte auf der rechten Seite zu einem „realistischen“ Referenzszenario.

<b>Hintergrund: Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Minderungen</b>				
<i>Tabelle 9: CO<sub>2</sub>-Minderungen in 2020 im Referenzfall gegenüber 2006.</i>				
<b>Anwendung</b>	<b>Aktivität</b>	<b>Effizienz</b>	<b>Energiebereitstellung</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Minderung</b>
<b>Strom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivitätsniveau +8%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spez. Strombedarf -13%</li> </ul>	=> <b>Strombedarf - 6%</b> 40% erneuerbare Energien => Generalfaktor 450 g/kWh	1,9 Mio. t
<b>Raumwärme</b>	Flächen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haushalte +4%</li> <li>• GHD +10%</li> <li>• produzierendes Gewerbe -6%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spez. Heizwärmebedarf -22%</li> </ul>	=> <b>Heizenergiebedarf -21%</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzungsgrad Heizung</li> <li>• Fernwärme: CO<sub>2</sub>-Faktor sinkt mit abnehmender Nachfrage</li> </ul>	1,2 Mio. t
<b>Mobilität</b>	Fahrleistung <ul style="list-style-type: none"> <li>• PKW konstant</li> <li>• LKW +10%</li> </ul>	Verbrauch <ul style="list-style-type: none"> <li>• PKW -25%</li> <li>• LKW -20%</li> </ul>	=> <b>Treibstoff</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PKW - 25%</b></li> <li>• <b>LKW - 12%</b></li> <li>• Biomasse konstant</li> </ul>	0,7 Mio. t
<b>Prozesswärme</b>	Nachfrage steigt mit 50% des BIP-Wachstums => +13%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spez. Verbrauch -6%</li> </ul>	=> <b>Energiebedarf +/- 0</b>	0,1 Mio. t
<b>CO<sub>2</sub>-Minderung</b>	<b>3,9 Mio. t</b> (inkl. 0,3 Mio. t/a CO <sub>2</sub> -Minderung bis 2007)			

**Bild 4** CO<sub>2</sub>-Minderungen für den Referenzfall nach Tabelle 9 des Basisgutachtens

Anwendung	CO <sub>2</sub> -Minderung in Mio. t pro Jahr in 2020 gegenüber 2006	
	im Basisgutachten nach Tab. 9 des Hauptgutachtens	mit realistische Randbedingungen
Strom	1,9	1,6
Raumwärme	1,2	0,7
Mobilität	0,7	0,5
Prozesswärme	0,1	0,0
<b>Summe</b>	<b>3,9</b>	<b>2,8</b>

**Tabelle 2:** CO<sub>2</sub>-Minderungen im Jahr 2020 gegenüber 2006 für den („optimistischen“) Referenzfall im Basisgutachten und bei realistischen statt optimistischen Randbedingungen.

### 4.3.2 Referenzentwicklung: elektrische Energie

Im Basisgutachten wurde, wie Bild 4 zeigt, für die Referenzentwicklung angenommen, dass die Nachfrage nach strombasierten Energieanwendungen ohne Effizienzsteigerungen bis 2020 um 8 % steigt. Für den spezifischen Energiebedarf der „anderen Stromdienstleistungen“ (ohne Raumwärme, Warmwasser und Prozessenergie) wurde bis 2020 eine Verringerung um 13 % angenommen, entsprechend den Vorgaben der EU-Effizienzrichtlinie.

Ohne den Stromverbrauch für Raumwärme und Warmwasser aber einschließlich der elektrischen Prozessenergie, die in Hamburg im Wesentlichen in der Metallerzeugung benötigt wird, wird für den Referenzfall bis 2020 eine Verringerung von 13,1 TWh in 2006 (inkl. Aluminiumwerke) auf 12,6 TWh pro Jahr erwartet. Hierauf und vor allem auf der Verringerung des Generalfaktors<sup>14</sup> beruht die Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Stromnutzung von 1,9 Mio. Tonnen im Jahr 2020 gegenüber 2006.

Da die CO<sub>2</sub>-Verringerung maßgeblich von der Veränderung des Generalfaktors beeinflusst wird, muss dessen voraussichtliche Entwicklung sorgfältig untersucht werden.

- (a) Nach dem Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.9.2010 soll 2020 der Anteil aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch 35 % betragen [Bund 10a]. Auch die neue dena-Netzstudie II geht von 35 % aus. Im Basisgutachten wurde jedoch dem BMU-Basiszenario folgend ein Generalfaktor für 40 % verwendet.
- (b) Im Basisgutachten wurde im Referenzfall mit der Fortführung des Atomausstiegs gerechnet. Die Bundesregierung hat jedoch am 29.10.2010 eine Verlängerung der Laufzeiten von Kernkraftwerken beschlossen.
- (c) Nach zahlreichen Analysen wird der Ausbau der Anlagen zur Bereitstellung Erneuerbarer Energien sowie die erweiterte Anwendung von Wärme-Kraft-Kopplung durch den Ausstieg aus dem Ausstieg stark behindert. Eine genauere Entwicklung ist gegenwärtig noch nicht abzusehen. Denn sie hängt nicht zuletzt davon ab, ob die Klage der Bundesländer gegen ihre Nicht-Beteiligung oder andere Klagen Erfolg haben werden.

Jeweils für sich genommen würden (a) und (c) den Generalfaktor im Jahr 2020 vergrößern, (b) würde ihn jedoch verkleinern.<sup>20</sup> Eine Vorhersage ist daher zurzeit mit großen Unsicherheiten behaftet. Daher wird der Generalfaktor des Basisgutachtens in der „realistischen“ Einschätzung beibehalten.

Wie in Kapitel 3.1.1 zitiert, werden im Basisgutachten selbst Zweifel an der Umsetzung der EU-Effizienzrichtlinie geäußert. Im Basisgutachten wurde dennoch konsequent „optimistisch“ mit der Umsetzung gerechnet. Die Zweifel sind unter anderem damit zu begründen: Im Eckpunkteplan von Meseberg 2007 war ein Punkt 8 „Energieeffiziente Produkte“ enthalten. Eine einigermaßen ambitionierte Ausgestaltung des zugehörigen Energieeffizienzgesetzes, die vom BMU unter Minister Gabriel vorgeschlagen wurde, wurde vom BMWi unter Minister Glos komplett abgelehnt, sodass dieses Gesetz zunächst scheiterte. Unter der schwarz-gelben Regierung wurde nun ein Energieeffizienzgesetz verabschiedet, das an der untersten Grenze dessen bleibt, was die EU-Richtlinien vorschreiben, und im Wesentlichen nur auf mehr Markttransparenz und verbesserte Informationen für Verbraucher setzt. Umweltverbände

---

<sup>20</sup> Vgl. Abbildung 12 im Hauptgutachten

kritisierten, das Gesetz ziele nicht auf konkrete Vorgaben und finanzielle Anreize für den Kauf sparsamer Elektrogeräte.

Laut ihrem Energiekonzept strebt die Bundesregierung allerdings an, bis 2020 den Stromverbrauch gegenüber 2008 in einer Größenordnung von 10 % und bis 2050 von 25 % zu vermindern.

Aus diesen Gründen wurde in die Einschätzung dieser Stellungnahme für den spezifischen Energieverbrauch der „anderen Stromdienstleistungen“ (ohne Raumwärme, Warmwasser und Prozessenergie) bis 2020 nur eine Verringerung um 10 % statt um 13 % aufgenommen.

Im Basisgutachten wurde für den Referenzfall angenommen, dass bei den privaten Haushalten 5 % des Verbrauchs als „grüner Strom“ nachgefragt werden; für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ein Anteil von 2,5 %. Gemäß den Ausführungen über Grünstrom in Kapitel 3.2 wurde hierfür in dieser Stellungnahme mit Hilfe der Abbildung 21 im Hauptgutachten eine sehr viel kleinere CO<sub>2</sub>-Minderung verrechnet. Für die Vergleichstabelle 2 ergibt sich aus dieser Schätzung in der rechten Spalte insgesamt ein um 0,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> kleinerer Wert.

#### **4.3.3 Referenzentwicklung: Raumwärme und Warmwasser**

Zur Berechnung des Wärmeverbrauchs des Gebäudebestands in Hamburg wurde für das Ergänzungsgutachten eine umfassende Datenbasis erarbeitet. Die dabei vorgenommene Zuordnung von Einfamilien- und Zweifamilienhäusern sowie Gruppenhäusern zum Referenzgebäude Reihenendhaus lässt bedauerlicherweise große vom Hüllflächen-zu-Volumen-Verhältnis hervorgerufene Unterschiede verschwinden.

Das Ergänzungsgutachten von Ecofys enthält nur Aussagen zum Verbrauch von Heizwärme. Die Struktur der heizungs- und lüftungstechnischen Anlagen wurde offenbar nicht in die Datenbasis eingebettet. Den Typgebäuden wurden keine unterschiedlichen Technischen Anlagen zur Beheizung und Belüftung zugeordnet. Die Berechnung der für Heizung und Warmwasserbereitung verbrauchten Endenergie wurde erst im Rahmen des Hauptgutachtens vorgenommen. Effizienzgewinne durch Heizungsaustausch wurden dabei nur mit einem pauschalen Faktor berücksichtigt. Hierbei wurde nicht nach Gebäudetyp unterschieden. Es wurde lediglich eine Erhöhung des Nutzungsgrades für den Brennstoff in den Heizsystemen von 81 % auf 85 % zwischen 2006 und 2020 angenommen ([Groscurth 10], S. 56). Diese allgemeine Erhöhung des Nutzungsgrades ist ambitioniert. Andererseits wurde im Hauptgutachten auf eine Berücksichtigung der weiter fortlaufenden Ersetzung von Heizöl durch Erdgas verzichtet.

Eine Absenkung des gesamten Hamburger Heizenergieverbrauchs im Referenzfall zwischen 2006 und 2020 ohne zusätzliche Maßnahmen um 22 % (Tabelle 9 des Hauptgutachtens in Bild 4) erscheint sehr optimistisch. In der Studie [Jahn 09] wird für die 5 norddeutschen Bundesländer von 2006 bis 2020 nur eine Absenkung des Wärmeverbrauchs (Endenergie) von 11,5 % errechnet.

Im Hauptgutachten selbst werden auf S. 55 Zweifel daran geäußert, ob die im Ergänzungsgutachten von Ecofys unterstellten Zielwerte für die Sanierung erreicht werden. Auch im Ergänzungsgutachten wird das Referenzszenario als „sehr optimistisch“ bezeichnet (S. 52). In Kapitel 2.1 der vorliegenden Stellungnahme wurden Gründe aufgezählt, denen zufolge diese Zielwerte sehr in Frage zu stellen sind.

Für die Bestimmung eines realistischen Wertes für die CO<sub>2</sub>-Minderung bei der Raumwärme im Referenzfall sind folgende Punkte zu berücksichtigen:<sup>21</sup>

- (a) Im Ergänzungsgutachten wurde mit einer falschen Interpretation des Regelwerks für die Energieeinsparung bei Gebäuden gearbeitet (**Falsches Rechtsverständnis**).
- (b) Das bekanntermaßen umfangreiche Vollzugsdefizit bei der Gebäudesanierung wurde nicht explizit, sondern allenfalls indirekt berücksichtigt (**Vollzugsdefizit**).
- (c) Die Ergebnisse sind nicht nachvollziehbar, da nicht angegeben wurde, welche Rechenverfahren verwendet wurden (**Rechenverfahren, Terminologie**).
- (d) Annahmen für **Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung**: ein Viertel der Neubauten bis 2015 und alle Neubauten ab 2015; ein Viertel der Sanierungen bis 2015 und die Hälfte ab 2015 (S. 34, 35). Diese Annahme ist für Neubauten ambitioniert, aber möglich. Es soll jedoch darauf hingewiesen werden, dass Niedrigstenergiehäuser nicht zwingend Passivhäuser sein müssen und die weitere Entwicklung der verschiedenen Arten von Niedrigstenergiehäusern noch nicht vollständig abzusehen ist. Die Annahme für Bestandsgebäude wird für über-optimistisch gehalten. Wenn Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Bestandsgebäuden eingebaut werden, wird auf Grund mangelnder Dichtheit in der Regel eine viel geringere Effizienz als die angenommenen 70 % erreicht.
- (e) Es wurde mit recht willkürlich angenommenen Vorgaben zum Sanierungsumfang und zu Abrissraten gerechnet. Die starke Erhöhung der Abrissrate ab 2015 (nach Tabelle 8 des Hauptgutachtens) wird hier auch ihrem Sinn nach in Zweifel gezogen (**Abriss**).
- (f) Die angenommenen Höhen der Sanierungsraten müssen als zu optimistisch in Zweifel gezogen werden (vgl. Abb. 13 in [Hermelink 10] mit einer Sanierungsrate von 1,8 %/a und Angaben im folgenden Kasten nach [Diefenbach 10] mit 1,0 %/a).
- (g) Das unterstellte Absinken des Fernwärmeabsatzes im Referenzfall proportional zum Heizwärmeverbrauch<sup>22</sup> entspricht zumindest bis 2015 nicht den öffentlich geäußerten Absichten des Betreibers Vattenfall. Dieser plant vielmehr eine kontinuierliche Erhöhung der angeschlossenen Wohneinheiten. Ähnliches gilt für die Betreiber kleinerer Fernwärmenetze in Hamburg.

Eine Verschärfung der energetischen Anforderungen durch die EnEV 2012, wie sie im IEKP vorgesehen war, erscheint derzeit fraglich [Rathert 10]. Insofern beeinflusst (a) das Ergebnis wohl nur wenig. Aus (b) ergäbe sich eine Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Einsparungen, wenn ein strenger Vollzug von EnEV und EEWärmeG vor 2020 eingeführt würde. Im Referenzfall soll hier nicht damit gerechnet werden. (c) verstärkt die Unsicherheit der Ergebnisse des Ergänzungsgutachtens. Durch (d), (e) und (f) werden die CO<sub>2</sub>-Einsparungen erheblich überschätzt. Da nach Abbildung 24 des Hauptgutachtens der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor der Fernwärme mit abnehmendem Absatz sinkt, folgt aus (g) eine zu hohe CO<sub>2</sub>-Einsparung beim Referenzfall.

---

<sup>21</sup> In Klammern Seitenzahlen des Ergänzungsgutachtens von Ecofys; Stichworte im **Anhang: Kritische Anmerkungen zum Gutachten von Ecofys**. Dort finden sich detaillierte Erläuterungen.

<sup>22</sup> Basisgutachten, S. 56. Die BMU-Leitstudie 2008 [Nitsch 08] resümiert sogar: „Der angestrebte KWK -Zubau erfordert äußerst intensive Anstrengungen, netzgebundene Wärme bei zurückgehender Wärmenachfrage im Altbaubestand deutlich auszuweiten.“

### **Energetische Sanierungsraten**

Um die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich planmäßig zu senken, ist es notwendig, mehr Bestandsgebäude energetisch zu sanieren als bisher. Relativ verlässliche Angaben zu den gegenwärtigen bundesweiten Sanierungsraten finden sich in der neuen repräsentativen Untersuchung des IWU [Diefenbach 10]. Danach hat im statistischen Durchschnitt der Periode 2005 bis 2008 pro Jahr bei wenig mehr als 1,0 % des über 30 Jahre alten Wohngebäudebestandes eine Verbesserung des Wärmeschutzes stattgefunden.

Irreführend sind die Angaben des Gebäudereports 2007 [BMVBS 07], der meldete, nach Angaben von Hausbesitzern und Hausverwaltungen sei die Quote der jährlich energetisch vollständig sanierten Gebäude, die zwischen 1900 und 1979 erbaut worden waren, von 1,6 Prozent 1994 auf 2,2 Prozent im Jahr 2006 gestiegen.

Nützlich sind differenziertere Angaben wie die, dass in Hannover die Sanierungsrate seit 2006 bei Fenstern und Dächern knapp über 2 %, bei Wänden um die 1 % und bei Kellern bei nur 0,5 % liege (Energiedepesche 3-2009). Ähnliche, aber eher etwas kleinere Zahlenwerte enthält auch [Diefenbach 10] für die ganze BRD. Daraus kann natürlich nicht ohne Weiteres auf die Verhältnisse in Hamburg geschlossen werden.

Aus der mangelnden Umsetzung des IEKP (vgl. Kapitel 2.2) ergeben sich ebenfalls wesentlich geringere CO<sub>2</sub>-Absenkungen als bei der optimistischen Einstellung des Basisgutachtens.

Wenn alles in allem die CO<sub>2</sub>-Minderung in Tabelle 2 für den realistischen Fall nur von 1,2 Mio. t auf 0,7 Mio. t jährlich abgesenkt wird, so ist dies möglicherweise eher zu moderat.<sup>23</sup>

#### **4.3.4 Referenzentwicklung: Mobilität**

Im Basisgutachten wurden für den Referenzfall folgende Entwicklungen angenommen:

- Der Personenverkehr in Hamburg bleibt nach Fahrleistung und Verteilung auf die Verkehrsträger konstant.
- Der Güterverkehr nimmt bis 2020 um 10 % und bis 2050 um 20 % zu.
- Gleichzeitig verbessert sich die Effizienz der PKW bis 2020 um 25 % und bis 2050 um 50 %. Hierzu tragen alle Effekte von einer Minderung des Verbrauchs herkömmlicher Motoren über die Beimischung von Agro-Treibstoffen bis hin zur schrittweisen Einführung von Elektrofahrzeugen bei. Sie entspricht dem EU Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen von neu zugelassenen PKW bis 2012 auf 120 g/km zu begrenzen.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Im Gegensatz zu der in Bild 4 gezeigten Tabelle 9 des Hauptgutachtens mit 1,2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Minderung findet sich auf S. 56 des Hauptgutachtens: „Insgesamt ergibt sich im Referenzfall ein Beitrag des Gebäude-Sektors zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2020 von 1,1 Mio. t gegenüber 2006.“ Nach Rückfrage bei Herrn Dr. Groscurth wurde mit dem Wert in der Tabelle gearbeitet.

<sup>24</sup> Der Vorschlag der EU-Kommission wurde durch Intervention der Automobilindustrie und Länder wie Deutschland verwässert. Ein Kompromiss sieht vor, dass der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Neuwagen bis spätestens 2015 nur auf 130 Gramm pro Kilometer gesenkt werden muss.

- Für LKW wird eine Effizienzverbesserung von 20 % bis 2020 und 30 % bis 2050 unterstellt.

Das Energiekonzept der Bundesregierung [Bund 10a] enthält ein klares Bekenntnis zur Entwicklung der Elektromobilität. In Übereinstimmung mit dem Basisgutachten ist aus mehreren Gründen, die hier nicht im Einzelnen aufgeführt werden sollen, hiervon bis 2020 aber noch keine nennenswerte CO<sub>2</sub>-Minderung zu erwarten.<sup>25</sup> Falls diese Entwicklung sich ökonomisch überhaupt relativ rasch durchsetzen kann, wird es sich zum Teil um zusätzliche Fahrzeuge und nicht um Ersatz vorhandener handeln. Zum anderen wird bis 2020 der bundesweite Energiemix noch nicht so weit zu Erneuerbaren Energien hin verschoben sein, dass dadurch wesentliche CO<sub>2</sub>-Entlastungen eintreten können.

Die deutsche Autoindustrie hat im Jahr 2010 enorme Absatzzahlen mit den von ihr hergestellten Premium-Fahrzeugen erzielen können, deren CO<sub>2</sub>-Emissionen noch weit oberhalb von 120 g CO<sub>2</sub>/km liegen.<sup>26</sup> Von daher und mit den Erfahrungen der Selbstverpflichtungen der Autoindustrie und ihrer Einflussmöglichkeiten auf politische Entscheidungen ist nicht zu erwarten, dass die oben genannten Ziele für LKW und PKW erreicht werden. Ein Bundesland hat auf die genannten Entwicklungen wenig Einfluss. Für den realistischen Wert in Tabelle 2 wurde daher angenommen, dass nur zwei Drittel der veranschlagten Effizienzverbesserungen bis 2020 erreicht werden.

#### 4.3.5 Referenzentwicklung: Prozesswärme

Die Kapitel 4.2.4 und 5.2.4 des Basisgutachtens beschreiben die hier vorliegende Situation mit zahlreichen Einschränkungen und Unwägbarkeiten. Nach Kapitel 4.2.4 wird für die Referenzentwicklung erwartet, dass die Ziele der Effizienzrichtlinie erreicht werden. Wie oben im Kapitel 4.3.2 erläutert, erscheint dies nicht realistisch. Daher wird in Tabelle 2 rechts ein etwas kleinerer Wert angenommen.

#### 4.3.6 Referenzentwicklung: insgesamt

In Tabelle 2 ergibt sich als jährliche Summe der CO<sub>2</sub>-Minderungen der Referenzentwicklung bis 2020 nur eine gesamte CO<sub>2</sub>-Minderung von 2,8 Mio. Tonnen unter realistischen Randbedingungen anstelle der Minderung von 3,9 Mio. Tonnen aus dem Basisgutachten.

Die notwendige Reduktion der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen hat nach der Tabelle 1 den Wert 5,5 Mio. Tonnen. Damit ergeben sich die folgenden Werte der CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke:

	CO <sub>2</sub> -Minderungs-Lücke in Mio. t pro Jahr	
	im Basisgutachten (optimistisch)	mit realistischen Randbedingungen
bis 2020	1,6	2,7

**Tabelle 3:** CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke im Jahr 2020 gegenüber 2006 für den („optimistischen“) Referenzfall im Basisgutachten und bei realistischen statt optimistischen Randbedingungen.

<sup>25</sup> Vergleich von Elektro und Diesel in [Bund 10]

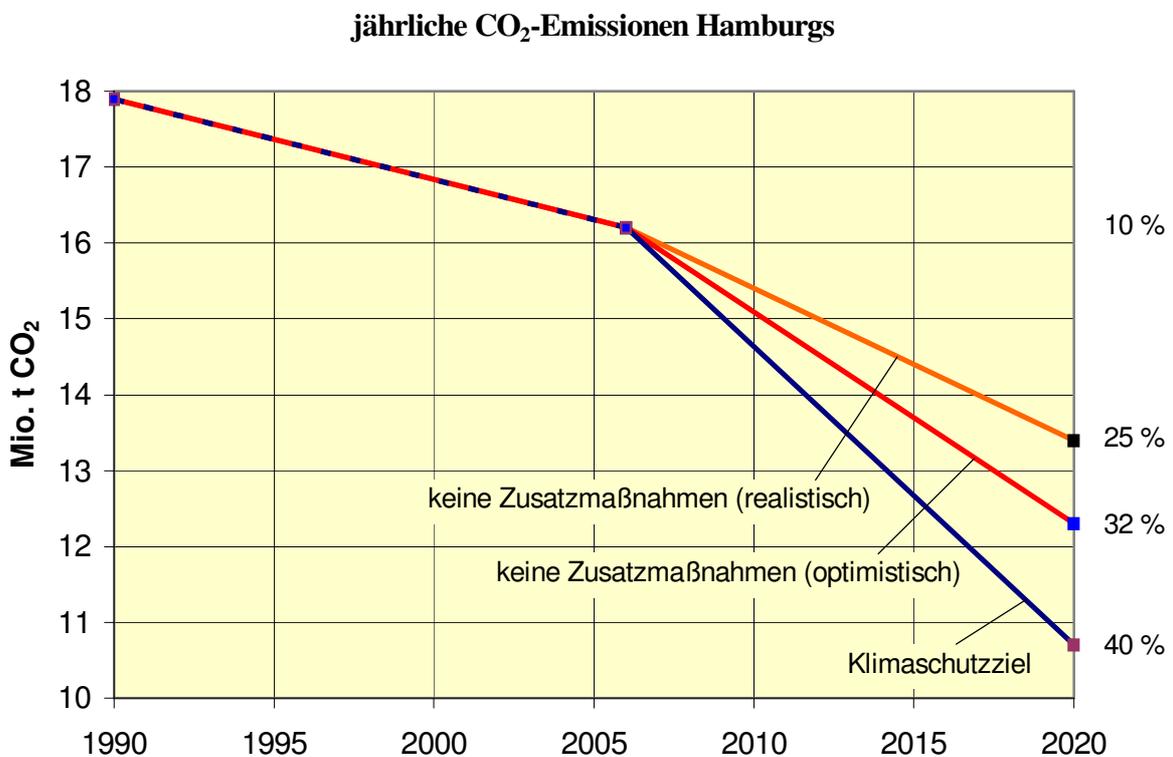
<sup>26</sup> Bemerkenswert im Hinblick auf diese Entwicklung ist, dass Indiens Umweltminister kürzlich feststellte: „Fahrzeuge wie Geländelimousinen oder BMWs in Ländern wie Indien zu nutzen, ist kriminell.“ (fr, 13.11.10)

### Zusammenfassung

Bei einer realistischen Einschätzung der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg anstelle einer bewusst optimistischen ergibt sich für den Referenzfall eine deutlich geringere CO<sub>2</sub>-Minderung bis 2020. Das Basisgutachten errechnete unter optimistischer Einschätzung eine jährliche CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke von 1,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> für das Jahr 2020. Bei realistischer Einschätzung steigt die jährliche CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke auf 2,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> an.

Die „optimistische Lücke“ des Basisgutachtens bedeutet, dass gegenüber 2006 noch etwa 29 % zur Schließung der CO<sub>2</sub>-Lücke fehlen. Bei der hier vorgenommenen realistischen Abschätzung fehlen noch 49 %, also etwa die Hälfte.

Wie in Bild 5 sinken **ohne** zusätzliche Maßnahmen die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 gegenüber 1990 bei optimistischer Betrachtung um etwa 32 %, bei realistischer Betrachtung dagegen nur um 25 %.



**Bild 5** Prognostizierte jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg ohne Zusatzmaßnahmen bei optimistischer bzw. realistischer Betrachtung

Bei der Bestimmung der Werte in dieser Stellungnahme handelt es sich nicht um eine Neuberechnung mit dem Detaillierungsgrad des Basisgutachtens. Vielmehr wurden mit den Argumenten, die bei den einzelnen Anwendungsfällen genannt wurden, vorsichtige Abschläge an den im Basisgutachten optimistisch berechneten CO<sub>2</sub>-Minderungswerten bestimmt. Die Werte in der dritten Spalte von Tabelle 2 dürfen auf keinen Fall als pessimistische Werte missverstanden werden.

Natürlich wurde auch vorausgesetzt, dass bis 2020 keine Brüche in der Wirtschaftsentwicklung vom Ausmaß der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/2009 auftreten werden. Während dieser Wirtschaftskrise dürften sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert haben, aber auch die Investitionen in den Klimaschutz dürften abgenommen haben mit der Folge, dass nach vollständiger Überwindung der Wirtschaftskrise der Ausstoß von Treibhausgasen eher höher sein wird als ohne das Auftreten der Krise. Aus diesem Grunde könnte die CO<sub>2</sub>-Minderungslücke durchaus noch größer ausfallen als die in Tabelle 2 mit „realistisch“ bezeichnete.

## **5. Zusätzliche Klimaschutz-Maßnahmen für Hamburg**

Die oben stehende Tabelle 3 zeigt prognostizierte Werte für die Größe der CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücken **ohne** zusätzliche Maßnahmen. Mit einer Kombination aus zusätzlichen Maßnahmen soll diese Lücke bis 2020 geschlossen werden.

### **5.1 Handlungsoptionen Hamburgs**

In den Kapiteln 2.5 und 5.1 des Hauptgutachtens werden die Handlungsoptionen Hamburgs als Bundesland und Kommune beschrieben. Große Möglichkeiten zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen besitzt Hamburg bei der in Gebäuden für die Beheizung und die Warmwasserbereitung verbrauchten Energie (spezifischer Heizenergieverbrauch sowie auf die Personenzahl bezogene Volumina der beheizten Gebäude) und auf der Nachfrageseite der Mobilität (Umfang der nachgefragten Mobilität und Wahl der Verkehrsmittel). Hamburg kann also auf die Größe des Bedarfs an Dienstleistungen Einfluss nehmen, hat aber nur beschränkten Einfluss auf die Qualität der verfügbaren Techniken.

Aus der Sicht der Verursacherbilanz hat ein Engagement Hamburgs bei der Erzeugung elektrischer Energie kaum Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Eine Beeinflussung der Nachfrage nach elektrischer Energie schlägt sich dagegen in der CO<sub>2</sub>-Bilanz nieder.

Bei seinen eigenen Gebäuden, Anlagen und Fahrzeugen kann der öffentliche Sektor Hamburgs eine besondere Vorbildfunktion im Klimaschutz ausüben.

Die zusätzliche Wirkung von Information und Beratung der Bürger und von Werbung für mehr Klimaschutz ist begrenzt, da Hamburg auf diesem Sektor schon viel zu bieten hat. Auch von finanziellen Anreizen können bei der gegenwärtigen Haushaltslage Hamburgs nur begrenzte Wirkungen erwartet werden.

Die wichtigsten Handlungsoptionen auf Landesebene sind damit die Planungshoheit und das Ordnungsrecht, sofern nicht der Bundesgesetzgeber die Spielräume hierfür beschnitten hat.

### **5.2 Mögliche zusätzliche Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung in Hamburg**

Maßnahmen und Instrumente, die Hamburg einsetzen könnte, um die verbindlich festgelegte Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40 % in Jahr 2020 gegenüber 1990 zu erreichen, werden in den Kapiteln 3 und 5.2 des Hauptgutachtens beschrieben.

#### **5.2.1 Stromverbrauch in Hamburg**

Ein stärkeres Engagement von zukünftigen Hamburger Stadtwerken, deren Keimzelle im Unternehmen HAMBURG ENERGIE gesehen werden kann, bei der Stromerzeugung ist sinnvoll, nicht zuletzt um dem Anspruch auf Lieferung von „kohle- und atomfreiem“ Strom auf ehrliche Weise gerecht zu werden (vgl. Kapitel 3.2). Für die CO<sub>2</sub>-Bilanz Hamburgs hat dies jedoch keine Bedeutung, wenn der Strom ins allgemeine Netz eingespeist wird.

Auf die Beschränkung des Stromverbrauchs durch verbesserte Effizienz kann Hamburg nur indirekt Einfluss nehmen (vgl. Kapitel 4.3.2). Ordnungsrechtliche Handlungsmöglichkeiten können bestehen beim Ersatz von Nachtspeicherheizungen und von sonstigen Direktstromheizungen mit Ausnahme von Niedrigstenergiegebäuden, bei der Vermeidung der Klimatisierung

von Gebäuden, beim Verbot von Heizpilzen und bei der Verwendung von Durchlauferhitzern.<sup>27</sup>

## 5.2.2 Wärmeverbrauch in Hamburger Gebäuden

### 5.2.2.1 Sanierung von Bestandsgebäuden

Im Ergänzungsgutachten [Hermelink 10] wurde untersucht, wie sich weitergehende Maßnahmen an der Gebäudehülle im Laufe der Zeit auf den gesamten Wärmeverbrauch der Gebäude in Hamburg auswirken.

Dabei wurden drei Fälle von zusätzlichen Maßnahmen unterschieden:

- „Besser sanieren“: Die Wärmeschutzanforderungen werden gegenüber dem Referenzfall je nach Bauteil um 20-30 % verschärft.
- „Top sanieren“: Die Wärmeschutzanforderungen entsprechen dem Passivhausniveau, auch für die Sanierung von Bestandsbauten.
- „Schneller sanieren“: Die Wärmeschutzanforderungen werden gegenüber dem Referenzfall nicht verändert, aber die Sanierungsraten werden deutlich erhöht und zwar auf 2,5 % pro Jahr für Wohngebäude und 1,0 %/a für Nicht-Wohngebäude (gegenüber 1,8 % und 0,6 % bei Nichtwohngebäuden).

In allen drei Fällen sollen nur noch Vollsanierungen und keine Teilsanierungen mehr durchgeführt werden.

Das Ergänzungsgutachten kommt für die Variante „Besser sanieren“ zu dem Ergebnis, dass der Verbrauch an Wärmeenergie für die Gebäudeheizung und die Warmwasserbereitung im Jahr 2050 noch knapp die Hälfte des heutigen betragen wird.

Im Vergleich zum Fall „Besser sanieren“ sind die im Basisgutachten gezeigten Ergebnisse der Fälle „Top sanieren“ und „Schneller sanieren“ auch ohne besonderen Rechenaufwand evident. Das folgt daraus, dass bei Beachtung von Wirtschaftlichkeitsmaßstäben die Außenhülle eines Gebäudes innerhalb von mehreren Jahrzehnten nur einmal „angefasst“ wird. Wird dabei suboptimal saniert, so geht das entsprechende CO<sub>2</sub>-Minderungs-Potenzial verloren. Diese einfache Einsicht ist seit langem unter dem Motto „wenn schon, denn schon“ bekannt und wird auch im Ergänzungsgutachten erwähnt. Es erscheint hier deshalb auch nicht nötig, darauf einzugehen, inwieweit die Fälle „Top sanieren“ und „Schneller sanieren“ überhaupt mit den absehbaren rechtlichen Rahmenbedingungen kompatibel, also realisierbar wären.

Die Variante „Besser sanieren“ wurde für die detaillierten Berechnungen des Basisgutachtens ausgewählt. Diese Variante passt nach Auffassung des Verfassers **nicht gut** in das rechtliche, baupraktische und gesellschaftliche Umfeld.

Im übrigen ist aber auch bei dieser Variante das Ergebnis im Jahr 2050 ohne großen Rechenaufwand plausibel: Bei einer Neubaurate wie bisher, in absehbarer Zeit mit dem Passivhausniveau, und energetischen Sanierungen verbunden mit dem normalen Sanierungszyklus, bei

---

<sup>27</sup> Die CDU/GAL-Koalitionsvereinbarungen sahen vor: „Für elektrische Durchlauferhitzer soll es Regelungen geben, insbesondere beim Bau von Mehrfamilienhäusern und beim Austausch von älteren Geräten.“

denen der Endenergieverbrauch um etwa 50 % reduziert wird, gelangt man in 40 Jahren in etwa zu einer Halbierung der gegenwärtigen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Realitätsnähe der Zwischenergebnisse des Ergänzungsgutachtens für näher in der Zukunft liegende Zeitpunkte wird hier aber in Frage gestellt. Das soll ausführlicher begründet werden:

Für die Variante „Besser sanieren“ wurden im Ergänzungsgutachten die folgenden Annahmen getroffen:

- (a) Die Wärmeschutzanforderungen werden gegenüber dem Referenzfall je nach Bauteil um 20-30 % verschärft.
- (b) Es werden nur noch Vollsanierungen und keine Teilsanierungen mehr durchgeführt.

Zur mangelnden Realitätsnähe dieser beiden Annahmen besonders für die kommenden zehn Jahre:

#### **Zu (a) Verschärfung der Anforderungen:**

Wie Bild 6 zeigt, wurde für die Teilsanierung von Bestandsgebäuden bei der EnEV 2009 im Vergleich zur EnEV 2002 die notwendige Mindestdämmschichtdicke (über einen maximalen U-Wert) kräftig erhöht. Für neue Fenster wurden die besten Werte von zweifach verglasten Wärmeschutzfenstern gefordert. Es ist daher nicht sehr wahrscheinlich, dass beispielsweise mit Wirkung ab 2015 in einer novellierten EnEV eine Verschärfung der Bauteilanforderungen um 20 % bis 30 % durchgesetzt werden kann, wenn sich nicht inzwischen die Energiepreise sehr stark erhöht haben werden. Im Wesentlichen würde dies nämlich den Übergang zur Verwendung von Passivhauselementen bei der Sanierung von Altbauten zur Folge haben. Aus Klimaschutzgründen wäre dieser Übergang sicher wünschenswert, der Widerstand der Immobilienbranche hiergegen wäre jedoch groß. Ob sich nämlich ein Nachweis führen lässt, dass unter Beachtung der heute geltenden Wirtschaftlichkeitsforderung des Energieeinsparungsgesetzes (EnEG) Passivhausfenster vorgeschrieben werden können, erscheint gegenwärtig fraglich. Auch für eine novellierte HmbKliSchVO, die in diesem Punkt über die gleichzeitig geltende EnEV hinausginge, bestünden die gleichen Hürden, solange das „Wirtschaftlichkeitsgebot“ im Hamburger Klimaschutzgesetz nicht geändert wird.<sup>28</sup>

#### **Zu (b) Vollsanierungen statt Teilsanierungen:**

Die Annahme (b), es würden nur noch Vollsanierungen und keine Teilsanierungen mehr durchgeführt werden, ist aus mehreren Gründen fragwürdig. Zu ihrer Ergänzung wird hinsichtlich der Sanierungsqualität im Basisgutachten festgestellt [Groscurth 10, S. 67]:

---

<sup>28</sup> Das Klimaschutzkonzept 2007-2012 [Senat 07] enthielt unter dem Titel **Änderung des Hamburger Klimaschutzgesetzes** eine Absichtserklärung, auf die bisher nichts folgte:

„Noch in dieser Legislaturperiode wird ein Gesetzentwurf vorbereitet werden, der – in Abhängigkeit von weiteren rechtlichen Prüfungen – folgende Zielsetzungen verfolgt:

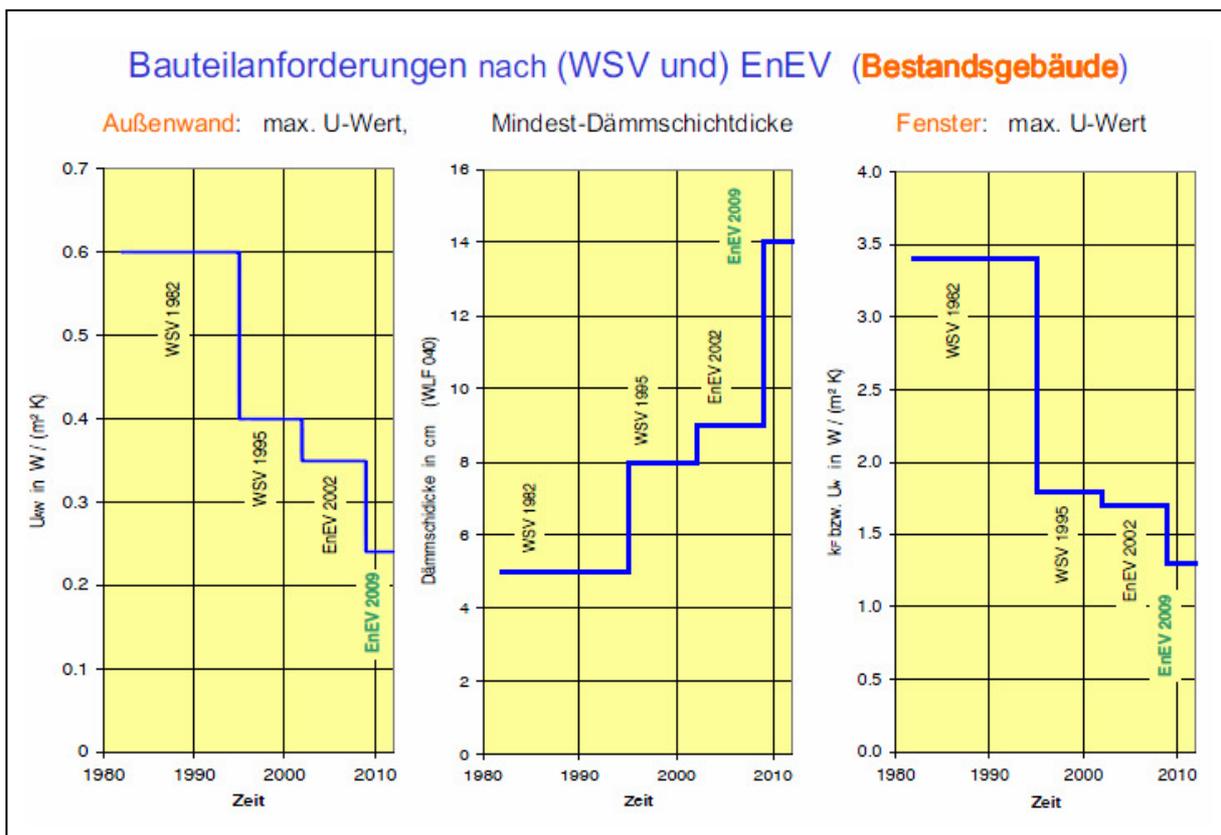
– Neufassung der Wirtschaftlichkeitsanforderungen

Bisher werden in einigen Zusammenhängen (§§ 2, 3 und 5 HmbKliSchG) Klimaschutzmaßnahmen nur insoweit vorgeschrieben, als sie auch wirtschaftlich sind. Dieser Begriff der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen wird zukünftig durch eine Definition ersetzt, die sich stärker am gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungsgedanken orientiert und somit auch den volkswirtschaftlichen Nutzen der betreffenden Maßnahmen würdigt, der künftigen Energiepreisentwicklung Rechnung trägt und insgesamt in weiterem Umfang klimaschutzbezogene Maßnahmen ermöglichen soll.“

„Es ist wichtiger, im gleichen Zeitraum weniger Gebäude gut zu sanieren als möglichst viele Gebäude weniger gut zu sanieren. Geschieht dies nicht, müssen viele Gebäude bis 2050 ein zweites Mal saniert werden, um die insgesamt erforderlichen Einsparungen zu erreichen, was wirtschaftlich gesehen nicht sinnvoll wäre.“

Vielleicht ist es ja eine Fiktion, dass zwischen diesen beiden Alternativen zu wählen wäre. Klimapolitisch wäre es am besten, wenn viele Gebäude gut saniert würden. Für eine gute Sanierung würde es meist schon reichen, wenn die wirtschaftlich optimalen Lösungen, die fast immer mehr CO<sub>2</sub>-Einsparungen bringen als das gesetzlich geforderte Minimum, ausgeführt würden. Das würde allerdings mehr Sachverstand voraussetzen, als in der Praxis zur Verfügung steht.

Im Hinblick auf die eigenen Gebäude der Stadt Hamburg oder die Gebäude im Besitz einer Wohnungsgesellschaft im öffentlichen Eigentum wie der SAGA/GWG mag der oben zitierte Vorschlag vernünftig sein unter der Voraussetzung, dass nur eine eng begrenzte Summe Geldes für Sanierungszwecke zur Verfügung steht. Für den viel umfangreicheren übrigen Gebäudebestand Hamburgs besitzt Annahme (b) eher geringe Relevanz. Hamburg kann nach dem geltenden Energieeinsparrecht nicht einfach Vollsanierungen anstelle von Teilsanierungen anordnen.



**Bild 6** Bauteilanforderungen der EnEV bei der Teil-Sanierung von Bestandsgebäuden in zeitlicher Entwicklung (für Außenwände und Fenster)

Zusätzlich sprechen aber auch noch folgende Argumente eher gegen einen allgemeinen Übergang zu Vollsanierungen:

- Der Wirtschaftlichkeitsnachweis für die Anforderungen an energetische Sanierungen wird geführt für den Fall, dass an Bauteilen ohnehin Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden (müssen).<sup>29</sup> Wenn also ein Flachdach erneuert werden muss, weil es schadhaft ist, so muss es auch energetisch verbessert werden. Es ist schwer einzusehen und kaum durchzusetzen, dass aus diesem Anlass auch die ganze restliche Gebäudehülle einschließlich der Fenster energetisch saniert werden muss. Denn diese kann sich ja in einem annehmbaren Zustand befinden. Wenn sich eine Wohnungsgesellschaft anlässlich der Sanierung der Außenwand eines ihrer Gebäude entschließt, auch gleich die Fenster auszutauschen, obwohl für diese noch keine Erneuerung nötig wäre, so kann das für sie betriebswirtschaftlich sinnvoll sein. Es kann daraus jedoch nicht hergeleitet werden, dass derartiges sich allgemeinverbindlich vorschreiben ließe.
- Wenn in zeitlichen Teilschritten nach den „Bauteilanforderungen“ der EnEV (vgl. Bild 6) bzw. der HmbKliSchVO saniert wird,<sup>30</sup> so ergeben sich bei Einhaltung der Mindestvorschriften der EnEV nach Durchführung aller Teilschritte größere CO<sub>2</sub>-Einsparungen als bei einer Vollsanierung gemäß EnEV (vgl. Bild 10 als Sonderfall).<sup>31</sup> Bei letzterer wird nämlich (zum Anreiz für mehr Vollsanierungen dieser Art) insgesamt ein um 40 % größerer Primärenergiebedarf zugelassen als bei einem entsprechenden Neubau. Ein auf diese Weise nach dem „primärenergetischen Nachweisverfahren“ vollsaniertes Gebäude bleibt dann aber auf lange Zeit in einem nicht nachhaltigen Zustand (vgl. Bild 9). Dem ist gegenüberzustellen, dass erst nach mehreren anlassbezogenen Teilsanierungen das gesamte Gebäude in einen nahezu nachhaltigen Zustand gebracht wird. Wenn man sich aber klar macht, dass unterschiedliche Bauteile unterschiedlich lange Lebensdauern besitzen (Heizanlage, Fenster, Außenwand etc.), so bedeutet eine Vollsanierung, dass ein Teil der Bauelemente vor dem Ende ihrer Lebensdauer ausgetauscht oder umgearbeitet wird. Dabei ergibt sich nicht nur ein ökonomischer Verlust, sondern bei Berücksichtigung von CO<sub>2</sub>-Emissionen, die im gesamten Lebenszyklus entstehen, auch ein zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Es ist also keineswegs sicher, dass Vollsanierungen nach EnEV-Vorschriften über längere Zeiträume klimafreundlicher sind als nach und nach durchgeführte ordnungsgemäße Teilsanierungen.
- Bei Wohnungsgesellschaften mit großen Mehrfamiliengebäuden mag es sich als sinnvoll erweisen, wenn Gebäude nicht nach und nach, sondern komplett saniert werden. Hamburg hat aber eine breite Palette von unterschiedlichen Gebäuden, wobei kleinere Mehrfamilienhäuser, Gebäude von Kleinvermietern und von Eigentümergemeinschaften sowie Einzel- und Reihenhäuser nicht außer Betracht bleiben dürfen. Bei vielen der zuletzt aufgezählten Gebäude würden Vollsanierungs-Forderungen den „Sanierungsstau“ vergrößern, weil für eine solche Sanierung noch größere Hemmnisse, vor

---

<sup>29</sup> Anlassbezogener Sanierungsfall. Ein Wirtschaftlichkeitsnachweis mit „Vollkostenrechnung“ konnte bei den gegenwärtigen Energiepreisen nur für besondere Fälle erbracht werden. [Kah 08]

<sup>30</sup> EnEV 2009, § 9, Abs. 1, Satz 1 mit Anlage 3

<sup>31</sup> EnEV 2009, § 9, Abs. 1, Satz 2

allem auch finanzieller Natur, hervorrufen würden als für anlassbezogene Teilsanierungen.

- Auch soziale Aspekte sprechen gegen den erzwungenen Vorrang von Vollsanierungen. Bei diesen ist es wesentlich wahrscheinlicher, dass Mieter ihre Wohnungen vorübergehend oder auch dauerhaft verlassen müssen. Bei einer Dachsanierung, Dämmung der untersten Geschossdecke oder bei einem Wechsel der Heizanlage ist dies normalerweise nicht nötig. Auch kann die Höhe der Sanierungskosten, die auf die Miete umgelegt werden können, bei Vollsanierungen so groß sein, dass sie für einkommensschwache Mieter unbezahlbar wird.

### **Option Verstärkte Durchführungskontrolle:**

Für die Erzielung größerer CO<sub>2</sub>-Minderungen gibt es bessere Möglichkeiten als von Vollsanierungen anstelle von Teilsanierungen zu erwarten sind: Es muss möglichst bald wirksam abgesichert werden, dass bei jedem Anlass, bei dem Gebäudebesitzer durch die Vorschriften von EnEV und HmbKliSchVO zu energetischen Sanierungsleistungen verpflichtet sind, diese auch durchgeführt werden und zwar vollwertig. Wenn dabei auch eine Qualitätssicherung verlangt wird, so werden sich die Resultate noch erheblich verbessern lassen. Durch staatliche Förderung für Eigentümer, die über die Forderungen der EnEV hinausgehen wollen, kann dann mit begrenztem Mitteleinsatz eine noch höherwertige Sanierung erreicht werden.

Zur Begründung sei auch auf die Erfahrungen mit mangelndem Vollzug und mangelhafter Potenzialausnutzung verwiesen, die sich im Ergebnis von Bild 2 niedergeschlagen haben. Nach einer flächendeckenden Untersuchung des IWU [Diefenbach 10] liegt das Vollzugsdefizit in den letzten Jahren bei mindestens 30 %. Hierin sind noch nicht die nicht seltenen Fälle enthalten, in denen zwar gedämmt wird, die vorgeschriebenen Mindest-Kennwerte aber nicht eingehalten werden.

Vergrößert wird der Verlust an CO<sub>2</sub>-Minderung durch mangelhafte Potenzialausnutzung. Die Ergebnisse von Teiluntersuchungen hierzu<sup>32 33</sup> sind zwar unterschiedlich, stimmen aber darin überein, dass laufend enorme CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale verloren gehen. ([UBA 09a], S. 9; [UBA 09b], S.73)

Es ist seit langem bekannt, dass das Vollzugsdefizit im Bereich der Sanierung von Bestandsbauten und bei Nachrüstverpflichtungen viel bedeutender ist als dasjenige bei Neubauten. Im Sinne des dringend notwendigen Klimaschutzes müsste daher eine Verbesserung der öffentlichen Kontrolle zuallererst bei den ohnehin stattfindenden Sanierungen von Bestandsbauten und bei entsprechenden Nachrüstverpflichtungen ansetzen.

---

<sup>32</sup> Nach Schätzungen werden in der Praxis im Mittel nur die Hälfte der Sanierungen durchgeführt, die aufgrund des Alters der Bausubstanz hätten durchgeführt werden sollen. Bei einem Teil hiervon wird eine bauliche Sanierung durchgeführt, die energetische Sanierung wird aber unterlassen. ([Kleemann 05])

<sup>33</sup> [Diefenbach 06] geht sogar für neue Gebäude von einem Vollzugsdefizit zwischen 0 % und 25 % aus. [Kleemann 06] gibt unter Einbeziehung des Sanierungspotenzials bei Bestandsbauten an: „Die heutige Sanierungspraxis ist durch eine Potenzialausnutzung von 32 % gekennzeichnet. Der Wert bedeutet, dass im Hinblick auf Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung bei der Sanierung eine dreimal höhere Einsparung erreicht werden könnte, wenn es gelingt 100 % zu realisieren.“

Ein besserer Vollzug der EnEV wurde von der Bundesregierung als einer der Schwerpunkte bei der Novellierung der EnEV 2009 angekündigt. Vorgesehen war, dass die nach Landesrecht zuständigen Behörden wenigstens stichprobenweise die Erfüllung der Pflichten überwachen sollten. Diese Vorgaben für den Vollzug wurden durch das Bundeswirtschaftsministerium und schließlich auch durch den Bundesrat weitgehend entschärft. Da der Vollzug Ländersache ist, könnte Hamburg jederzeit einen wirksamen Vollzug der Gebäudesanierungsvorschriften der EnEV 2009 bzw. der HmbKliSchVO beschließen. Leider ist es in dieser Hinsicht auch unter dem schwarz-grünen Senat (2008 bis 2010) bei der durch den Vorgängersanat vorgenommenen Deregulierung geblieben.<sup>34</sup> Dabei gibt es kaum eine Maßnahme, die mit so geringem Einsatz öffentlicher Finanzmittel so hohe CO<sub>2</sub>-Einsparungen bewirken könnte. Denn mit einer Stichprobenlösung könnte schon viel erreicht werden.

In Hamburg sieht das *Gesetz zur Sicherstellung klimaschutzrechtlicher Anforderungen im Baugenehmigungsverfahren* eine Überprüfung der Einhaltung der geltenden Vorschriften vor, allerdings nur bei Neubauten. Dabei bestehen auch bei der Sanierung von Bestandsbauten sowohl nach der HmbKliSchVO als auch nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) des Bundes klimaschutzrechtliche Verpflichtungen. Deren Einhaltung wird aber in Hamburg trotz der für den Klimaschutz unvermeidbaren Risiken weiterhin nicht geprüft, wenn man von geringfügigen Kontrollaufgaben absieht, die den Bezirksschornsteinfegermeistern obliegen.

### Zusammenfassung

Das Basisgutachten hält sich bei der Gebäudesanierung nicht an die eigene Annahme, dass alle gesetzlichen Vorgaben volle Wirkung entfalten werden. Es hätte sich sonst darum kümmern müssen, wie viele Verpflichtungen zu energetischen Sanierungen real auftreten und hätte nicht nur mit den tatsächlich vorgenommenen Sanierungen rechnen dürfen.

Das für das Basisgutachten ausgewählte Szenario „Besser sanieren“ orientiert sich nicht an der Realität. Sinnvoll wäre es im Übrigen gewesen, neben den drei untersuchten Varianten auch ein Szenario mit einer besseren Kontrolle der gesetzlichen Vorgaben durchzurechnen. Denn zu Qualitätssicherung und Vollzugskontrolle fordert auch das Basisgutachten mit Nachdruck auf (Kapitel 5.2.6, S.83).

### Option Sanierung per Landesgesetz:<sup>35</sup>

Das Basisgutachten fordert, ohne dass dies durch eine vorausgehende Argumentation nachvollziehbar begründet worden wäre [Groscurth 10, S. 68]:

---

<sup>34</sup> Für Neubauten in Hamburg: Das Gesetz zur Sicherstellung klimaschutzrechtlicher Anforderungen im Baugenehmigungsverfahren (Drucksache 19/1811 vom 16.12.08) ist in Hamburg am 1.3.2009 in Kraft getreten. Es handelt sich um eine der in [FHH 08] vorgesehenen Maßnahmen. Entsprechend diesem Gesetz soll die Einhaltung der neuen energetischen Standards der Hamburgischen Klimaschutzverordnung (HmbKliSchVO) im Rahmen der bauordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahren wieder überprüft werden und es soll wieder eine Überwachung auf der Baustelle stattfinden. Derartige Kontrollen fanden bislang nicht statt; denn die HBauO verzichtete in ihrer Neufassung vom 14. Dezember 2005 bewusst auf jegliche präventive Prüfung des Wärmeschutzes und Energiebedarfs von Gebäuden.

<sup>35</sup> „Für den Bestand von Wohngebäuden soll über die heute geltende, anlassbezogene Sanierung hinaus eine generelle, nachhaltige und langfristig orientierte, energetische Sanierungspflicht eingeführt werden.“ ([FHH 09a], S. 144)

„Hamburg sollte in einem Landesgesetz die Sanierung des Gebäudebestandes auf Neubauniveau unter Wahrung von angemessenen Übergangsfristen vorschreiben.“

Aus dem später folgenden Text geht hervor, dass an das Neubauniveau der EnEV 2009 gedacht ist (vgl. Bild 9). Es werden aber auch andere Regelungsmöglichkeiten genannt, die noch zu diskutieren wären.

Dieser Vorschlag erinnert an den im Land Berlin seit einiger Zeit heiß diskutierten Vorschlag eines „Stufenmodells“, an den im Energiekonzept der Bundesregierung enthaltenen „Sanierungsfahrplan“ für Gebäude im Bestand, der eventuell in der Novelle der EnEV 2012 enthalten sein soll, und an die im Koalitionsvertrag des Hamburger schwarz-grünen Senats enthaltene Vereinbarung für eine Novellierung des Hamburger Klimaschutzgesetzes mit der Bestimmung:

„Es werden summarische energetische Mindeststandards für den Altbau-Bestand eingeführt, die - beginnend bei einem Standard von jährlich 400 kWh pro Quadratmeter - innerhalb angemessener Übergangsfristen und unter Berücksichtigung von Ausnahme- und Härtefällen in mehreren Stufen steigen.“

Eine solche gesetzliche Regelung setzt zunächst voraus, dass für alle Gebäude Energieausweise ausgestellt werden müssen, auch für solche, die für längere Zeit nicht verkauft oder vermietet werden sollen. Ob hierbei ein Verbrauchsausweis akzeptabel wäre, dessen Werte leichter manipuliert werden kann, sei dahingestellt.

Es ist anzunehmen, dass es sich bei dem im Zitat angegebenen Energiekennwert um einen Kennwert für den Primärenergiebedarf handelt. Wegen des größeren Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnisses dürften in der ersten Stufe vornehmlich kleine Gebäude wie ältere, noch nicht sanierte Einfamilienhäuser betroffen sein. Von diesen wird in Hamburg bei einem Eigentümerwechsel ohnehin ein relativ großer Anteil abgerissen und durch Neubauten – häufig in verdichteter Bauweise – ersetzt. Aus diesem Grund würde eine solche gesetzliche Regelung auch wegen der notwendigen Übergangsfristen vor dem Jahr 2020 kaum CO<sub>2</sub>-mindernde Auswirkungen haben.

Der Sanierungsfahrplan, den die Bundesregierung mit der Novelle der EnEV 2012 einführen will, soll erst 2020 mit einem „moderaten“ Standard beginnen, „so dass zunächst nur die energetisch schlechtesten Gebäude betroffen sind, die in der Regel auch bauphysikalisch saniert werden müssen. Das geltende Wirtschaftlichkeitsgebot ist dabei einzuhalten.“ Für Hamburg stellt sich die Frage, ob die Bundesregierung dabei eine abschließende Regelung anstrebt, um gleiche Lebensverhältnisse herzustellen.

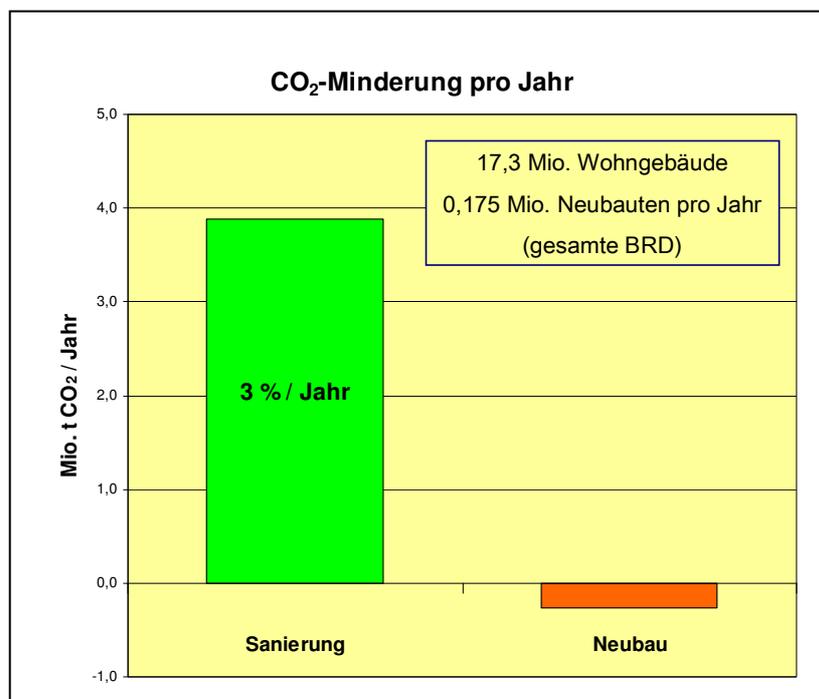
Aus der Aufnahme dieses Vorschlags in das Energiekonzept der Bundesregierung kann geschlossen werden, dass mit einer derartigen Vorschrift früher oder später zu rechnen ist. In Hamburg muss die Einführung einer solchen Regelung auch vor dem Hintergrund des massiven Wohnungsmangels beurteilt werden.

Erfahrungen mit einer Regelung zu „Zwangssanierungen“ liegen noch nicht vor. Es ist daher sorgfältig zu prüfen, welche Nebeneffekte zu erwarten sind und ob es nicht bessere Alternativen gibt. Mögliche unerwünschte Nebeneffekte wären: Ausweichverhalten durch vorsorgliche notdürftige Teilsanierungen und Abriss ohne anschließenden Neubau. Aus der Bürgerschaftsdrucksache 19/1930 vom 16.1.09 („Wohnungsbauoffensive und -abrisse“) geht für Mietwohnungen im Geschosswohnungs-Neubau in Hamburg beispielhaft hervor, dass nach Abriss und

Neubau die Wohnfläche pro Wohneinheit stark zunahm – von 45 m<sup>2</sup> auf 70 bis 90 m<sup>2</sup>! (Zahlen von VNW) -, die Zahl der Wohneinheiten in den Ersatzbauten sich aber eher etwas verringerte (Zahlen vom Verband Norddeutscher Wohnungsunternehmen e.V. (VNW)). Eine solche Reaktion würde schlecht zum Wohnungsbedarf in Hamburg passen.

### 5.2.2.2 Neue Gebäude

Die öffentliche Aufmerksamkeit ist häufig viel zu sehr auf den Neubau gerichtet. Für die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen spielen aber Neubauten auch in Hamburg eine deutlich geringere Rolle als Sanierungen des umfangreichen Gebäudebestands. Bild 7 zeigt einen quantitativen Vergleich, allerdings für das ganze Gebiet der BRD. Eine vollständige energetische Sanierung von 3 % der Gebäude pro Jahr entsprechend den gesetzlichen Anforderungen würde die CO<sub>2</sub>-Einsparung im grünen Balken ergeben. Der gleichzeitige Neubau im gegenwärtigen Umfang ergibt eine Vergrößerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, sofern nicht alte Gebäude ersetzt werden, was für das Bild angenommen wurde. Im Bild sind noch keine durch die Herstellung der Gebäude bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt.



**Bild 7** Gegenüberstellung: Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch energetische Sanierungen und Vergrößerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch zusätzlichen Neubau in der BRD

Für die CO<sub>2</sub>-Bilanz und für den Verbrauch von Flächen macht es einen bedeutenden Unterschied, ob Neubauten zusätzlich errichtet werden, ob durch sie ohne wesentliche Veränderung der Wohnfläche ein vorhandenes Gebäude ersetzt wird oder ob mit neuen Gebäuden anstelle eines vorhandenen Gebäudes viel mehr Wohnraum auf dem gleichen Grundstück geschaffen wird. Zusätzlich errichtete Gebäude erhöhen die CO<sub>2</sub>-Emissionen,<sup>36</sup> während neue Gebäude,

<sup>36</sup> Bei sogenannten Plusenergiehäusern gilt das in der Jahresbilanz nicht, sie haben aber, wenn bei ihnen Energie mittels Photovoltaik gewonnen und nicht über saisonale Zeiträume gespeichert wird, Bedarf an Energiezufuhr im Winter, also zum kritischsten Zeitpunkt.

mit denen alte ersetzt werden, ihn verringern können, auch dann wenn deutlich mehr Wohnraum geschaffen wird.

Um den vom Hamburger Zukunftsrat und von Umweltverbänden kritisierten zu hohen Flächenverbrauch in Hamburg zu reduzieren, könnte überlegt werden, ob für Neubauten die betrachtete Systemgrenze gegenüber derjenigen der EnEV vergrößert werden soll. Im Vergleich zu einem Neubau auf der grünen Wiese wird durch den Ersatz eines schlecht gedämmten Einfamilienhauses durch neue Gebäude mit wesentlich größerer Wohnfläche auf dem gleichen Grundstück ein wesentlich besseres ökologisches Ergebnis erzielt. Planungsrechtlich oder durch Fördermittel bzw. Abgaben könnten so Fortschritte bei der Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielt werden. Es müsste allerdings gewährleistet werden, dass ein solches Vorgehen nicht die notwendige rasche Bereitstellung von zusätzlichen Sozialwohnungen behindert und deren Mietkosten nicht erhöht. In Kapitel 7.2.1 wird dieser Gedanke zu einem konkreten Vorschlag (CO<sub>2</sub>-neutrale Neubauten) verdichtet.

### **Option Abriss von Gebäuden:**<sup>37</sup>

Tabelle 8 des Hauptgutachtens sieht für das Klimaschutz-Szenario „Besser sanieren“ ab dem Jahr 2015 eine verdoppelte bis verdreifachte Abrissrate für Hamburg im Vergleich zur gegenwärtigen vor. Falls einem solchen Vorschlag überhaupt gefolgt wird, dürfte nach den Überlegungen im vorangegangenen Kapitel zur Gebäudesanierung eine Verpflichtung hierzu nicht schon im Jahr 2015 wirksam werden können.

Im Basisgutachten wird die Entwicklung eines **Kriterienkataloges** für eine objektivierte Entscheidung über „Abriss und Neubau vs. Erhalten und (energetisch) Sanieren?“<sup>38</sup> vorgeschlagen. Dabei wäre darauf zu achten, dass im Sinne eines Lebenszyklusansatzes nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen während des Gebäudebetriebs berücksichtigt werden, sondern auch die Emissionen, die bei der Fertigung des Gebäudes und seiner Anlagentechnik sowie beim Abriss und bei der Entsorgung anfallen. Diese erweiterte Betrachtungsweise würde sicherlich in vielen Fällen, wo die rein betriebswirtschaftliche Beurteilung für Abriss und Neubau spricht, die Erhaltung und Sanierung von Gebäuden sinnvoller erscheinen lassen. Die Behauptung „Die bei einer optimalen Sanierung entstehenden Kosten liegen häufig in der Größenordnung eines vergleichbaren Neubaus.“ ([Groscurth 10], S.33) dürfte sich bei dieser Betrachtungsweise selten belegen lassen, falls nicht unter „optimale Sanierung“ eine Sanierung zum Passivhausniveau verstanden wird.

Bei der Vorbereitung des Energiekonzepts der Bundesregierung wurde eine **Abrissprämie** diskutiert, die gezahlt werden soll, „wenn Häuser nicht mehr vernünftig energetisch saniert werden können und ein Ersatzneubau billiger wäre“. Eine solche Prämie wurde von der Immobilienwirtschaft parallel zur „Abwrackprämie“ für PKW ins Gespräch gebracht. Vor einer solchen Maßnahme ist zu warnen, da mit ihr ein starker Mitnahmeeffekt verbunden wäre. Das Energiekonzept der Bundesregierung enthält jetzt den Satz: „Ersatz-Neubau soll im Gebäudesanierungsprogramm förderfähig werden.“ Eine genauere Erörterung unter dem Stichwort „Bestandsersatz“ enthält [Maas, 10]. Hier werden für Sanierung bzw. Ersatzneubau Vor- und

---

<sup>37</sup> Vgl. das Stichwort „Abrissraten“ im Anhang

<sup>38</sup> Im Ergänzungsgutachten unter „Maßnahme L: Kriterienkatalog Abriss oder (!) Neubau?“

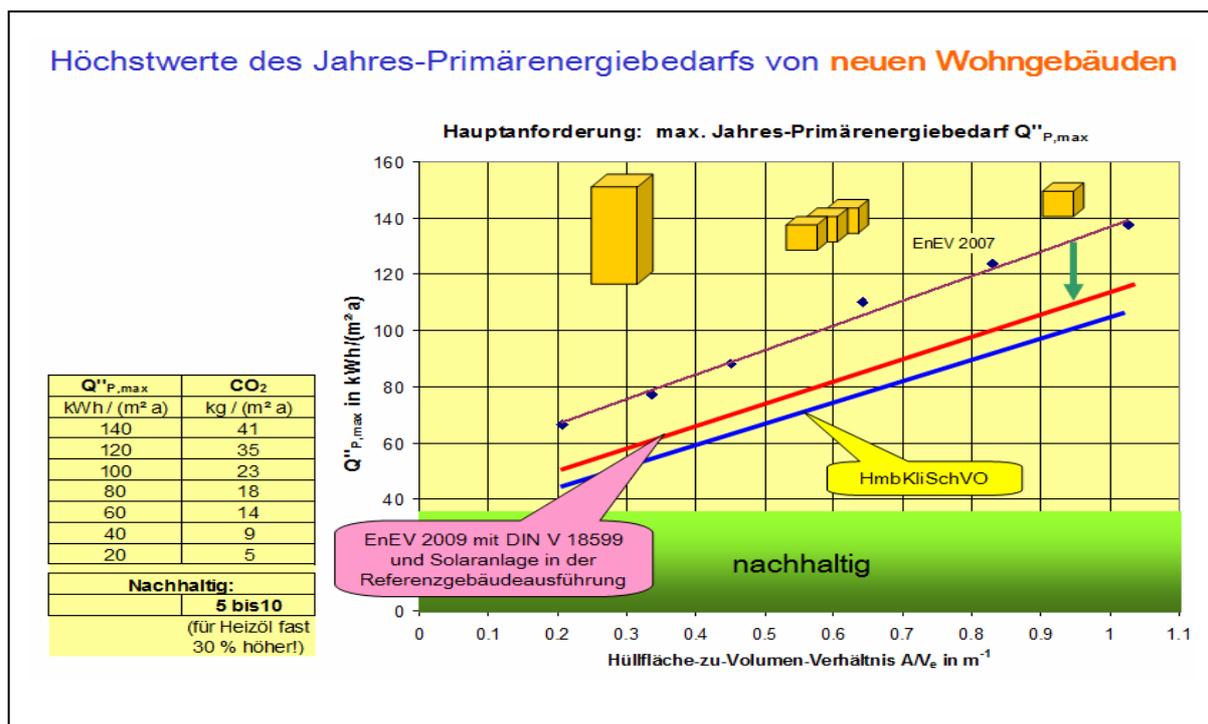
Nachteile einander gegenüberstellt. Sanierungskosten von ca. 1.000 €/m<sup>2</sup>, die hierbei als Bezugsgröße genommen werden, stellen sicherlich Extremwerte dar. Nach [IIB 10] liegen in Berlin übliche Kosten für Vollsanierungen bei 300 €/m<sup>2</sup> bis 500 €/m<sup>2</sup>.

### Option Passivhaus-Standard:

Das kürzlich verabschiedete Energiekonzept der Bundesregierung [Bund 10a] sieht vor, mit der Novelle der EnEV 2012 das Niveau „klimaneutrales Gebäude“ für Neubauten bis 2020 auf der Basis von primärenergetischen Kennwerten einzuführen. Das geltende Wirtschaftlichkeitsgebot soll dabei eingehalten werden. „Klimaneutral“ soll heißen, „dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt wird.“ Daraus ist nicht abzulesen, dass ab 2020 das Passivhausniveau eingeführt wird.

Zum Neubau-Standard schlägt das Basisgutachten vor [Groscurth 10, S. 68]:

„Für Neubauten sollte spätestens ab 2015 der Passivhaus-Standard als Regelfall gelten. Im Einzelfall können auch hier durchaus Ersatzmaßnahmen nach dem Prinzip „mehr CO<sub>2</sub>-arme Energieversorgung bei weniger Dämmung“ zugelassen werden.“



**Bild 8** Höchstwerte des Jahres-Primärenergiebedarfs von neuen Wohngebäuden nach EnEV 2007, EnEV 2009 und HmbKliSchVO aufgetragen über den Hüllflächen-zu-Volumen-Verhältnis. Die Anforderungswerte wurden für unterschiedliche typische Gebäude berechnet und geglättet.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> An Bild 7 ist auch zu erkennen, dass es nicht korrekt ist, wenn auf S. 34 des Basisgutachtens behauptet wird: „Wenn Altbauten saniert werden, können und sollten sie energetisch mindestens auf den Stand von Neubauten gemäß der heute geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) gebracht werden, was einem Energiebedarf von 3-4 Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr entspricht.“ Eine solche Aussage gilt allenfalls für extrem

Für die Zertifizierung eines Passivhauses durch das Passivhaus-Institut ist eine Grenze für den Heizwärmebedarf einzuhalten, nicht dagegen für den Primärenergiebedarf des Gebäudes wie in der EnEV. Es darf aber angenommen werden, dass bei sorgfältiger Planung und Ausführung eines Passivhauses auch der flächenbezogene Jahres-Primärenergiebedarf<sup>40</sup> in Bild 8 im „grünen“ nachhaltigen Bereich liegt. Dieses Bild zeigt, dass bei den gegenwärtig geltenden Verordnungen für Neubauten, der „Abstand“ **großer**, kompakter Gebäude zum nachhaltigen Bereich nicht mehr groß ist, im Gegensatz zu **kleinen** Gebäuden wie Ein- und Zweifamilienhäusern, die noch weit entfernt von einer nachhaltigen Bauweise sind, wenn sie lediglich die geltenden Anforderungen einhalten.

Dieser Umstand schlägt sich auch in den Mehrkosten zwischen dem geltenden Baustandard und dem Passivhausniveau nieder. Es ist gut möglich, dass bei der nächsten echten Verschärfung der EnEV, ob nun 2012, 2015 oder 2020, bei großen Wohngebäuden das Passivhausniveau erreicht wird, bei kleinen Gebäuden jedoch noch nicht.

Hamburg könnte diesem Umstand Rechnung tragen und ein Programm „**10.000 neue Sozialwohnungen auf Passivhausniveau**“ für die nächsten drei Jahre auflegen. Die dafür notwendigen Zuschüsse zur Einhaltung einer „Warmmieten-Neutralität“ im Vergleich zu konventionellen neuen Sozialwohnungen könnten unter 10 Mio. Euro pro Jahr gehalten werden. Da die Hamburger Bauwirtschaft hierbei umfangreiche Erfahrungen im Passivhausbau sammeln würde, würde sich ein solches Förderprogramm für den Klimaschutz doppelt bezahlt machen.

Vor einer allzu großzügigen Auslegung des Nachsatzes im obigen Zitat aus dem Basisgutachten, „Ersatzmaßnahmen nach dem Prinzip „mehr CO<sub>2</sub>-arme Energieversorgung bei weniger Dämmung“, muss unbedingt gewarnt werden. Bild 10 zeigt, zu welchen unsinnigen Auswirkungen die Anwendung dieses Prinzips im Fall der EnEV 2009 geführt hat. Die Dämmschichtdicken eines Neubaus dürfen bei einer Beheizung mit Biomasse sehr viel kleiner sein als bei der Teilsanierung eines Bestandsgebäudes. Wenn ein so schlecht gedämmter Neubau später an ein Nah- oder Fernwärmesystem angeschlossen werden soll, so wird kaum jemand an das „Verschlechterungsverbot“ der EnEV (§ 11, Aufrechterhaltung der energetischen Qualität, EnEV 2009) denken.

Wenn im Hauptgutachten geschrieben wurde

„Sinnvoll wäre es, für alle Bereiche Mindeststandards vorzugeben, um unerwünschte Ausweichreaktionen wie die CO<sub>2</sub>-neutrale Beheizung eines ungedämmten Gebäudes mit Holz zu vermeiden. Ansonsten sollte den Eigentümern oder Investoren die Möglichkeit gegeben werden, selbst zu entscheiden, ob sie eine bessere Dämmung oder eine stärkere Versorgung mit CO<sub>2</sub>-armen Energien anstreben.“ (S. 68)

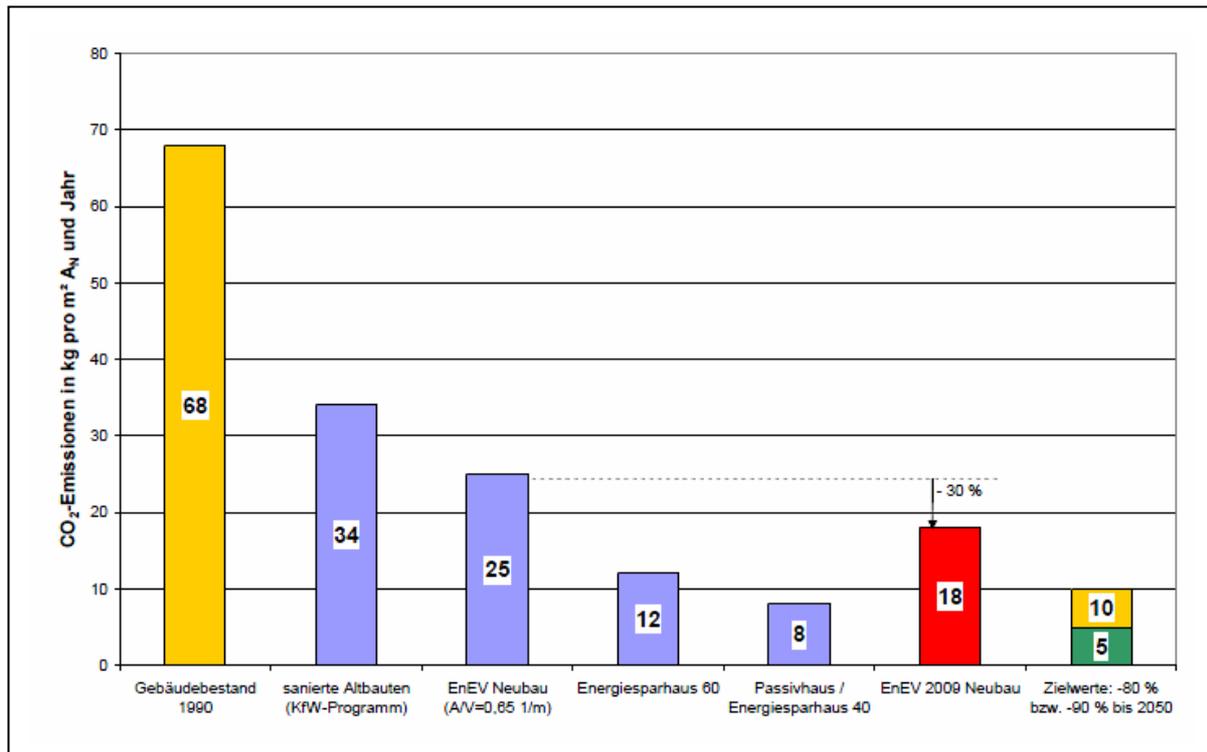
so ist zunächst nichts Grundsätzliches einzuwenden. Das Ergebnis kann jedoch, getrieben von der Lobby-Forderung nach „Technologieoffenheit“, leicht in eine Richtung verschoben werden, wie sie in der EnEV 2009 zu besichtigen ist. Diefenbach u. a. haben daher in [Diefenbach 08] die Einführung eines „Biomasse-Budgets“ vorgeschlagen. Es ist nicht sicher, ob das der beste Weg ist, um diesem Problem beizukommen. Besser ist wohl doch eine schärfere

---

große und kompakte Gebäude. Bei kleinen Gebäuden müsste immer noch mit ca. 10 l Heizöl pro m<sup>2</sup> und Jahr gerechnet werden.

<sup>40</sup> Der flächenbezogene Jahres-Primärenergiebedarf ist weitgehend proportional zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen

Nebenbedingung für die Wärmedämmung oder für den gesamten Heizwärmebedarf in der EnEV ([Rab 08d]).



**Bild 9** CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Wohngebäude-Standards (reines CO<sub>2</sub>, inklusive Vorketten) (nach [Diefenbach 08])

Forderungen nach „**Technologieoffenheit**“ stehen häufig in Konflikt mit den Zielen Klimaschutz, Energieversorgungssicherheit und Ressourcenschutz, solange die fossilen Energieträger gegenüber Erneuerbaren Energien dadurch bevorzugt werden, dass für sie keine „wahren“ Preise gezahlt werden müssen, da die Kosten für Umweltschäden externalisiert werden. Eine Änderung bei den Preisen, beispielsweise durch Erhöhung der Ökosteuern, ist gegenwärtig nicht zu erwarten. Daher muss anstelle von „Technologieoffenheit“ dem Einsatz Erneuerbarer Energien durch staatliche Regulierungen Vorrang eingeräumt werden.

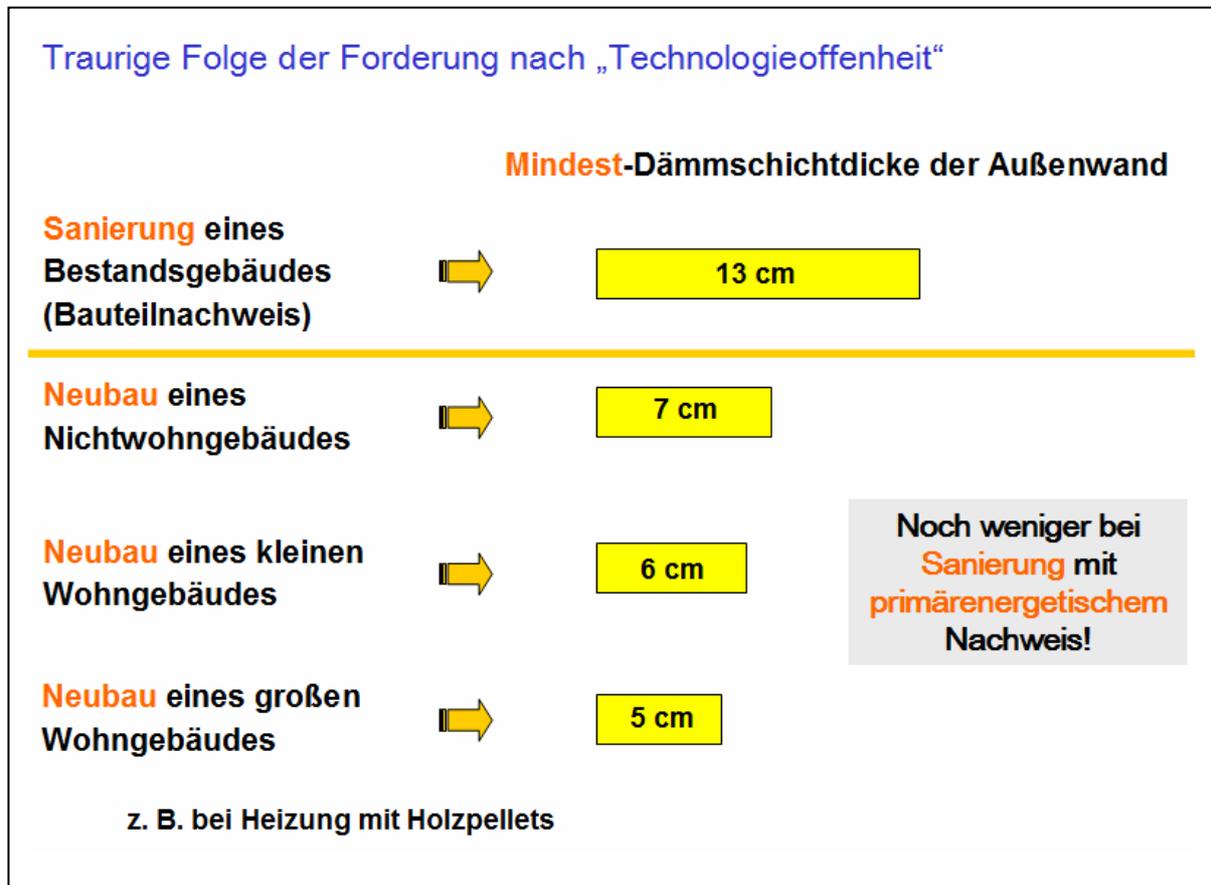
Bild 9 zeigt vereinfacht die nutzflächenbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Standards. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Mittelwertes des Gebäudebestandes sind etwa 7-mal so hoch wie die eines energetisch nachhaltigen Gebäudes (ganz rechts). Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für „sanierte Altbauten“ sind in diesem Bild halb so groß wie die des „Gebäudebestandes 1990“. „EnEV Neubau“ steht für Neubauten nach der EnEV 2002. Rot gefärbt ist ein Neubau nach der EnEV 2009. Die Werte im Bild orientieren sich an einem typischen Reihenhaus. Für ein großes Mehrfamilienhaus ergäben sich 19 kg/(m<sup>2</sup>a), für ein freistehendes Einfamilienhaus 31 kg/(m<sup>2</sup>a) anstelle von 25 kg/(m<sup>2</sup>a) (bezogen auf die Nutzfläche).

### Sanierungsschwerpunkt bei großen Wohn- und Nichtwohngebäuden?

Als eines der wesentlichen Ergebnisse des Basisgutachtens wird dort herausgestellt:

„Einen Schwerpunkt bei der Sanierung müssen die großen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden bilden, die vor 1979 errichtet wurden. Sie sollten mindestens auf das

heute gültige Niveau für Neubauten gedämmt und mit einer kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung ausgestattet werden. Für die Deckung des Restwärmebedarfs sollte auf erneuerbare Energien einschließlich der Nutzung von Umgebungswärme mit Hilfe von Wärmepumpen zurückgegriffen werden.“<sup>41</sup> ([Groscurth 10, S. 3])



**Bild 10** Mindestdämmschichtdicken der Außenwand bei der Sanierung eines Bestandsgebäudes bzw. bei einem Neubau jeweils nach der EnEV 2009.<sup>42</sup>

Die Schwerpunktsetzung auf **große Wohn- und Nichtwohngebäude** lässt sich nicht aus dem Ziel einer möglichst großen CO<sub>2</sub>-Minderung herleiten. Die Wärmeverluste durch eine Gebäudehüllfläche hängen von der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenraum und der Qualität der Dämmung ab. Für einen Quadratmeter einer Außenwand ergibt sich bei gleichen Dämmwerten vor und nach einer Sanierung die gleiche CO<sub>2</sub>-Minderung bei einem kleinen und bei einem großen Gebäude. Bei der Sanierung eines kleinen Gebäudes ist beim „primärenergetischen Nachweisverfahren“ nach den gesetzlichen Anforderungen die notwendige Dämmschichtdicke aber erheblich größer als bei einem großen Gebäude – eine Folge des unterschiedlichen Hüllflächen-zu-Volumen-Verhältnisses. Der damit verbundene Unterschied ist so groß, dass er durch die Berücksichtigung der anderen Beiträge zum Heizenergiebedarf

<sup>41</sup> Nach einer persönlichen Mitteilung von H. Groscurth wurden die großen, vor 1979 gebauten Gebäude hervorgehoben, weil Hamburg über die SAGA/GWG hier besondere Handlungsmöglichkeiten besitzt.

<sup>42</sup> Die Forderung einiger Lobby-Organisationen nach „Technologieoffenheit“ hatte zur Folge, dass die Gebäudehülle eines neuen Gebäudes, das mit erneuerbaren Energieträgern wie Holzpellets beheizt wird, sehr viel schlechter gedämmt sein darf als bei einem energetische sanierten Bestandsgebäude.

nicht ins Gegenteil verkehrt wird. Durch die Dämmung der Gebäudehüllflächen wird also bei der Sanierung von kleinen Gebäuden bei ähnlichen Kosten mehr CO<sub>2</sub> eingespart als bei der von großen.

Nach einer persönlichen Mitteilung von Dr. H.-M. Groscurth an den Verfasser ist das Motiv für die Bevorzugung der Sanierung von großen Gebäuden im Basisgutachten der Tatsache geschuldet, dass die SAGA/GWG als städtisches Wohnungsunternehmen besonders geeignet sein könnte, bei der Gebäudesanierung voranzugehen. Schätzungen ergeben allerdings, dass große Wohnungsgesellschaften, darunter SAGA/GWG und die genossenschaftlichen Wohnungsgesellschaften, mit über 300.000 Wohneinheiten in Hamburg bereits etwa die Hälfte ihres Bestandes saniert haben könnten. Gebäude von Kleinvermietern, Eigentumswohnungen in Mehrfamilienhäusern und kleine Häuser, die von den Besitzern selbst bewohnt werden - um die 400.000 Wohneinheiten - scheinen dagegen nur zu etwa 15 % bis 20 % ausreichend energetisch saniert zu sein.<sup>43 44</sup>

Da diese Zahlen sehr unsicher sind, sollte unbedingt genauer geprüft werden, bei welchen Gebäudegruppen bevorzugt saniert werden sollte und dabei bedacht werden, wo und mit welchen Instrumenten (Ordnungsrecht, Förderung) überhaupt Lenkungswirkungen erzielt werden können. Beispielsweise könnte die Sanierung von Gebäuden, die mit Heizöl oder Gas versorgt werden, verstärkt vorangetrieben werden, um die Abhängigkeit von Öl und Gas zu vermindern. Voraussetzung dafür wäre, dass die Abhängigkeit der Hamburger Fernwärme von der Verbrennung von Kohle unterbunden wird.

Die oft benannten Hemmnisse, die einen Sanierungsstau bewirken, sind im Übrigen bei den Wohnungsgesellschaften mit großem Gebäudebestand geringer als bei anderen Akteuren – zumindest im Wohnsektor.

Die im obigen Zitat geforderte Sanierung von großen Wohn- und Nichtwohngebäuden derart, dass sie „mindestens auf das heute gültige Niveau für Neubauten gedämmt und mit einer kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung ausgestattet werden“ scheint von der Machbarkeit und den Kosten her überzogen, wenn man sich anhand von Bild 8 klar macht, dass diese sanierten Altbauten dann nahe am Passivhausniveau lägen, das der Hamburger schwarz-grüne Senat sogar bei Neubauten erst „langfristig“ anstrebte!

### 5.2.2.3 Versorgung mit Wärme

Bei der Wärmeversorgung der Gebäude in Hamburg spielt gegenwärtig Erdgas bei weitem die Hauptrolle, gefolgt von Fernwärme und Heizöl.

Der Wärmeverbrauch, der nach einer nahezu vollständigen energetischen Sanierung des größten Teils der Hamburger Bestandsgebäude im Jahr 2050 übrig bleibt, wird im Basisgutachten häufig mit „Restwärme“ bezeichnet. Man muss sich klar machen, dass es sich dabei auch im Jahr 2050 immer noch um etwa die Hälfte des gegenwärtigen Wärmeverbrauchs handelt (vgl.

---

<sup>43</sup> Nach [FHH 07] gibt es in Hamburg einen Bestand von ca. 850.000 Wohnungen in ca. 230.000 Gebäuden, von denen etwa 85 % vor 1978 gebaut wurden, also vor dem Inkrafttreten der ersten WSV. Dies Wohnungen verbrauchen im Durchschnitt 200 kWh/(m<sup>2</sup>a). Der Gesamt-Heizenergiebedarf liegt bei ca. 16 TWh/a, davon entfallen ca. 7 TWh/a auf Ein- und Zweifamilienhäuser mit einem höheren spezifischen Bedarf und 9 TWh/a auf Mehrfamilienhäuser und größere Wohneinheiten.

<sup>44</sup> Zur Verteilung der Energiekennzahlen: [FHH 09c]

Bild 13). Dieser Wärmeverbrauch setzt sich zusammen aus dem sehr kleinen Verbrauch der neuen Gebäude mit Passivhausniveau,<sup>45</sup> dem Wärmeverbrauch der energetisch sanierten Gebäude, der im Großen und Ganzen dem heutiger Niedrigenergiehäuser entspricht, und dem Wärmeverbrauch eines kleineren Teils von Gebäuden, die aus Denkmalschutz- oder sonstigen Gründen nicht oder nur teilweise energetisch saniert worden sind.

### **Option Wärmepumpen – erste Wahl?**

Das Basisgutachten sieht in der Perspektive als wichtigste Techniken für die dezentrale Wärmeversorgung der Hamburger Gebäude **Wärmepumpen** vor, die mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen betrieben werden, sowie **Solarkollektoren**, die hauptsächlich im Sommerhalbjahr Wärme liefern können und dabei vor allem auch zur Trinkwassererwärmung beitragen.<sup>46</sup>

Zur Planung der künftigen Wärmeversorgungsstruktur in Hamburg wird allerdings festgestellt:

„Die heute vorliegenden Daten und Erfahrungen reichen nicht aus, um entscheiden zu können, in welchen Teilen Hamburgs die noch benötigte Restwärme zentral bereitgestellt werden sollte und wo dies besser dezentral geschehen sollte und welche Technik jeweils am besten geeignet ist.“

Demzufolge sollte eine Bevorzugung von Wärmepumpen eher für die mittelfristige Perspektive in Frage kommen. Gegenwärtig können Wärmepumpen noch als eine Option unter anderen angesehen werden. Denn für längere Zeit werden Wärmepumpen noch mit einem Normalstrom betrieben, der nur zu einem bescheidenen Anteil aus erneuerbaren Energiequellen stammt.

In neuen Gebäuden, insbesondere mit Passivhaus-Standard, sind schon heute klimaschonende Lösungen mit Wärmepumpen möglich. Im Zusammenhang mit der **energetischen Sanierung** von Gebäuden sind jedoch erhebliche Vorbehalte anzumelden ([Auer 08], [Schuberth 08]): Eine Voraussetzung zum Einsatz von Wärmepumpen kann der Einbau von Flächenheizungen mit niedrigen Vorlauftemperaturen sein. Das verteuert Sanierungen beträchtlich. Mieter müssen während der Umbaumaßnahmen in der Regel die Wohnung verlassen. In erster Linie würden Außenluft/Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Diese ergeben gegenwärtig keine CO<sub>2</sub>-Verminderung. Auch ihre Wirtschaftlichkeit ist anzuzweifeln. Eine CO<sub>2</sub>-vermindernde Wirkung würde sich erst im Laufe der Jahre einstellen, wenn der Anteil Erneuerbarer Energien im Normalstrom deutlich zugenommen hat.

Bei tiefen winterlichen Außentemperaturen nähern sich monovalent betriebene Außenluft/Wasser-Wärmepumpen praktisch Direktstrom-Heizungen. Es ist daher angebracht, anstelle einer über das ganze Jahr mittelnden Betrachtungsweise den winterlichen Zeitpunkt mit der größten erforderlichen Stromleistung zu betrachten. Für den Fall einer ganz überwiegenden Wärmeversorgung mit Wärmepumpen im Jahr 2050 ergeben sich so in Spitzenzeiten sehr hohe Leistungsbedarfe, denen im Sommer kein entsprechender Leistungsbedarf gegenübersteht.

---

<sup>45</sup> nach der im Basisgutachten angenommenen Neubaurate im Jahr 2050 erst etwa ein Viertel der Gebäude

<sup>46</sup> „Für Hamburg sind dabei Wärmepumpen, die mit CO<sub>2</sub>-freiem Strom betrieben werden, und Solarkollektoren die erste Wahl.“ ([Groscurth 10], S. 70)

Auf die Frage der längerfristigen winterlichen Wärmeversorgung gehen wir in Kapitel 8 ausführlicher ein.

Da sich erst zeigen wird, welche Varianten sich als günstiger erweisen werden (unter Berücksichtigung von Wirkungsgraden, Kosten für zusätzliche Verstromungskraftwerke, für vorhandene und neue Infrastruktur sowie Kosten für Wärmepumpen plus Flächenheizung einerseits und Gasheizung andererseits), sollte gegenwärtig keine Vorfestlegung vorgenommen werden und nicht zum Einsatz von Luft/Wasser-Wärmepumpen in Bestandsgebäuden gedrängt werden.<sup>47</sup> Es kann zurzeit auch noch nicht davon ausgegangen werden, dass die Netze für die Versorgung mit Gas oder Fernwärme in Hamburg langfristig überflüssig werden könnten.

### **Option Solarkollektoren:**

Wenn Solarkollektoren einen nennenswerten Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Minderung leisten sollen, dann muss die in Hamburg installierte Kollektorfläche um ein Vielfaches vergrößert werden ([Groscurth 10], S. 70). Im Koalitionsvertrag des CDU/GAL-Senats vom April 2008 war vorgesehen: „Beim Neubau und beim Austausch von Heizungen soll es nach dem Vorbild von Baden-Württemberg eine Pflicht zur Nutzung von Solarwärme oder qualitativ gleichwertigen Technologien geben.“ Einer solchen Verpflichtung zum Einsatz Erneuerbarer Wärme im Gebäudebestand steht rechtlich nichts im Wege. Da für den Einsatz auf Bestandsgebäuden auch Fördergelder des Bundes vergeben werden können, sind auch aus ökonomischer und sozialer Sicht keine grundsätzlichen Einwände zu erheben.

### **Fernwärmenetz:**

Das Basisgutachten diskutiert mehrere Möglichkeiten für die Weiterentwicklung des Hamburger Fernwärmenetzes. Im Ergebnis wird festgestellt: Das bestehende Hamburger Fernwärmesystem sollte so umgestaltet werden, dass die Wärmeversorgung am besten auf erneuerbaren Energien oder – für eine Übergangszeit – auf Erdgas-basierter Kraft-Wärme-Kopplung aufbaut. Die Ablösung der Steinkohle in der Fernwärmeversorgung ist einer der wichtigsten Beiträge zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg. Das Fernwärmenetz sollte daher nicht mit dem Steinkohlekraftwerk Moorburg verbunden werden.

Ein Anschluss des Fernwärmenetzes an das Steinkohlekraftwerk Moorburg würde bedeuten, dass Hamburg seine CO<sub>2</sub>-Minderungsziele verfehlen würde. Hamburg würde damit außerdem ein unnötiges ökonomisches Risiko eingehen.

Denn sehr viele unabhängige Energieökonomien ([SRU 11], [VDW 11]) sagen voraus, dass mit wachsender Erzeugung von erneuerbarem Strom vorrangig die Auslastung von Steinkohlekraftwerken zurückgehen würde und sich damit die Investitionskosten von Neuanlagen als gestrandete Investitionen erweisen könnten. Mittelfristig wäre daher mit ständig wachsenden Fernwärmekosten oder schließlich, bei Abschaltung des Kohlekraftwerks Moorburg, sogar mit einem Ausfall der Fernwärmeversorgung zu rechnen.

---

<sup>47</sup> Bei Vergleichen spielt eine Rolle, dass Heizanlagen im Allgemeinen nur Lebensdauern von 15 bis 20 Jahren besitzen. Daher kann die Installation einer Luft/Wasser-Wärmepumpe zum jetzigen Zeitpunkt kaum mit einer starken Abnahme des Generalfaktors in der Zukunft begründet werden.

Unter den Gesichtspunkten Wirtschaftlichkeit und Sozialverträglichkeit wäre hinzuzufügen: Die Fernwärme darf nicht durch hohe Investitionen in neue Anlagen und durch gleichzeitigen raschen Rückgang des Heizwärmeverbrauchs der versorgten Gebäude infolge von forcierter Gebäudesanierung in diesem Bereich zu teuer werden.

Durch eine Umstellung der Fernwärmeversorgung von Steinkohle auf Erdgas wird der Erdgasbedarf in Hamburg stark erhöht. Es wird oft verlangt, dass dieser Mehrbedarf rasch durch die Verminderung des Wärmebedarfs der Hamburger Gebäude kompensiert werden sollte. Eine überschlägige Abschätzung auf der Basis der im Basisgutachten verwendeten Zahlenwerte zeigt, dass 10 Jahre lang Vollsanierungen mit einer stark erhöhten Sanierungsrate von etwa 3 % pro Jahr durchgeführt werden müssen, bis diese Kompensation erreicht ist. Diese Überlegung unterstreicht die Bedeutung der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes.

#### **Option Biomasse:**

Biomasse steht für die Hamburger Wärmeversorgung nicht in ausreichendem Maß zur Verfügung. Sie sollte in erster Linie in den ländlichen Regionen der BRD eingesetzt werden, dort wo sie anfällt. Im Übrigen gibt es recht unterschiedliche Auffassungen zur Reichweite der energetisch verwertbaren Biomasse. Nach [Scheffer 08] könnte etwa die Hälfte der deutschen Bevölkerung in den ländlichen Regionen mit Biomasse fast vollständig mit Energie versorgt werden. Nach [Jung 10] ist effektiv mit sehr viel weniger Biomasse zum Zweck der Energieversorgung zu rechnen.

#### **Option Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung:**

Im Basisgutachten werden bei Szenario-Berechnungen recht hohe Anteile von **Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung** auch bei der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden angenommen. Ein sinnvoller Einsatz solcher Anlagen setzt voraus, dass bei der Sanierung eine hohe Luftdichtheit des Gebäudes erreicht wird, die auch nachgewiesen werden müsste. In vielen Fällen ist dies schon aus ökonomischen Gründen in der Alltagspraxis nicht machbar, insbesondere wenn Innendämmungen notwendig sind. Überdies ist bei vermieteten Gebäuden bedenklich, dass die Mieter meist während der Bauphase ausziehen müssen. Dieses Problem wird durch die von der Bundesregierung geplanten Mietrechtsänderungen, mit denen Mietminderungen ausgeschlossen werden sollen, verschärft.

### **Zusammenfassung**

Bei der Wärmeversorgung von Gebäuden unterscheiden sich die Empfehlungen des Basisgutachtens und die Einschätzungen in dieser Stellungnahme in vielfältiger Weise.

#### **5.2.3 Mobilität in Hamburg**

In Kapitel 5.2.5 des Basisgutachtens werden verschiedene Beiträge zur CO<sub>2</sub>-Minderung beschrieben. Im Verkehrssektor lassen sich vor allem durch deutlich reduzierte Fahrleistungen von PKW und LKW beträchtliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielen. Im Vordergrund steht dabei der PKW-Verkehr, der zur Hamburger CO<sub>2</sub>-Bilanz des Sektors Verkehr etwa zwei Drittel beiträgt.

Beim PKW-Verkehr dominieren dienstliche Fahrten und der Weg zur Arbeit. Zur Hauptverkehrszeit sind die öffentlichen Verkehrsmittel in Hamburg auf den zentralen Streckenab-

schnitten schon heute weitgehend ausgelastet. Sie können dann keine wesentlich größere Belastung aufnehmen. Eine Verlagerung des PKW-Verkehrs auf den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) setzt also neben Aktivitäten zur Senkung der PKW-Fahrleistungen auch Erweiterungen und Attraktivitätssteigerungen beim ÖPNV voraus.

Eine kurzfristige Erweiterung der Schienenwege lässt sich aber nicht realisieren. Von der **Stadtbahn** wird mittelfristig eine wesentliche Entlastung erwartet.

Mit einem Ausbau des **Busverkehrs** kann auch kurzfristig auf Nachfragewachstum reagiert werden. Mittelfristig könnten auf wichtigen Busstrecken Kapazitätssteigerungen erreicht werden, wenn die Lichtsignalbeeinflussung durch Busse ausgebaut wird.

Beim **motorisierten Individualverkehr** kann versucht werden, den Besetzungsgrad vor allem bei Pendlerfahrten über 10 km zu erhöhen.

Von den Ansatzpunkten zur Vermeidung von PKW-Fahrten wird im Basisgutachten die **Parkraumverknappung** hervorgehoben. Fortschritte bei der Senkung der Verkehrsemissionen hängen sicherlich in erheblichem Maß davon ab, in welchem Maß die betroffenen Bürger bereit sind sich zu beteiligen. Es ist durchaus möglich, dass eine direkt vorgenommene Parkraumverknappung Gegenreaktionen auslöst. Verringerung des Parkraums durch Maßnahmen, die offensichtlich dem Klimaschutz dienen, wie erweiterter Ausbau der Fahrradwege und Einführung der Stadtbahn, dürften viele dagegen als akzeptabel empfinden. Ähnlich dürfte eine Erhöhung der Parkgebühren toleriert werden, wenn die Mehreinnahmen vollständig für den Ausbau des ÖPNV eingesetzt werden. Anwohner und Gewerbetreibende müssten dabei vor einer zu starken Gebührenerhöhung geschützt werden oder Vergünstigungen erhalten.

Solange der ÖPNV im Berufsverkehr keine ausreichende Kapazität bieten kann, sind anstelle einer bewussten Parkraumverknappung Maßnahmen geeigneter, bei denen klimaschonenden Fahrzeugen **Vorrang beim Parken** eingeräumt wird. In Kiel sind seit Anfang 2010 CO<sub>2</sub>-arme Kraftfahrzeuge von den üblichen Parkgebühren befreit. Unter Bezugnahme hierauf wurde in Hamburg von der SPD am 9.11.2010 (Drs. 19/7810) in der Bürgerschaft der Antrag gestellt, Autos mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß unter 120 g/km eine Frei-Parken-Plakette anzubieten, mit der das Parken auf öffentlichen Parkplätzen in der Hamburger Innenstadt für zwei Stunden kostenfrei sein soll.

Zu unterscheiden ist zwischen dem Pendelverkehr ins Umland und dem Verkehr im innerstädtischen Bereich. Stadtplanerisch muss besser als bisher vermieden werden, dass sich durch vermehrte Bautätigkeit im Hamburger Umland der weiträumige Pendelverkehr noch weiter erhöht.

Der Anteil kleinerer LKW an den CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg ist doppelt so hoch ist wie derjenige größerer LKW. Durch verbesserte Logistikkonzepte sollte die Auslastung bei Lieferfahrten erhöht werden.

Langfristig wird im Basisgutachten eine Umstellung des Gütertransports über längere Strecken auf elektrische Energie, die aus erneuerbaren Energien stammt, als einzige Möglichkeit gesehen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 % oder mehr zu reduzieren. Aus heutiger Sicht ist dies am ehesten schienenengebunden möglich.

Da Änderungen im Verkehrssektor oft sehr komplex sind, kann eine nachhaltige Wirkung am ehesten erwartet werden, wenn **Mobilitätsentwicklungspläne** für Hamburg und für die Metropolregion erarbeitet werden, an deren Bewertung und Verbesserung die Hamburger Bürger intensiv beteiligt werden.

#### **5.2.4 Prozesswärme in Hamburg**

Kapitel 5.2.4 des Hauptgutachtens referiert die Möglichkeiten und Grenzen für die CO<sub>2</sub>-Minderung beim Einsatz von Prozesswärme. Sie wird in Hamburg zu 20 % aus Strom, zu 10 % aus Fernwärme und zu 70 % aus Erdgas erzeugt.

Da der Energiekostenanteil in der deutschen Wirtschaft im Mittel nur bei 5 % liegt und Einsparungen sich nicht in wenigen Jahren amortisieren, besteht bei den Verantwortlichen vieler Betriebe nur ein geringes Interesse an Effizienzverbesserungen. Von Selbstverpflichtungen zur Teilnahme an Energieberatungen, von den Energielotsen der Handelskammer und von KWK-Anlagen in hierfür besonders geeigneten Betrieben versprechen sich die Autoren des Basisgutachtens Fortschritte bei der CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung durch effizienteren Einsatz von Prozesswärme.

## 6. Die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination

In Kapitel 5.3 des Hauptgutachtens wird eine Kombination von Maßnahmen – das „Klimaschutzszenario 2020“ - vorgeschlagen, die geeignet sein soll, die verbindlich festgelegte Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen Hamburgs um 40 % in Jahr 2020 gegenüber 1990 zu erreichen. Es wird darauf hingewiesen, dass auch andere Maßnahmenkombinationen gewählt werden könnten, um dieses Ziel zu erreichen.

*Tabelle 12: Vorschlag für eine Maßnahmenkombination, die zu einer Reduzierung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg gegenüber 1990 um 40% bis 2020 führt.  
Alle Prozentangaben außer für CO<sub>2</sub> sind auf das Referenzjahr 2006 bezogen.*

	Referenz	Mögliches Ziel Hamburg	Delta	CO <sub>2</sub> [Mio. t]
		gegenüber 2006		
Generalfaktor Strom	0,6 -> 0,45 kg/kWh	-		
Stromverbrauch	- 6%	- 10%	- 4%	0,14
grüner Strom Haushalte	5%	15%	+ 10%	0,25
grüner Strom GHD*	2,5%	7,5%	+ 5%	
Heizenergie- und Warmwasserbedarf	- 21%	- 26%	- 5%	0,24
Fernwärme		CO <sub>2</sub> -arm	CO <sub>2</sub> -arm	0,43
Wärmepumpen		0,3 TWh/a		0,03
Solarthermie	0,2 Mio. m <sup>2</sup>	0,5 Mio. m <sup>2</sup>	0,3 Mio. m <sup>2</sup>	0,03
Prozesswärmebedarf	+/- 0	- 10%	- 10%	0,12
spez. Verbrauch PKW	- 25%			
Aktivitätsniveau PKW	100%	85%	- 15%	0,26
spez. Verbrauch LKW	- 20%			
Aktivitätsniveau LKW	110%	90%	- 20%	0,12
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>- 32%</b>	<b>- 40%</b>	<b>- 8%</b>	<b>1,6</b>
		gegenüber 1990		

\* GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistung

**Bild 11** CO<sub>2</sub>-Minderungen für den Referenzfall nach Tabelle 9 des Basisgutachtens

Die vorgeschlagene Maßnahmenkombination soll also die CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke füllen, die im Basisgutachten für das Jahr 2020 ermittelt wurde (Tabelle 3).

Bild 11 gibt die Tabelle 12 aus dem Hauptgutachten wieder. Neben den CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Referenzfall werden hier in der Spalte rechts außen die CO<sub>2</sub>-Einsparungen, die von Maßnahmen in ausgewählten Anwendungsfeldern erwartet werden, aufgeführt.

Zur Beurteilung soll in dieser Stellungnahme bei jedem Anwendungsfeld gefragt werden, ob die angegebene CO<sub>2</sub>-Minderung realistisch und plausibel ist und wie groß die Aussichten auf die Umsetzung dieser Teilmaßnahme bis zum Jahr 2020 sind.

In Tabelle 4 werden den Werten des Hauptgutachtens die hier ermittelten Werte gegenübergestellt. Zunächst soll erläutert werden, inwieweit diese Stellungnahme zu abweichenden Einschätzungen der CO<sub>2</sub>-Minderungen kommt.

## **6.1 Stromverbrauch in Hamburg**

### **6.1.1 Stromverbrauch**

Im Basisgutachten wurde angenommen, dass der Stromverbrauch durch erfolgreiche Motivation und Beratung um 9 % statt um 6 % wie im Referenzfall reduziert werden kann. Damit ist eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 0,14 Mio. t pro Jahr verbunden.

### **6.1.2 Grüner Strom**

Entsprechend den Erläuterungen in Kapitel 3.2 wurden nur 25 % der im Basisgutachten veranschlagten CO<sub>2</sub>-Minderung für die Verdreifachung des „Grünstroms“ anerkannt.

## **6.2 Wärmeverbrauch in Hamburger Gebäuden**

### **6.2.1 Energie für Heizung und Trinkwarmwasser**

#### **Heizenergie- und Warmwasserverbrauch:**

Kapitel 5.2.2 enthält zahlreiche Vorbehalte gegenüber dem Konzept „Besser sanieren“. Von besonderer Bedeutung ist, dass es nicht in Einklang mit dem existierenden rechtlichen Regelwerk zur Energieeinsparung im Gebäudebereich steht. Um die in Bild 11 angegebenen beträchtlichen CO<sub>2</sub>-Absenkungen, die besonders zusammen mit den Verschärfungen ab 2015 auftreten, zu erreichen, müssten ernsthaftere und praktikablere Maßnahmen vorgeschlagen werden. Daher wird eine Verminderung auf die Hälfte dieses Wertes vorgenommen. Erst nach einer alternativen Neuberechnung unter Behebung der im Kapitel 5.2.2 benannten Fehleinschätzungen und der im Anhang beschriebenen Fehler kann ein einigermaßen gesicherter Wert für 2020 erwartet werden.

### **6.2.2 Versorgung mit Wärme**

#### **Fernwärme:**

Der Vorschlag des Basisgutachtens zur CO<sub>2</sub>-armen Umgestaltung der Fernwärmeversorgung ohne den Einsatz von Steinkohle wird unterstützt.

Die Abnahme des Fernwärmeabsatzes um 20 % bis 2020 hängt an den für den Wärmebereich getroffenen Annahmen, die als unrealistisch eingestuft wurden. Es ist daneben fraglich, ob gerade bei den von Fernwärme versorgten Gebäuden so starke Verringerungen des Wärmeverbrauchs bis 2020 sinnvoll sind. Dennoch wurde der Ansatz für die gesamte veranschlagte CO<sub>2</sub>-Verminderung übernommen.

### **Wärmepumpen:**

Wie in Kapitel 5.2.2.3 erläutert wurde, beruht der reduzierte CO<sub>2</sub>-Minderungswert in der rechten Spalte von Tabelle 4 darauf, dass bei einer Verwendung in Bestandsgebäuden für die nächsten 10 Jahre bei Luft/Wasser-Wärmepumpen oft weder Wirtschaftlichkeit noch eine wesentliche CO<sub>2</sub>-Einsparung erwartet werden kann. Wärmepumpen und Solarkollektoren in Neubauten sind als Folge des EEWärmeG schon im Referenzszenario berücksichtigt. Außerdem ist ihre CO<sub>2</sub>-mindernde Wirkung bereits in den Anforderungen der EnEV 2009 verrechnet.

### **Solarthermie:**

Das Anwendungsfeld „Solarthermie“ steht stellvertretend für die Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich. Auch hier ist die Nutzung bei Neubauten aus den Verpflichtungen durch das EEWärmeG schon im Referenzszenario berücksichtigt, wo bereits eine Erhöhung der Kollektorfläche von 0,1 Mio. m<sup>2</sup> auf 0,2 Mio. m<sup>2</sup> im Jahr 2020 angenommen wurde. Die im Basisgutachten vorgesehene starke zusätzliche Erhöhung von 0,2 Mio. m<sup>2</sup> auf 0,5 Mio. m<sup>2</sup> im Jahr 2020 setzt laut Basisgutachten voraus, dass auch alle sanierten Gebäude in erheblichem Umfang erneuerbare Wärme nutzen müssen.

Nach der zweiten Fortschreibungsdrucksache 19/4906 vom 12.12.2009 [FHH 09a] strebte der schwarz-grüne Senat in Hamburg an, ähnlich der Verpflichtung für neue Gebäude nach dem EEWärmeG eine Solar-Pflicht für bestehende Gebäude in Hamburg einzuführen mit einer angemessenen Übergangsfrist ab etwa 2014. Da dies allenfalls die zweite Hälfte des laufenden Jahrzehnts betreffen würde, wurde der CO<sub>2</sub>-Minderungswert in der rechten Spalte von Tabelle 4 gegenüber dem Basisgutachten reduziert.

## **6.3 Mobilität in Hamburg**

Für den Sektor Mobilität nimmt das Basisgutachten an, dass bis 2020 15 % des heutigen PKW-Verkehrs vermieden werden und dass der im Referenzfall erwartete Anstieg des LKW-Verkehrs um 10 % nicht nur kompensiert wird, sondern der Güterverkehr auf der Straße um weitere um 10 % verringert wird.

Der damit angesetzte jährliche Einsparungswert von 0,38 Mio. t CO<sub>2</sub> im Jahr wurde unverändert übernommen, obwohl keineswegs sicher erwartet werden kann, dass die zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen, die gegenwärtig in Erwägung gezogen werden, hinreichend für das Erreichen dieses Wertes sind. Beispielsweise ist zurzeit wenig wahrscheinlich, dass die geplante Stadtbahn bis 2020 schon einen erheblichen Beitrag leisten kann. Auch die rechtzeitige Umsetzung anderer im Basisgutachten vorgeschlagener Maßnahmen ist unsicher.

## **6.4 Prozesswärme in Hamburg**

Für die prognostizierte Senkung des Prozesswärmebedarfs bis 2020 um 10 % trotz des erheblichen Anstiegs beim Aktivitätsniveau gilt das Analoge wie im Sektor Mobilität, zumal hier nur „weiche“ Maßnahmen angenommen wurden. Auch hier wurde der Minderungswert von 0,12 Mio. t/a in Tabelle 4 aber unverändert gelassen.

## 6.5 Gesamtbilanz

Nach Tabelle 4 ergibt sich aus der Beurteilung der im Basisgutachten vorgeschlagenen Maßnahmenkombination eine jährliche CO<sub>2</sub>-Minderung von rund 1,3 Mio. Tonnen anstelle von 1,6 Mio. Tonnen im Basisgutachten.

In der Gesamtbilanz werden dabei

- im Stromsektor weitere 0,20 Mio. t CO<sub>2</sub>,
- im Wärmesektor 0,70 Mio. t CO<sub>2</sub> und
- im Verkehrssektor 0,38 Mio. t CO<sub>2</sub> jährlich vermieden.

Die Dominanz der Wärmeversorgung für die mittelfristig durch Hamburg zu erreichende Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen kommt in diesen Zahlen deutlich zum Ausdruck.

Anwendung	zusätzliche CO <sub>2</sub> -Minderung in Mio. t pro Jahr	
	nach Hauptgutachten, Tab. 12	mit realistischen Randbedingungen
Stromverbrauch	0,14	0,14
grüner Strom	0,25	0,06
Heizung und Warmwasser	0,24	0,12
Fernwärme	0,43	0,43
Wärmepumpen	0,03	0,01
Solarthermie	0,03	0,02
Prozesswärme	0,12	0,12
PKW	0,26	0,26
LKW	0,12	0,12
CO <sub>2</sub> -Emissionen	<b>1,62</b>	<b>1,28</b>

**Tabelle 4:** CO<sub>2</sub>-Minderungen durch die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination, entsprechend Tabelle 12 (Bild 11) und durch die in dieser Stellungnahme ermittelten Werte

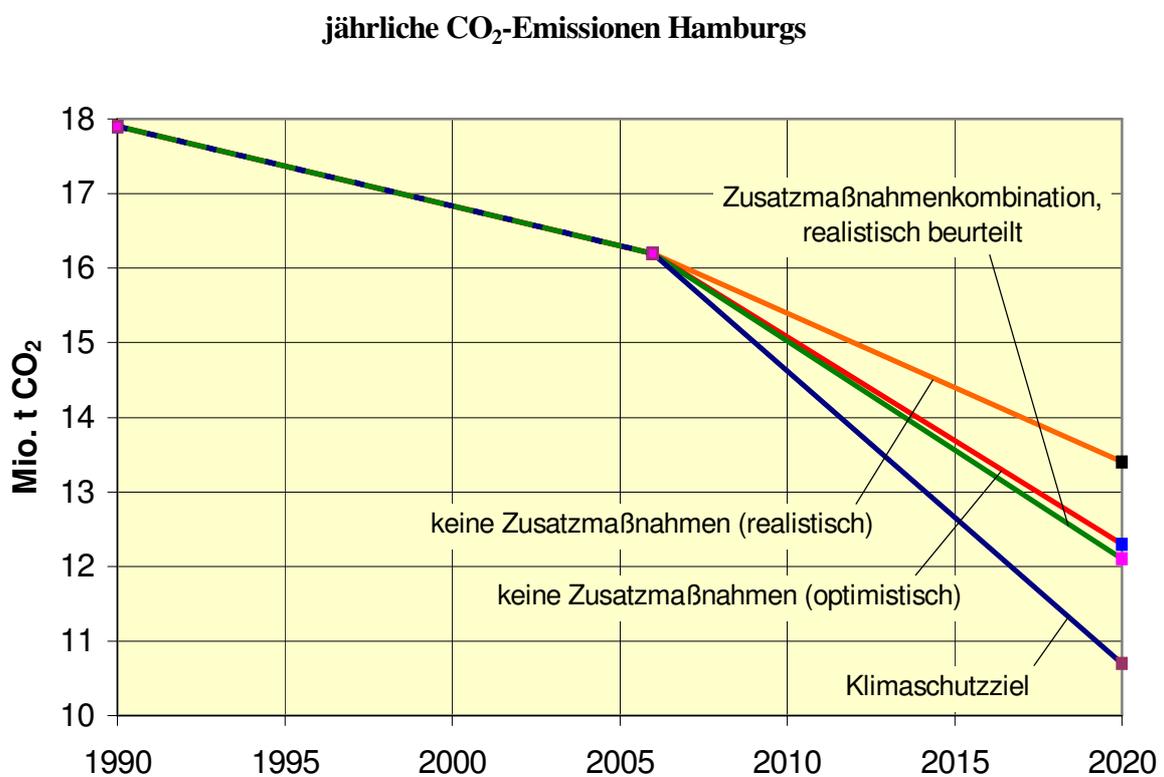
Das Basisgutachten nennt zusammenfassend als wichtigste Ansatzpunkte für Hamburg im Klimaschutz bis 2020

- eine CO<sub>2</sub>-arme Fernwärme,
- die energetische Sanierung großer Wohn- und Nichtwohngebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1979 gebaut wurden, sowie
- die Vermeidung oder Verlagerung von PKW-Fahrten von mehr als 10 km Länge.

Der Vorrang des zweiten Punktes wird in dieser Stellungnahme angezweifelt. Eine Begründung hierfür wurde in Kapitel 5.2.2.2 gegeben.

Bild 12 zeigt die wichtigsten bisherigen **Ergebnisse** graphisch. Zur Vereinfachung wurde jeweils eine lineare Entwicklung von 2006 bis 2020 gezeichnet. Mit der untersten blauen Linie wird das Klimaschutzziel im Jahr 2020 erreicht. Der Verlauf kennzeichnet gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die nach der Basisstudie bei **optimistischer** Betrachtung der Randbedingungen durch die dort vorgeschlagene zusätzliche Maßnahmenkombination eingespart werden sollten. Die rote Linie zeigt den Verlauf, der **ohne** Zusatzmaßnahmen mit optimistischen Randbedingungen in der Basisstudie erwartet wird.

Die oberste, orangefarbene Linie steht für den in dieser Stellungnahme bestimmten Verlauf **ohne** Zusatzmaßnahmen bei **realistischen** Randbedingungen. Die grüne Gerade ergibt sich mit der im Basisgutachten vorgeschlagenen zusätzlichen Maßnahmenkombination ebenfalls bei realistischen Randbedingungen.



**Bild 12** Prognostizierte jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg bei optimistischer bzw. realistischer Einschätzung

Nach statistischen Werten, die gegenwärtig bis 2008 vorliegen, sinken die tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2006 bis 2008 nicht so steil wie in Bild 12.<sup>48</sup> Daher muss die Absenkung im laufenden Jahrzehnt eine noch größere Steilheit aufweisen. Aus dem Vergleich der Steigung der Geraden bis 2006 und ab 2006 (Gerade „Klimaschutzziel“) ist zu ersehen, vor welcher Herausforderung Hamburg beim Klimaschutz in den kommenden Jahren steht.

<sup>48</sup> Die CO<sub>2</sub>-Emissionen Hamburgs sind im Jahr 2008 nur um 1,7 % im Vergleich zu 2007 zurückgegangen.

### **Zusammenfassung**

Aus den Tabellen 2, 3 und 4 folgt: Bei **optimistischer** Betrachtungsweise ergab sich im Basisgutachten für 2020 eine CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke von jährlich 1,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Nach der Auffassung des Basisgutachtens kann diese Lücke durch die dort für das „Klimaschutzszenario 2020“ vorgeschlagene Maßnahmenkombination geschlossen werden.

Bei **realistischer** Betrachtungsweise ist für 2020 eine CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke von jährlich 2,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> vorzusehen. Die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination deckt aus realistischer Sicht höchstens die Hälfte dieser Lücke ab.

Mit der im Basisgutachten vorgeschlagenen Maßnahmenkombination wird es daher im Jahr 2020 keine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40 %, sondern voraussichtlich nur um 32 % geben. Eine Reduzierung um 40 % wäre erst um das Jahr 2025 zu erwarten.

## 7. Eine Maßnahmenkombination zur Schließung der realistisch ermittelten CO<sub>2</sub>-Lücke

Wie kann ein „**Klimaschutzszenario++**“ ausgestaltet werden, von dem **realistischerweise** erwarten werden kann, dass das CO<sub>2</sub>-Emissionsziel Hamburgs im Jahr 2020 erreicht wird?

Nach Tabelle 3 besteht im Jahr 2020 ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen voraussichtlich eine „realistische“ CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke von 2,7 Mio. Tonnen pro Jahr. Die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination für das „Klimaschutzszenario 2020“ kann nach unseren Überlegungen voraussichtlich nur etwa die Hälfte davon abdecken.

Offensichtlich muss ein forciertes „Klimaschutzszenario++“ wesentlich ambitioniertere Maßnahmen vorsehen als das Klimaschutzszenario des Basisgutachtens. Gleichzeitig wäre es aber wenig hilfreich, hierfür Vorschläge zu machen, deren Realisierungschancen bereits aus heutiger Sicht fragwürdig sind.

Im Folgenden wird sich zeigen, dass für eine Absenkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40 % im Jahr 2020 gegenüber 1990 die meisten der Klimaschutzmaßnahmen, die der Hamburger Senat in den letzten Jahren prüfen ließ, eingesetzt werden müssen oder stattdessen neue Maßnahmen mit gleichwertigen CO<sub>2</sub>-Einspar-Potenzialen ins Auge gefasst werden müssen.

### 7.1 Stromverbrauch in Hamburg

Deutlich stärkere Einsparungen beim Stromverbrauch in Hamburg zusätzlich zu den in Kapitel 5.3 des Basisgutachtens vorgesehenen dürften durch verstärkte Motivation und Beratung kaum erreichbar sein. Auch „ehrliche“ Verbesserungen der „Grünstrom“-Bilanz können nicht erwartet werden.

Es bleiben einerseits Programme, mit denen gezielt zusätzliche Anreize für Stromeinsparungen verbunden sind. Wie die Stadtwerke einiger anderer deutscher Städte könnte ein zukünftiger kommunaler Energieversorger und Betreiber der Verteilnetze in Hamburg Effizienzprogramme auflegen. Solche Programme könnten über eine entsprechende Anpassung der Netzegebühren finanziert werden. Voraussetzung dafür wäre eine Rekommunalisierung des Hamburger Stromnetzes.

Andererseits könnten bei der vorgesehenen Novellierung des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes und der Hamburgischen Klimaschutzverordnung folgende Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs angestoßen werden:

- Nachtspeicherheizungen rascher ersetzen als nach der EnEV 2009 vorgesehen.<sup>49</sup> Hierfür werden in sozialen Härtefällen Umstellungshilfen notwendig sein.
- Erwärmung der Luft durch fossile Brennstoffe außerhalb umschlossener Räume verbieten (Verbot von Heizpilzen)
- Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes bei Neubauten und bei der Sanierung von Gebäuden zur Reduzierung des Einsatzes von Klimaanlage

---

<sup>49</sup> § 10a EnEV 2009; Voraussetzung ist die Gesetzgebungskompetenz eines Bundeslandes für weitergehende Anforderungen [FHH 09a]

- Reduzierung des direkten Einsatzes von elektrischem Strom zur Erzeugung von Niedertemperaturwärme (Direktstromheizungen, Durchlauferhitzer).

## 7.2 Wärmeverbrauch in Hamburger Gebäuden

Der Hauptbeitrag zur zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Minderung wird durch die Reduzierung des Wärmeverbrauchs in Hamburger Gebäuden erbracht werden müssen.

Die Leitstudie 2008 des BMU [Nitsch 08] sieht für 2050 nach vollständiger energetischer Sanierung aller Bestandsgebäude nur noch etwa 40 % des heutigen durchschnittlichen spezifischen Heizwärmeverbrauchs vor und zwar für Wohn- und für Nichtwohngebäude.

### 7.2.1 Energie für Heizung und Trinkwarmwasser

#### Heizenergie- und Warmwasserverbrauch:

Es ist wenig sinnvoll, zu diesem Zweck nur die Anforderungen an die Standards von Neubauten oder energetischen Sanierungen zu erhöhen, wenn nicht schon vorher sichergestellt ist, dass eine sehr wirksame **Umsetzungskontrolle** und möglichst auch eine **Qualitätssicherung** eingeführt werden. Ohne die Einführung einer funktionsfähigen Meldepflicht für alle Sanierungsmaßnahmen, die nach EnEV 2009 auch energetische Maßnahmen auslösen,<sup>50</sup> wird hier kein großer Fortschritt zu erzielen sein.

Darüber hinaus ist zu prüfen, ob Hamburg auf gewisse privilegierende Ausnahmeregelungen der EnEV 2009 verzichten darf. Beispielsweise sieht § 10 Abs. 3 eine Nachrüstspflicht bei bisher ungedämmten, nicht begehbaren, aber zugänglichen **obersten Geschossdecken** durch Dämmschichten vor. Während Besitzer von Eigentumswohnungen in Mehrfamilienhäusern dieser Nachrüstspflicht unterliegen, deren Wirtschaftlichkeit nachgewiesen ist, müssen Eigentümer von Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen diese Nachrüstung erst bei Wechsel des Eigentümers durchführen – eine schwer nachvollziehbare Privilegierung einer im Allgemeinen wohlhabenderen Personengruppe. Auch eine nicht anlassbezogene Nachrüstspflicht bei **Decken gegen unbeheizte Keller** ließe sich einführen, ohne dass es allgemeine Probleme mit dem Wirtschaftlichkeitsnachweis geben würde.

#### Neubau:

Entsprechend dem Hamburger Klimaschutzkonzept [FHH 09a] soll der Neubau von Wohngebäuden erst „langfristig“ regelhaft im Passivhausstandard erfolgen. Die Koalitionsvereinbarungen von CDU und GAL hatten noch formuliert: „Die energetischen Standards für den Neubau werden in mehreren Stufen weiter angehoben. Innerhalb angemessener Übergangsrufen sollen Passivhäuser bzw. 2 bis 3 Liter-Häuser die Regel im Wohnungs-Neubau werden.“

Zurzeit besteht unter Experten keine Einigkeit darüber, wie hoch die realen Mehrkosten beim Übergang von neuen Gebäuden, die dem EnEV 2009-Standard entsprechen (Niedrigenergiehäusern), zu Gebäuden mit Passivhausniveau anzusetzen sind. Nach Bild 8 ist klar, dass für große Gebäude diese Zusatzkosten, bezogen auf die Nutzfläche, deutlich geringer sind als für kleine.

---

<sup>50</sup> vor allem nach Abschnitt 3 der EnEV 2009

Eine zügige Einführung des **Passivhausniveaus** in Hamburg vor einer entsprechenden Einführung im ganzen Bundesgebiet im Sinne einer Vorreiterrolle könnte daher zunächst das Passivhausniveau auch nur für große Gebäude vorsehen.<sup>51</sup> Andererseits könnte ein kompletter Übergang zum Passivhausniveau damit gerechtfertigt werden, dass der Verbrauch von in Metropolregionen besonders wertvollen Flächen bei kleinen Gebäuden größer ist als bei großen.

Dass ein Zuschuss zur Herstellung einer Warmmieten-Neutralität bei neu gebauten Sozialwohnungen die Stadt Hamburg nicht vor finanzielle Schwierigkeiten stellen würde, wurde schon in Kapitel 5.2.2.2 dargelegt.

Wegen relativ geringer Neubauraten, auch bei einem erweiterten Wohnungsbauprogramm, und der nicht sehr großen Unterschiede zwischen dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von echten Niedrigenergiehäusern und Passivhäusern ist die durch diesen Vorschlag zu erwartende CO<sub>2</sub>-Minderung im Vergleich zum Potenzial bei der Gebäudesanierung allerdings nicht besonders groß (vgl. die Bilder 7 und 9).

Größer wären die CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale von Neubauten, wenn Regelungen oder Anreize eingeführt würden, mit denen ein Anstieg des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Neubauten generell verhindert würde (vgl. Bild 7). Mit dem im Kasten erläuterten Vorschlag für „CO<sub>2</sub>-neutrale Neubauten“ wird bei der hier vorgenommenen CO<sub>2</sub>-Bilanzierung allerdings noch nicht gerechnet.<sup>52</sup>

### CO<sub>2</sub>-neutrale Neubauten

Neubauten, die an die Stelle von energetisch unzureichenden Altbauten treten, erhöhen den gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoß meist nicht, auch wenn die beheizte Nutzfläche dabei insgesamt deutlich wächst. Für einen Neubau, der keinen Altbau ersetzt, könnte eine **Kompensationsabgabe** eingeführt werden, die sich am zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Neubaus orientiert. Solche Abgaben könnten unmittelbar der energetischen Altbausanierungs-Förderung zugeführt werden. Auf diese Weise könnte bereits jetzt eine besondere Art von „Null-CO<sub>2</sub>-Neubauten“ in der Breite realisiert werden. Sie wäre besser als die, die die EU erst in zehn Jahren vorsieht. Selbstverständlich dürfte diese Regelung nicht starr auf die neuen Mehrfamilien-Wohnhäuser angewendet werden, die in den nächsten Jahren errichtet werden müssen, um den Wohnungsmangel in Hamburg zu beheben. Es wäre eine Sozialklausel notwendig.

Neue Gebäude, die in Baulücken errichtet werden und bündig an vorhandene Nachbargebäude anschließen, verhindern den bisherigen Wärmestrom aus den Anschlussflächen dieser Nachbargebäude. Dieser erwünschte Effekt sollte bei der Ermittlung der Abgaben Berücksichtigung finden und damit Anreize zur Schließung von Baulücken geben.

<sup>51</sup> Absenkung der Anforderungen in Bild 8 ähnlich der beim Übergang von der EnEV 2007 (bzw. EnEV 2002) zur EnEV 2009

<sup>52</sup> Ein ähnlicher Vorschlag ist als Punkt 3 eines „Energie-Knigge“ für die wachsende Stadt schon in [Sandrock 06] enthalten: zusätzlichen Bedarf kompensieren: „je neu gebauter Wohnung ist eine Wohnung im Bestand zu sanieren“.

### **Gebäudesanierung:**

Über unzureichende Sanierungsraten, den „Sanierungsstau“, wird seit Jahrzehnten geklagt. Die Hemmnisse, die energetische Sanierungen verhindern oder deren Ergebnisse beeinträchtigen, sind immer wieder beschrieben worden und unter Fachleuten weitgehend bekannt ([Pehnt 09b], S. 125 ff.).

Mit einfachen ad-hoc-Vorschlägen eindimensionaler Art zur Verbesserung der Situation kommt man hier nicht voran. Zudem ist es wenig wahrscheinlich, dass die staatlichen Fördermittel auf eine Höhe angehoben werden können, die eine ausreichende Anzahl von energetischen Sanierungen auslöst.

Die Verantwortlichen müssten daher endlich zur Kenntnis nehmen

- a) dass der Gebäudebestand sehr vielfältig ist und sich schlecht mit Hilfe weniger Gebäudetypen ausreichend beschreiben lässt, zumal auch bereits erfolgte Sanierungen berücksichtigt werden müssen,
- b) dass – abgesehen von Gebäuden im öffentlichen Besitz oder im Besitz von großen Wohnungsgesellschaften – Entscheidungen über den Umfang und den Zeitpunkt von Sanierungen von privaten Gebäudebesitzern getroffen werden, die keine Sanierungs- und Finanzierungs-Experten sind,
- c) dass die gesetzlichen Vorschriften für die Energieeinsparung umso komplizierter werden mussten, je mehr – verständlicherweise - versucht wurde, die Situation aller Gebäudearten unter Berücksichtigung aller Energieversorgungs-Varianten hinreichend genau zu modellieren,
- d) dass die Möglichkeiten Fördergelder zu erhalten so vielfältig sind, sich so rasch verändern und neuerdings durch Kürzung der öffentlichen Finanzmittel auch weniger verlässlich sind, dass nur Spezialisten einen sicheren Überblick behalten können.<sup>53</sup>

Solange darauf nur damit reagiert wird, dass die gesetzlichen Vorschriften weiter verfeinert oder noch mehr Informationsbroschüren angeboten werden, darf es nicht verwundern, wenn viele potenzielle Akteure sich für weiteres Abwarten entscheiden.

Es nehmen daher allmählich die Stimmen zu, die eine wesentlich andere Herangehensweise vorschlagen. Thomas Kwapich von der Deutschen Energieagentur (dena) fordert eine Anlaufstelle, die „alle Akteure koordiniert, die Qualität ihrer Arbeit garantiert und die Ansprüche der Kunden ins Zentrum stellt“ ([Kwapich 10]). Je weniger Aufwand Immobilieneigner hätten, desto sanierungswilliger seien sie. Veit Bürger vom Ökoinstitut schlägt eine **integrierte Sanierung ganzer Stadtquartiere** vor ([Bürger 08]). Im Dezember 2010 forderte das EU-Parlament Pläne zur Renovierung ganzer Wohngebiete sowie die Bereitstellung finanzieller Anreize.

Wie aus der zweiten Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts [FHH 09a] hervorgeht, denkt Hamburg über die Entwicklung von **Prioritätsgebieten für die energetische Modernisierung des Wohnungsbestands** nach.

---

<sup>53</sup> Ende 2010 gab es 5600 Förderprogramme von Bund, Ländern, Kreisen, Kommunen und Energieversorgern.

### **Kommunal moderierte Sanierung ganzer Stadtquartiere**

Von der Stadt Hamburg werden bei diesem Konzept Quartiere oder Siedlungen, in denen sich viele Gebäude nahe am Ende ihres Sanierungszyklus befinden und in denen die Bebauungsdichte erhöht ist, für bevorzugte integrierte energetische Sanierungen ausgewählt.

Den Eigentümern in diesen Quartieren oder Siedlungen werden besonders attraktive Sanierungskonditionen angeboten, die nur unter der Voraussetzung gelten, dass sie sich innerhalb eines festen Zeitraums (z. B. zwei Jahre) an koordinierten Sanierungen beteiligen. Zahlreiche, individuell zugeschnittene Beratungs- und Hilfsangebote zielen darauf ab, die verschiedenen bekannten "Hemmnisse" abzubauen.

Der Schwerpunkt der eingesetzten öffentlichen Mittel wird dabei verschoben vom Anreiz auf die Beratung: Während öffentliche Mittel gegenwärtig vorzugsweise der Realisierung eines höheren energetischen Standards als des vorgeschriebenen dienen, sollten die gleichen öffentlichen Gelder in Zukunft vor allem dafür aufgewendet werden, planerische Vorleistungen zu erbringen, um die Gebäudesituation zu analysieren, um Finanzierungs-Hemmnisse und Informationsdefizite zu beheben und die Ausführungsqualität zu sichern und zu steigern. Durch planmäßige Sanierungsberatungen einschließlich Wirtschaftlichkeitsabschätzungen und Förderberatungen wird die Teilnahmebereitschaft erhöht, Unsicherheiten werden abgemildert und soziale Härten vermieden. Begleitend zur Sanierung sorgen geförderte Qualitätsprüfungen dafür, dass hohe CO<sub>2</sub>-Minderungen erreicht werden.

Die Sanierungskosten pro Wohneinheit können gesenkt werden durch gemeinsame Baustelleneinrichtungen, durch größere Sanierungsflächen und durch langfristige Aufträge an Baufirmen, die daraufhin preisgünstigere Angebote machen können.

Es wird nicht mehr darauf gewartet, dass Eigentümer sich irgendwann aus eigenem Antrieb mit der Sanierung ihres Gebäudes beschäftigen. Vielmehr werden die Eigentümer von Experten-Teams – Energieberatern, Finanzierungsberatern, lokalen Handwerkern, Schornsteinfegern, Vertretern von Mietervereinen und Sozialverbänden - angesprochen, die Vertrauen erweckend, offensichtlich kompetent und nicht einseitig interessengeleitet sind und die von einer staatlichen Sanierungsagentur zusammengestellt und vorbereitet wurden.

Letztendlich könnte so die Sanierungsrate planmäßig stark erhöht und die Sanierungseffizienz ganz erheblich gesteigert werden. Begrenzungen ergeben sich durch den Finanzierungsaufwand, durch die Kapazitäten der Bauwirtschaft und durch die Verfügbarkeit von Energieberatern und Qualitätsprüfern.

Neben wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Belangen können die stadtentwicklungspolitischen Aspekte der Quartiersentwicklung und der Wohnungsmarktentwicklung berücksichtigt werden. Vom BMVBS wird die Weiterentwicklung integrierter Stadtteilentwicklungskonzepte unter Einbeziehung energetischer Aspekte gefördert.

Es wird richtig festgestellt

„Eine quartiersbezogene Herangehensweise ist einerseits wegen der Energieeffizienz, andererseits aber auch aus Kosten- und Finanzierungsgründen erwägenswert. Darüber hinaus könnte ein Zusammenführen von Fördermitteln sowie eine gebündelte Vorgehensweise die Möglichkeiten, die erforderliche Überzeugungsarbeit zu leisten und Koordinierungsaufgaben im Quartier wahrzunehmen (z. B. zwischen Einzeleigentümern, Genossenschaften, öffentlichen Einrichtungen etc.) vielleicht erhöhen.“

Allerdings soll diese Idee nur in Rahmen der ebenfalls in [FHH 09a] vorgeschlagenen **Klima-Modellquartiere** weiterverfolgt werden. Eine Beschränkung auf das Modellhafte und die Ausweisung als „mittelfristig“ greifen aber zu kurz. Denn in Hamburg bestehen gute Voraussetzungen dafür, in relativ kurzer Zeit energetische Quartiersanierungen mit zahlreichen Synergien in viel größerem Umfang auf den Weg zu bringen. Für die Stadt Hamburg müssten sich dabei keine erheblichen zusätzlichen Finanzaufwendungen ergeben. Denn der Einsatz von Beratern unterschiedlicher Sparten dürfte sich über Steuer-Rückflüsse weitgehend selbst finanzieren. Notwendig wäre lediglich die Auswahl geeigneter Sanierungsgebiete unter Nutzung des im Basisgutachten vorgeschlagenen hochauflösenden Wärmekatasters und die Zusammenstellung und Schulung von Sanierungsberatungs-Teams, am besten mit Hilfe einer eigenen städtischen Sanierungsagentur.

Hamburg sollte damit stärker in die direkte Vermittlung von know-how und in Beratungsarbeit investieren. Dafür können möglicherweise Finanzmittel bei der direkten Bezuschussung von Sanierungsleistungen eingespart werden.

Auch ohne ein Gesetz zur „Zwangssanierung“ könnte auf diese Weise eine erhebliche Erhöhung der Sanierungsraten verwirklicht werden. Bei einer systematischen Vorgehensweise sollte sich so die jährliche Sanierungsrate auf mindestens 4 % erhöhen lassen. Gleichzeitig könnte eine bessere Sanierungsqualität und Sanierungstiefe erreicht werden. Für die Bewohner der betroffenen Gebäude könnte die Sanierung rücksichtsvoller und schonender ablaufen.

Da eine gewisse Anlaufzeit in Rechnung gestellt werden muss, könnten sich so 0,25 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr bis 2020 zusätzlich einsparen lassen.

### **Nichtwohngebäude:**

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Nichtwohngebäuden ist bezogen auf die Nutzfläche im Allgemeinen wesentlich größer als derjenige von Wohngebäuden.

Für die Novellierung des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes und der Hamburgischen Klimaschutzverordnung soll laut [FHH 09a] geprüft werden, ob und inwieweit Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Einsparung für typische gewerbliche Nutzungen in Gewerbe- und Industriegebieten im Rahmen von anlassbezogenen Sanierungen möglich sind oder ob und inwieweit hierfür nicht-anlassbezogene, verpflichtende Sanierungen notwendig sind.

Da Ergebnisse aus diesen Prüfungen noch nicht bekannt sind, wird dieser Punkt nicht in die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung eingerechnet.

### **7.2.2 Versorgung mit Wärme**

#### **Fernwärme:**

Die im Basisgutachten vorgeschlagene Umstellung der Fernwärmeversorgung auf CO<sub>2</sub>-arme Wärme mit dem Einsatz hocheffizienter Gasheizkraftwerke als Zwischenschritt bis 2020 ist bereits sehr ehrgeizig. Daher wird hier zunächst keine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Einsparmöglichkeit angenommen.

#### **Solarthermie:**

Die Einführung eines Erneuerbare-Wärme-Gesetzes analog zum Baden-Württembergischen EWärmeG könnte rasch erfolgen. Dieses Gesetz sollte nicht nur für Wohngebäude, sondern auch für Nichtwohngebäude Pflichten zur Verwendung erneuerbarer Wärme vorschreiben. In Kombination mit einer intensiven und kompetenten Beratung und der vorgeschlagenen Quartiersanierung könnte der Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Einsparung deutlich gesteigert werden.

Wie im Basisgutachten werden unter diesem Punkt auch andere Beiträge für Erneuerbare Wärme als die von Solarkollektoren subsumiert. Die Erhöhung des bilanzierten CO<sub>2</sub>-Minderungsbeitrages in Tabelle 5 ist äquivalent zur zusätzlichen Installation von 0,6 Mio. m<sup>2</sup> Solarkollektoren bis 2020. Hervorzuheben ist, dass diese Beiträge zur CO<sub>2</sub>-Einsparung bei Bestandsbauten sich voll CO<sub>2</sub>-mindernd auswirken und nicht wie bei Neubauten in der EnEV 2009 „verrechnet“ werden.

### **7.3 Mobilität in Hamburg**

Um die CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen durch den Umstieg vom PKW auf den ÖPNV zu verstärken, dürfte es nötig sein, auch weniger populäre Maßnahmen umzusetzen wie verstärkte Parkraumbeschränkung, deutliche Ausweitung von Geschwindigkeitsbeschränkungen, Einführung einer Umweltzone und Erhebung einer City-Maut wie in London. Die Erfolgsaussichten von solchen Maßnahmen lassen sich schwer voraussagen. Die in Tabelle 5 vorgenommenen Erhöhungen sind also mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Für die im Basisgutachten vorgesehene stärkere Verlagerung von Güterverkehr von der Straße auf die Schiene nimmt die Hafententwicklung eine Schlüsselfunktion ein. Stichworte: Nationales Hafenkonzzept, Arbeitsteilung zwischen den Seehäfen an der deutschen Nordseeküste und Hinterlandverkehre ([UBA 09c]). Mit einer zusätzlichen kurzfristig wirkenden CO<sub>2</sub>-Minderung ist hier kaum zu rechnen.

### **7.4 Prozesswärme in Hamburg**

Durch verstärkte Beratung, stärkere Abwärmenutzung, für die auch Anreize geschaffen werden sollten, und die Einführung von „Lernenden Energie-Effizienz-Netzwerken“ [Jochem 08] (auch als "Klimatische" oder "Energieeffizienz-Tische" bezeichnet) sollte sich die CO<sub>2</sub>-Minderung im Bereich der Prozesswärme weiter voranbringen lassen. Bei diesen Netzwerken handelt sich um eine organisatorische Maßnahme in Form moderierter Unternehmensnetzwerke. Ziel der Netzwerke ist es, die Energieeffizienz in den teilnehmenden Unternehmen deutlich zu steigern, um so die Energiekostensteigerung zu dämpfen und die CO<sub>2</sub>-Belastung für die Umwelt zu senken. In der Schweiz und in Süddeutschland wurden damit sehr gute Erfolge erzielt. Eine genaue Vorhersage ist in diesem Anwendungsgebiet nicht möglich.

## 7.5 Gesamtbilanz und Schlussfolgerungen

Die CO<sub>2</sub>-Minderungen in Tabelle 5 auf Grund von forcierten zusätzlichen Maßnahmen in Hamburg ergeben aufaddiert nur eine gesamte zusätzliche CO<sub>2</sub>-Einsparung von 2,1 Mio. Tonnen im Jahr.

In der Gesamtbilanz sind die sektoriellen jährlichen CO<sub>2</sub>-Minderungen hierbei:

- im Stromsektor weitere 0,3 Mio. t CO<sub>2</sub>,
- im Wärmesektor 1,2 Mio. t CO<sub>2</sub> und
- im Verkehrssektor 0,6 Mio. t CO<sub>2</sub>.

Der notwendige Wert von 2,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr (Tabelle 4) wird bei weitem nicht erreicht. Hinzu kommt, dass die Erfolgsaussichten für das Erreichen einiger Werte in der rechten Spalte von Tabelle 5 nicht besonders groß sind.

Anwendung	zusätzliche CO <sub>2</sub> -Minderung in Mio. t pro Jahr	
	nach Hauptgutachten, Tab. 12	mit realistischen Randbedingungen
Stromverbrauch	0,14	0,25
grüner Strom	0,25	0,06
Heizung und Warmwasser	0,24	0,50
Fernwärme	0,43	0,43
Solarthermie und Wärmepumpen	0,06	0,08
Prozesswärme	0,12	0,18
PKW	0,26	0,4
LKW	0,12	0,2
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>1,6</b>	<b>2,1</b>

**Tabelle 5:** CO<sub>2</sub>-Minderungen durch die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination entsprechend Tabelle 12 (Bild 11) (links) und durch die in dieser Stellungnahme ermittelten Werte für einen Versuch, die realistische CO<sub>2</sub>-Lücke zu schließen (rechts).

Die beabsichtigte jährliche Absenkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 2,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> bis 2020 hätte daher zusätzliche Maßnahmen der folgenden Art zur Voraussetzung:

- Die Umstellung auf eine CO<sub>2</sub>-arme Fernwärme wird nicht mit der Übergangslösung des Ersatzes von Kohle durch Erdgas in hocheffizienten Gasheizkraftwerken vorgenommen, sondern es wird sofort auf eine komplett erneuerbare Versorgung (Kraft-Wärme-Kopplung mit Biomasse) gesetzt.
- Durch Quartiersanierungen in viel größerem Umfang werden jährlich 8 % des Hamburger Gebäudebestands energetisch saniert.

(c) Im Bereich Gebäudeheizung wird eine systematische Politik „weg vom Öl“ bei Ersatz durch Gas, Fernwärme, Wärmepumpen und erneuerbare Wärmeträger betrieben.

Durch (a) oder durch (b) würde sich der Summenwert in Tabelle 5, rechts unten, auf fast 2,5 Mio. t CO<sub>2</sub> erhöhen,<sup>54</sup> mit Hilfe von (c) wäre der gewünschte Endwert von 2,7 Mio. t CO<sub>2</sub> jährlich erreichbar. Da die Werte in der rechten Spalte von Tabelle 5 beträchtliche Unsicherheiten enthalten, wäre aber genau genommen über diesen Endwert hinauszugehen.

Gegen (a) sprechen die im Basisgutachten aufgeführten Argumente. (b) würde sich in diesem Umfang allenfalls erst nach einigen Jahren Anlaufzeit durchführen lassen. Außerdem würden sich vermutlich nach einiger Zeit nicht mehr genug Quartiere, für die ohnehin ein Sanierungszyklus ansteht, finden lassen. Zu (c) liegen keine Erfahrungen vor.

Bei der Reduktion der klimaschädigenden Treibhausgase müssen Bund, Länder und Kommunen am gleichen Ziel orientiert zusammenarbeiten. Wenn die Bundesregierung in ihrem Kompetenzbereich nicht nachdrücklich und konsequent genug handelt, kann dies durch ein Bundesland wie Hamburg innerhalb seiner Landesgrenzen kaum kompensiert werden.

Daher ergibt sich folgendes **Resümee**:

Auf sich allein gestellt kann Hamburg sein Klimaschutzziel für 2020 auch bei forcierten Klimaschutzmaßnahmen voraussichtlich nicht vollständig erreichen. Hamburg muss sich daher zusätzlich, beispielsweise durch Bundesratsinitiativen, darum bemühen, dass die von der Bundesregierung gesetzten Rahmenbedingungen für CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Hamburg erheblich günstiger werden. Dem Bundesgesetzgeber stehen dafür viele Möglichkeiten zur Verfügung.

Bei diesem Ergebnis handelt es sich nicht um eine Besonderheit Hamburgs. Auch die Stadt Münster, eine der aktivsten Klimaschutzstädte Deutschlands, möchte ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 um 40 % gegenüber 1990 reduzieren. Ein vom ifeu-Institut ausgearbeitetes „Klimaschutzkonzept Münster“ kommt zu dem Schluss:

„Als Fazit lässt sich festhalten, dass ein großer Beitrag zur Zielerreichung aus kommunaler Kraft kommen kann, das 40%-Ziel jedoch allein mit „kommunalem Motor“ nicht zu erreichen ist. Ein Maßnahmenbündel „AkteurePlus“ ist zusätzlich nötig. Hierzu zählen Maßnahmen auf höheren politischen Ebenen sowie die Aktivität aller Münsteraner.“ ([Duscha 09])

In dieser Studie wird darauf hingewiesen, dass auch die Bundesregierung das Ziel einer 40%igen CO<sub>2</sub>-Minderung unter die Prämisse gesetzt hat, dass auf EU-Ebene die Klimaschutz-Zielsetzung (und entsprechende Maßnahmen) ebenfalls sehr anspruchsvoll ausfällt.

---

<sup>54</sup> (a) entsprechend Seite 73 im Hauptgutachten

## 8. Übergang zu einem erneuerbaren Energiesystem im Zeitraum von 2020 bis 2050

### 8.1 Vorschläge des Basisgutachtens zur Energieversorgung nach 2020

Mit welchen Maßnahmen und Instrumenten kann Hamburg seine selbst gesteckten Ziele bis 2020 **und darüber hinaus** erreichen? Eine Klärung dieser Frage wurde vom *Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg* erwartet.

Im Basisgutachten wird festgestellt, dass auch in den Jahren nach 2020 der Gebäude- und der Verkehrssektor die wichtigsten Handlungsfelder für den Klimaschutz in Hamburg bleiben. Eine von vielen möglichen Maßnahmenkombinationen, mit der im Jahr 2050 die bilanzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen Hamburgs um 80 % gegenüber 1990 abgesenkt werden sollen, wird im Basisgutachten in Tabelle 13 und Abbildung 31 vorgestellt. Es wird erwartet, dass die Stromerzeugung im Jahr 2050 fast vollständig CO<sub>2</sub>-frei ist. Auch die Fernwärme soll 2050 fast CO<sub>2</sub>-frei geliefert werden. Der Energiebedarf für Heizwärme und Warmwasser soll um 65 % kleiner sein als 2006. In der „Fortschreibung 2010“ zum Hamburger Klimaschutzkonzept ([FHH 11], S. 7) wird hervorgehoben: „Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung in Hamburg bis zum Jahr 2050 praktisch CO<sub>2</sub>-frei erfolgen müssen.“ Ähnliche Energieeinsparungen sind für den Verkehr vorgesehen. Der Prozesswärmebedarf soll um 30 % abnehmen.

Die „Leitstudie 2010“ ([Nitsch 11]) sieht für Raumwärme einen weniger anspruchsvollen Zielwert vor als das Basisgutachten. Sie rechnet für das Jahr 2050 in Deutschland mit einer Reduktion des mittleren spezifischen Raumwärmeverbrauchs auf etwas mehr als die Hälfte des heutigen Durchschnittswerts. Gleichzeitig sollen die deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2050 um 85 % niedriger sein als 1990.

In der „Fortschreibung 2010“ zum Hamburger Klimaschutzkonzept [FHH 11] wird betont, dass es im Gebäudesektor nicht nur um Energieeinsparung geht sondern auch um den Umstieg auf regenerative Energien: „Unter anderem wird in der anstehenden Debatte das Verhältnis zwischen der Steigerung der Energieeffizienz durch Gebäudedämmung auf der einen und der Deckung von Energiebedarfen durch regenerative Energien oder verbesserte Heizungstechnik auf der anderen Seite zu klären sein.“ Unter den Gesichtspunkten Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit ist es in der Tat von großer Bedeutung, neben der bindend vorgegebenen CO<sub>2</sub>-Minderung eine optimale Balance zwischen Energieeinsparung und Energieerzeugung anzusteuern.

Entsprechend den Handlungsmöglichkeiten Hamburgs beschäftigt sich das Basisgutachten vorrangig mit **Effizienzmaßnahmen** in den Bereichen Strom, Prozesswärme und vor allem Raumwärme sowie mit dem Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs und der Verringerung des motorisierten Individualverkehrs. Abgesehen vom Fernwärmebereich enthält es nur knappe Hinweise darauf, wie Hamburg die **Bereitstellung der benötigten Energie** beeinflussen kann und sollte.

Wegen der langen Lebensdauer von Gebäuden sollte besonders für den Sektor Wärme frühzeitig festgestellt werden, welche Eigenschaften des künftigen regenerativen Energiesystems sich bereits abzeichnen. Nicht nur bei Neubauprojekten sondern auch bei vielen Gebäudesanierungen stehen Entscheidungen darüber an, welche Art der Energieversorgung zukunftsfähig ist und in welchem Umfang erneuerbare Energien eingesetzt werden sollen.

Für die Entwicklung des Hamburger **Fernwärmesystems** wird im Basisgutachten eine klare und überzeugende Perspektive vorgeschlagen. Für den größeren Bereich von Gebäuden, die nicht mit Fernwärme versorgt werden, bleiben im Basisgutachten viele Fragen offen. Im Kapitel „3.2.2 Nachhaltige Bereitstellung des Restwärmebedarfs in Gebäuden“ wird über den Einsatz von „kostenfreiem“ Strom aus Überschüssen regenerativer Energieanlagen spekuliert, mit dem mittels Wärmepumpen Wärme erzeugt und vorübergehend gespeichert werden könnte. Dies wird gleich wieder relativiert mit dem Hinweis darauf, dass überschüssiger Strom und Bedarf an Heizstrom zeitlich schlecht korreliert seien.

Für die nicht-strombasierte Wärmeerzeugung bedarf es laut Basisgutachten einer Grundsatzentscheidung darüber, ob die Wärme dezentral, d.h. für das einzelne Gebäude oder zentral also mit Hilfe von Nah- und Fernwärmesystemen bereitgestellt werden soll. Unter Bevorzugung einer Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energiequellen soll in Feldversuchen auf der Basis von Quartieren oder Stadtteilen erprobt werden, unter welchen Bedingungen dies besser zentral oder dezentral erfolgen sollte (ähnlich in Kapitel „5.2.3.4 Planung der künftigen Wärmeversorgungsstruktur in Hamburg“).

Die „Schlussfolgerungen für Hamburg“ lassen erhebliche Unsicherheiten erkennen: „Auf der Basis der heute vorliegenden Erkenntnisse und Erfahrungen kann noch keine Grundsatzentscheidung zwischen dezentraler und zentraler Wärmeversorgung getroffen werden. Mit einiger Wahrscheinlichkeit wird man feststellen, dass die Wahl des optimalen Systems von den lokalen Gegebenheiten abhängt. Die verschiedenen Optionen sollten daher in den nächsten Jahren näher erforscht und in Systemen hinreichender Größe (Stadtquartiere oder Stadtteile) praktisch erprobt werden. Erst wenn diese erfolgt ist, kann eine Festlegung in der Breite erfolgen.“

Abgesehen von der Frage, inwiefern und mit welchen Folgen Hamburg überhaupt eine „Festlegung in der Breite“ treffen kann, wäre es eher angebracht, die umfangreichen und oft gut dokumentierten Erfahrungsberichte aus anderen großen Städten auszuwerten, statt erst in den nächsten Jahren Optionen näher zu erforschen und praktisch zu erproben. Am Ende des Basisgutachtens wird nämlich festgestellt: „Besonders wichtig ist es hier, durch einen frühzeitigen Start der Sanierung auf sehr gute energetische Niveaus langfristig rund drei Viertel des Energiebedarfs einsparen zu können.“ Dieser frühzeitige Start sollte nicht aufgeschoben zu werden.

## **8.2 Der Sektor Strom und die anderen Verbrauchssektoren**

Bei der Versorgung mit Strom und mit Treib- und Brennstoffen ist Hamburg in übergeordnete Systeme eingebunden und muss sich weitgehend an deren Entwicklung orientieren. In jüngster Zeit ist in zahlreichen Studien untersucht worden, wie in Deutschland die Umstellung auf eine nahezu CO<sub>2</sub>-freie Stromversorgung und - allgemeiner - auf eine weitgehend CO<sub>2</sub>-freie Energieversorgung bis zum Jahr 2050 vor sich gehen kann. Kennwerte aus einigen dieser Studien enthält Tabelle 6.<sup>55</sup>

Für den Masterplan interessiert, welche dieser Jahr-2050-Szenarien der Interessenlage Hamburgs am ehesten entspricht, wie rechtzeitig auf die Entwicklung des deutschen Energiesys-

---

<sup>55</sup> Einen umfangreicheren Überblick gibt ein Hintergrundpapier der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler [VDW 11].

tems Einfluss genommen werden kann, wie Blockaden und Fehlinvestitionen bei der Umstellung auf erneuerbare Energien vermieden werden können und wie dabei die Versorgungssicherheit mit Energie gewährleistet wird.

Eine gründliche Befassung mit Energieversorgungs-Strukturen, die sich für das Jahr 2050 abzeichnen, kann wichtige Orientierungshilfen für Entscheidungen liefern, die in nächster Zeit zu treffen sind. Zumindest sollte der Masterplan Klimaschutz für Hamburg Entwicklungsbereiche und Forschungsthemen benennen, deren Förderung durch Hamburg besonders wichtig und viel versprechend ist.

Aus der Sicht einer Metropole wie Hamburg mit einem umfangreichen Gebäudebestand und einem erheblichen Industriesektor fallen in den meisten der bisherigen Jahr-2050-Studien folgende **Mängel** besonders auf:

- Viele von ihnen konzentrieren sich zu sehr auf die Versorgung mit Strom,
- sie unterschätzen den zukünftigen Wärmebedarf im Gebäudesektor und
- sie berücksichtigen den jahreszeitlichen Verlauf des Energiebedarfs nicht ausreichend.

In [VDW 11] wird dies unterstrichen: „Hinzu kommt, dass bei einer Stromangebot fokussierten Betrachtung der **Wärmemarkt** (z.B. die beschleunigte energetische Sanierung des Gebäudebestandes) und der **Verkehr** (z.B. der ökologische Umbau in Richtung auf nachhaltige Mobilität für Personen und Güter) als eher zweitrangig behandelt werden, obwohl – oder besser weil – der ökologische Strukturwandel zu mehr Klima- und Ressourcenschutz hier eher komplizierter und langwieriger ist als auf dem Strommarkt.“<sup>56</sup>

		Leitstudie 2010 (Basisszenario 2010A)	Energie- szenarien [BMWi 10]	SRU (Szenario 2.1.a) [SRU 11]	UBA (Szenario „Regionenverbund“)	
					Brennstoffe	Strom
Endenergie für Raumwärme in TWh <sub>th</sub> /a	2008	740	535 *		749	32
	2050	358	229 *		0	39
Photovoltaik Leistung in GW		65	39	41	120	
Wind onshore Leistung in GW		40	36	40	60	
Wind offshore Leistung in GW		39	17	73	45	
Stromerzeugung ** von PV und Wind in TWh <sub>el</sub> /a		325	195	447	452	

\* nur für die privaten Haushalte \*\* Mit langfristigen Volllaststundenäquivalenten nach Abb. 4-23 von [SRU 11]

**Tabelle 6:** Endenergie für Raumwärme 2008 und 2050 und installierte Leistungen der Photovoltaik- und Windenergie-Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarem Strom im Jahr 2050 in verschiedenen Jahr-2050-Studien.

<sup>56</sup> Zur Unterschätzung des Wärmemarktes Ähnliches in [Nitsch 08], S. 91.

Es ist instruktiv, die Konsequenzen am Beispiel des kürzlich vorgelegten **Sondergutachtens des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU)** [SRU 11] zu betrachten. Diese Studie untersucht eine vollständig erneuerbare Stromversorgung im Zieljahr 2050. Bei ausdrücklicher Beschränkung auf den Sektor **Strom** entsprechend dem Titel „Wege zu 100% erneuerbarer Stromversorgung“ werden aus den Ergebnissen der über 600 Seiten langen, materialreichen und aufwändigen Studie sehr konkrete Forderungen an die künftige Förderung der unterschiedlichen Arten von regenerativen Energieerzeugungs-Anlagen hergeleitet und Restriktionen gefordert und öffentlichkeitswirksam propagiert, die weit reichende Folgen haben. Problematisch ist dabei, dass die zunehmende Verschränkung der Energie-Sektoren Strom, Wärme und Kraftstoff nur nebenbei thematisiert wird und dass der ausgeprägte jahreszeitliche Verlauf des Wärmebedarfs, der zweifelsohne Auswirkungen auf die Langzeitspeicherung von Energie haben muss, ignoriert wird.

Das Sondergutachten des SRU nimmt als konservativ bezeichnete Obergrenzen der Elektrizitätsnachfrage in Deutschland von 500 TWh/a bzw. von 700 TWh/a an. 500 TWh/a entspricht etwa dem gegenwärtigen Strombedarf, durch den nur kleine Anteile der Sektoren Wärme und Mobilität abgedeckt werden. Für jeweils vier verschiedene Szenarien wird mit Hilfe sehr detaillierter Berechnungen gezeigt, dass die nutzbaren Potenziale an erneuerbaren Energien in Deutschland beim notwendigen Ausbau von Netzen und Speichern und bei begrenztem Stromaustausch mit Nachbarländern gestatten, zu jeder Stunde des Jahres die maximal anzunehmende Nachfrage nach **Strom** zu bedienen.

Eine bemerkenswerte Fehleinschätzung der zukünftigen Energiebedarfe in den Sektoren Wärme und Mobilität zeigt das folgende Zitat aus [SRU 11]:

„Unter der Annahme einer ambitionierten Effizienz- und Einsparpolitik könnte selbst eine Strombereitstellung von 500 TWh eine weitestgehende Elektrifizierung des Individualverkehrs, elektrisches Heizen für den Restbedarf nach umfassender energetischer Sanierung des Gebäudebestandes sowie einen deutlich größeren Anteil der Elektrifizierung industrieller Prozesswärme abdecken. Bei geringen Erfolgen im Bereich der Stromeinsparung erlaubt eine Bereitstellung von 700 TWh/a die Abdeckung der durch die zusätzlichen Verwendungen entstehenden Nachfrage.“

Hier wird offensichtlich erwartet, dass der Energiebedarf der Anwendungssektoren Raumwärme, Prozesswärme und Verkehr bis 2050 so weit abgesenkt werden wird, dass er durch mäßige Erhöhung der Stromproduktion weitgehend befriedigt werden kann.

Wesentlich realistischer ist die **Leitstudie 2010**, bei der im Jahr 2050 neben einem Endenergiebetrag für Strom von 680 TWh<sub>el</sub>/a noch ein Endenergiebetrag für Wärme von etwa 800 TWh<sub>th</sub>/a aufzuwenden ist (Bild 19), wovon etwa ein Drittel mit Hilfe von strombetriebenen Wärmepumpen bereitgestellt werden soll. Für Raumwärme werden noch 358 TWh<sub>th</sub>/a angenommen ([Nitsch 11] Basisszenario 2010 A). Auch im parallel untersuchten Szenario mit 100 % EE-Strom in 2050 (Szenario B 100%-S/H2) wird bei etwa 480 TWh<sub>el</sub>/a für Strom noch ein Endenergiebetrag von etwa 700 TWh<sub>th</sub>/a für Wärme benötigt, wobei 65 % aus erneuerbaren Energiequellen stammen sollen.

Entsprechend dem Basisgutachten entfielen 2006 bei einem Endenergieverbrauch Hamburgs von 48 TWh/a 39 % auf Brennstoffe, rund 10 % auf Fernwärme, 25 % auf Kraftstoffe und nur 24 % auf Strom. Rund drei Viertel des gegenwärtigen Endenergieverbrauchs gehören also in Hamburg zu den Sektoren Wärme und Kraftstoffe. Das unterstreicht die Gefahr von Fehl-

schließen, wenn in Langfristszenarien nur der Bereitstellung von Strom große Aufmerksamkeit geschenkt wird und dabei für die anderen Verbrauchssektoren nur noch unwesentliche Restbedarfe angenommen werden.

### **„Effizienzoptimismus“ im Gebäudebereich**

Passivhäuser, die den künftigen Mindeststandard von Neubauten prägen sollen, werden häufig als „Häuser ohne Heizung“ apostrophiert. „Plusenergiehäuser“ sollen mehr Energie liefern als sie selbst verbrauchen. Bisweilen wird sogar eine durchgehende Sanierung des Gebäudebestands auf Passivhausniveau als wirtschaftlich vertretbar erklärt. Da kann schon der Eindruck entstehen, im Jahr 2050 sei der Bedarf an Raumwärme klein gegen den Umfang des aus regenerativen Quellen produzierten Stroms.

Felduntersuchungen zeigen allerdings, dass bei real existierenden Passivhäusern der gemessene Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser im Winter keineswegs vernachlässigbar klein ist ([Dittmann 10]). Bei mit Photovoltaik-Anlagen bestückten „Plus-Energie-Häusern“ wird zwar Strom erzeugt, allerdings vor allem in der wärmeren Jahreszeit. Ohne eine in der Regel nicht vorgesehene Langzeitspeicherung dieser Energie vor Ort muss in den Wintermonaten ähnlich viel Energie für Raumwärme von außen zugeführt werden wie bei Passivhäusern. Beim neuen Projekt des BMVBS "Mein Haus meine Tankstelle!" soll auch noch ein Elektroauto mit selbst erzeugtem PV-Strom betankt werden. Im Sommer kann das klappen, aber im Winter?

Vor allem aus PR-Gründen und in dem Bestreben, Symbolpolitik mit Leben zu füllen, werden immer neue „Standards“ für energiesparende Gebäude eingeführt, ohne dass am Heizenergiebedarf etwas Grundsätzliches verbessert würde. „Null-Emissions-Häuser“, irreführenderweise auch als „Null-Energie-Häuser“ bezeichnet, sind im besten Fall Passivhäuser, die mit (knappen) biogenen Energieträgern beheizt werden. Die Autoren von [Groß 09] beschäftigen sich seitenlang mit dem Problem, einen solchen „Standard“ vernünftig zu definieren. Am Ende sollen „die Mieter zu einem Vertrag mit einem Anbieter von zertifiziertem grünem Strom bewegt werden, um die mit dem Haushaltsstrom verbundenen Emissionen ebenfalls zu minimieren.“

Seit der Fertigstellung eines experimentellen energieautarken Wohnhauses in Freiburg im Jahr 1990 ist hinreichend klar, dass die Lebenszyklusbilanz eines derartigen Hauses im mitteleuropäischen Klima nicht optimal sein kann, weil für Herstellung und Betrieb insgesamt mehr Energie verbraucht wird, als bei einem Passivhaus, dem von außen Energie zugeführt wird. Unter Fachleuten besteht daher eigentlich ein allgemeiner Konsens, dass energieautarke Wohngebäude nicht vorbildlich sind.

Wie sollen nun aber Nicht-Experten die gar nicht so kleinen Unterschiede zwischen einem „Null-Energie-Haus“ und einem „Energieautarken Haus“ beurteilen können? Die beeindruckenden verbalen Kunststücke beruhen auf einem bilanzierten Primärenergiebedarf, bei dem erneuerbare Energiezufuhr fast nichts zählt und die Bilanzgrenzen phantasievoll gewählt werden. Für eine objektive Beurteilung sollte man besser den Endenergie- und den Heizenergieverbrauch betrachten und den jahreszeitlichen Verlauf nicht übersehen.

### 8.3 Nur noch ein Restwärmebedarf im Jahr 2050?

Das Umweltbundesamt nimmt in einer Studie mit dem Titel „**Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen**“ an, dass der Endenergieverbrauch für Raumwärme in privaten Haushalten von 580 TWh<sub>th</sub>/a im Jahr 2005 auf 31 TWh<sub>el</sub>/a im Jahr 2050 zurückgehen wird, faktisch also etwa um einen Faktor 6! ([UBA 10], Abb. 3-2) Die Werte in Tabelle 6 zeigen Ähnliches. In Tab. 3-1 dieser UBA-Studie wird angemerkt: „2050 werden ausschließlich solarthermisch unterstützte elektrische Wärmepumpen bzw. in Gewerbe, Handel, Dienstleistungen Klimageräte eingesetzt, die, mit entsprechend dimensioniertem Pufferspeicher versehen, als regelbare Verbraucher betrachtet werden können.“

Da verwundert es nicht, wenn die Studie zu folgendem Ergebnis kommt: „So, wie die Potentiale der erneuerbaren Energien in unserem Szenario ausgeschöpft werden, können sie auch den erheblichen zusätzlichen Stromverbrauch für einen starken Ausbau der Elektromobilität, die komplette Bereitstellung von Heizungs- und Warmwasserbedarf mit Wärmepumpen und die Klimatisierung decken. Voraussetzung dafür ist, dass zugleich die vorhandenen Einsparpotentiale beim Stromverbrauch sowie bei der Gebäudedämmung weitgehend erschlossen werden.“

Die angenommene beeindruckende Reduktion der benötigten Raumwärme ist damit erklärbar, dass den Berechnungen des UBA die **technischen** Einsparpotenziale zugrunde gelegt wurden und es nur um die **technische Realisierbarkeit** des Umbaus der Energieversorgung bis 2050 geht.

Auch im **Energiekonzept** der Bundesregierung wird im Jahr 2050 für Raumwärme nur noch ein kleiner „Restwärmebedarf“ erwartet ([Bund 10a]): „Unser zentrales Ziel ist es deshalb, den Wärmebedarf des Gebäudebestandes langfristig mit dem Ziel zu senken, bis 2050 nahezu einen klimaneutralen Gebäudebestand zu haben. Klimaneutral heißt, dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt wird.“ In der Leitstudie 2010 ([Nitsch 11]) wurde deshalb kritisch angeregt, im „Energiekonzept“ die Zielvorgabe einer Minderung des Primärenergiebedarfs in der Größenordnung von 80 % einer ökonomischen Prüfung zu unterziehen.<sup>57</sup>

Als weiteren Beleg für den verbreiteten „Effizienzoptimismus“ ([VDW 11]) bei der Senkung des Heizwärmeverbrauchs ein Zitat aus dem Gutachten „Energieszenarien“, das dem Energiekonzept der Bundesregierung zugrunde liegen soll. Unter der Annahme, dass die Neubaustandards im Sektor GHD denjenigen des Wohngebäudesektors entsprechen werden, wird dort festgestellt ([BMW 10], S. 81): „Aufgrund des schnelleren Gebäudeumschlags führt dies dazu, dass im Dienstleistungssektor in den Zielszenarien in 2050 praktisch keine Raumwärme mehr benötigt wird.“ An höhere Lüftungswärmeverluste und größere Glasflächen bei Nichtwohngebäuden im Vergleich zu Wohngebäuden wird hier offensichtlich nicht gedacht!<sup>58</sup>

---

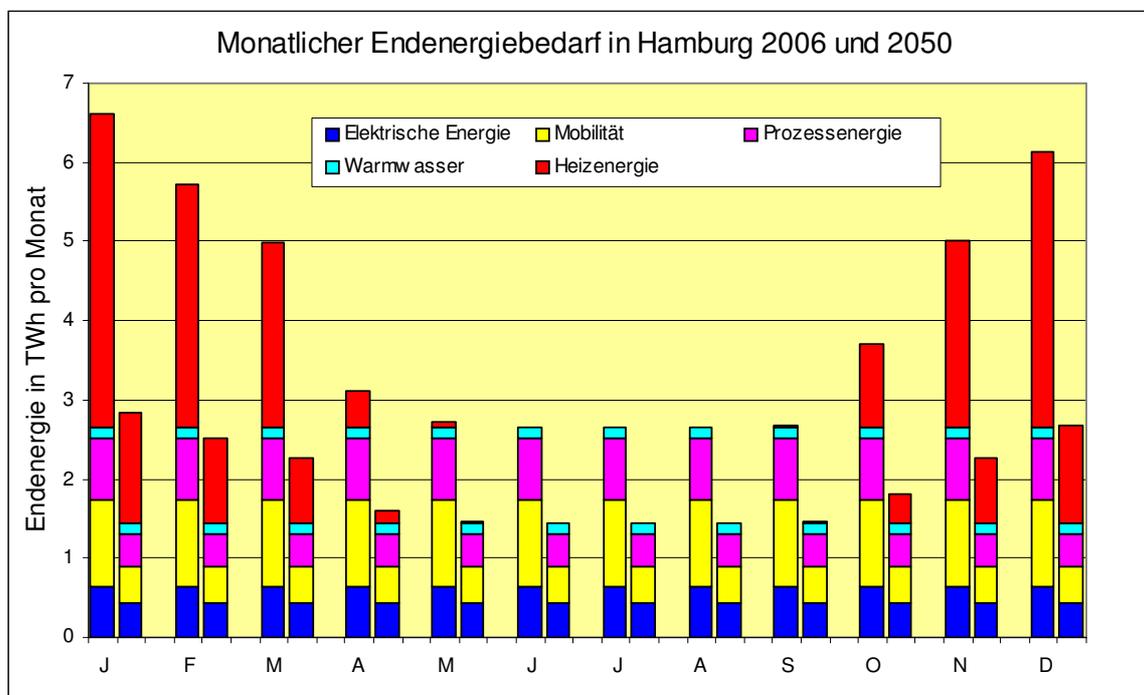
<sup>57</sup> Möglicherweise wird im Energiekonzept an den fossil-nuklearen Primärenergiebedarf gedacht.

<sup>58</sup> Tendenziell ähnlich auch im Basisgutachten im „Kapitel 3.2.2 Nachhaltige Bereitstellung des Restwärmebedarfs in Gebäuden“.

Für verlässliche Prognosen dürfen keinesfalls allein die **technisch möglichen** Verbrauchssenkungen herangezogen werden, sondern es müssen Werte verwendet werden, die unter **ökonomischen und sozialen** Randbedingungen vertretbar sind.

Da in Hamburg bei der gegenwärtigen und der abzusehenden Neubaurate bis 2050 kaum mehr als 25 % der Gebäude als neue Niedrigstenergie-Gebäude ausgeführt sein werden und die Bestandssanierungen unter günstigen Umständen zu Wärmeverbräuchen geführt haben werden, die den Anforderungen an Neubauten nach der EnEV 2009 entsprechen, ist es sicher nicht einfach, bis 2050 im Gebäudesektor Hamburgs auf weniger als die Hälfte des Wärmeverbrauchs des Jahres 2006 zu kommen. Die im Basisgutachten vorgeschlagene Absenkung um 65 % ist prinzipiell erreichbar, stellt aber eine echte Herausforderung dar.

Zum Vergleich: Die in Abb. 2A von [VDW 11] verglichenen Jahr-2050-Studien sehen im Sektor Haushalte für 2050 nur Absenkungen des Energiebedarfs um 40 % bis 56 % gegenüber 1990 vor (Ausnahme: WWF).



**Bild 13** Jahreszeitliche Verläufe des gesamten Endenergiebedarfs in Hamburg in den Jahren 2006 und 2050, orientiert an den Zielwerten des Basisgutachtens

#### 8.4 Der jahreszeitliche Verlauf des Energiebedarfs

Soweit sich das Angebot an fluktuierenden erneuerbaren Energien nicht durch Lastverlagerung und durch weiträumigen Ausgleich von wetterbedingten Erzeugungsschwankungen mit dem jahreszeitlichen Verlauf des Energiebedarfs in Übereinstimmung bringen lässt, müssen gespeicherte Energieträger zur Anpassung an diesen Bedarf eingesetzt werden oder es muss Energie aus dem Ausland eingeführt werden.

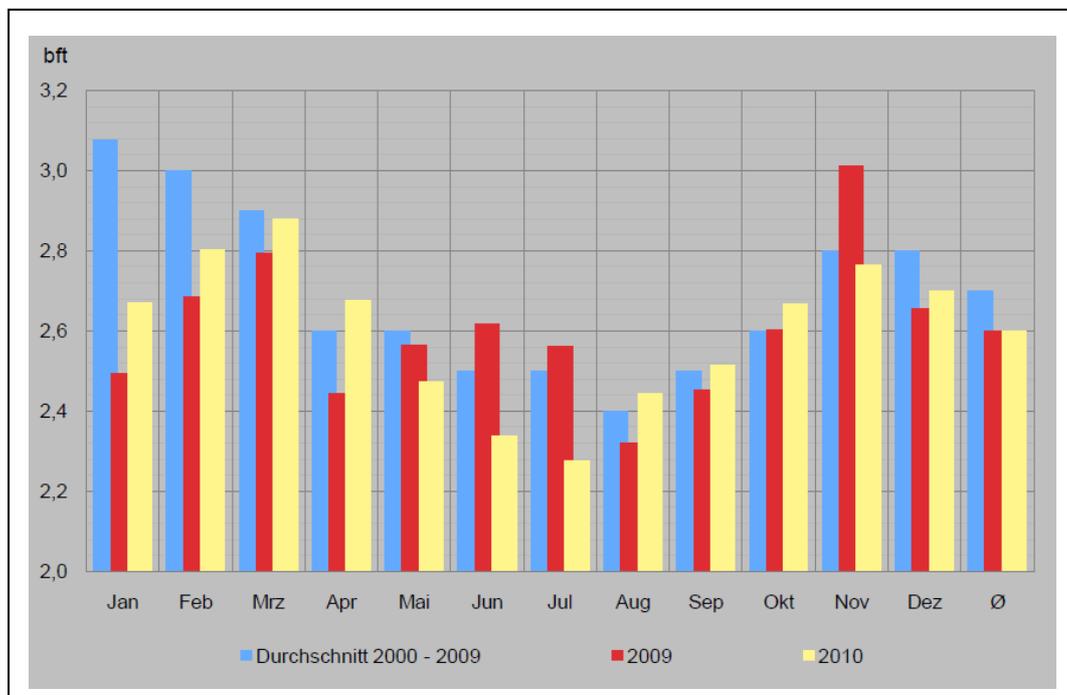
Gegenwärtig ist das kein Problem. In einem regenerativen Energiesystem werden aber eigene Langzeit-Energiespeicher benötigt, die wegen erheblicher Zusatzinvestitionen die Energiekosten in die Höhe treiben werden. Ähnliches gilt für interkontinentale Energienetze.

Langzeit-Energiespeicher werden beispielsweise benötigt

- für Windflauten, die sich über ein oder zwei Wochen erstrecken können,
- für einen saisonalen Ausgleich, wenn Energieangebot und Energiebedarf in ihrem jahreszeitlichen Verlauf schlecht übereinstimmen und
- für einen Ausgleich zwischen verschiedenen Jahren.

Bild 13 zeigt Schätzungen des **jahreszeitlichen Verlaufs** des gesamten Endenergiebedarfs in Hamburg in den Jahren 2006 und 2050. Die verwendeten Werte stammen aus Abbildung 5 und Tabelle 13 des Basisgutachtens. Der jährliche Endenergieverbrauch für Raumwärme wurde nach Erfahrungswerten auf die einzelnen Monate verteilt. Für Mobilität, Prozessenergie und „sonstige elektrische Anwendungen“ sowie für Warmwasser wurden vereinfachend konstante Werte innerhalb des betreffenden Jahres angesetzt, obwohl bekannt ist, dass der Stromverbrauch im Winter etwas höher ist als im Sommer.

Für das Jahr 2050 wurde entsprechend dem Vorschlag des Basisgutachtens für Heizwärme und Warmwasser ein Endenergieverbrauch angenommen, der um 65 % unter dem des Jahres 2006 liegt (Maßnahmenkombination in Tabelle 13). Trotz dieses recht anspruchsvollen Zielwertes ist nach Bild 13 im Jahr 2050 der gesamte Endenergiebedarf im Hochwinter immer noch fast doppelt so groß wie im Hochsommer. Das Verhältnis der Winterwerte zu den Sommerwerten ist im Jahr 2050 nicht viel kleiner als im Jahr 2006, weil auch der Energieverbrauch der anderen Verbrauchssektoren planmäßig abgesenkt wurde.



**Bild 14** Durchschnittliche monatliche Windstärken in Beaufort (bft). (Auswertung aus 41 Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes) (nach [AGEB, 11])

Zu den Endenergieanteilen in Bild 13 gehören sehr unterschiedliche Exergiewerte. Rechnet man überschlägig Bedarfe an Niedertemperaturwärme mit einem Faktor 0,4 in elektrische Energie um, so ergibt sich für das Jahr 2050 im Hochwinter ein Endenergiebedarf, der um gut 40 % höher ist als der Endenergiebedarf im Hochsommer. Beachtet man zusätzlich noch den jahreszeitlichen Verlauf des Verbrauchsektors Strom, so erhält man einen Endenergiebedarf, der im Hochwinter um 50 % bis 60 % höher ist als im Hochsommer.

In vielen Jahr-2050-Studien wird erwartet, dass es wesentlich schneller möglich sein wird, die Erzeugung von **Strom** vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen als den **Heizwärmebedarf** auf ein nachhaltiges Niveau abzusenken. Mindestens zwei Gründe sprechen für diese Erwartung:

1. Ökonomisch ist von Bedeutung, dass energetische Gebäudesanierungen am wirtschaftlichsten sind, wenn sie mit ohnehin notwendigen Sanierungen zusammengelegt werden.
2. Der zwischen 1980 und 2010 gebaute und energetisch sanierte Gebäudebestand besitzt (oft bei weitem) nicht das bei künftigen energetischen Sanierungen angestrebte Energieeinsparniveau. Falls mittelfristig die Preise für erneuerbare Energien so günstig werden, wie von den Leitstudien des BMU prognostiziert wird, so wird eine energetische Verbesserung dieser Gebäude niemals wirtschaftlich werden. Erst wenn sie durch Neubauten ersetzt werden, wird der mit ihnen verbundene Energieverbrauch weiter sinken.

Diese Gesichtspunkte bedeuten, dass in den Jahren vor 2050 der relative winterliche Mehrbedarf an Raumwärme noch beträchtlich größer sein kann als bisher abgeschätzt wurde. Das würde wiederum die Notwendigkeit von übergroßen Speicherkapazitäten oder ein längeres Festhalten an fossil erzeugter Heizwärme nach sich ziehen. Diese Überlegung unterstreicht die ökonomische und umweltpolitische Bedeutung eines umfangreichen Einsatzes erneuerbarer Wärme und von zügig und effizient vorgenommenen Gebäudesanierungen.

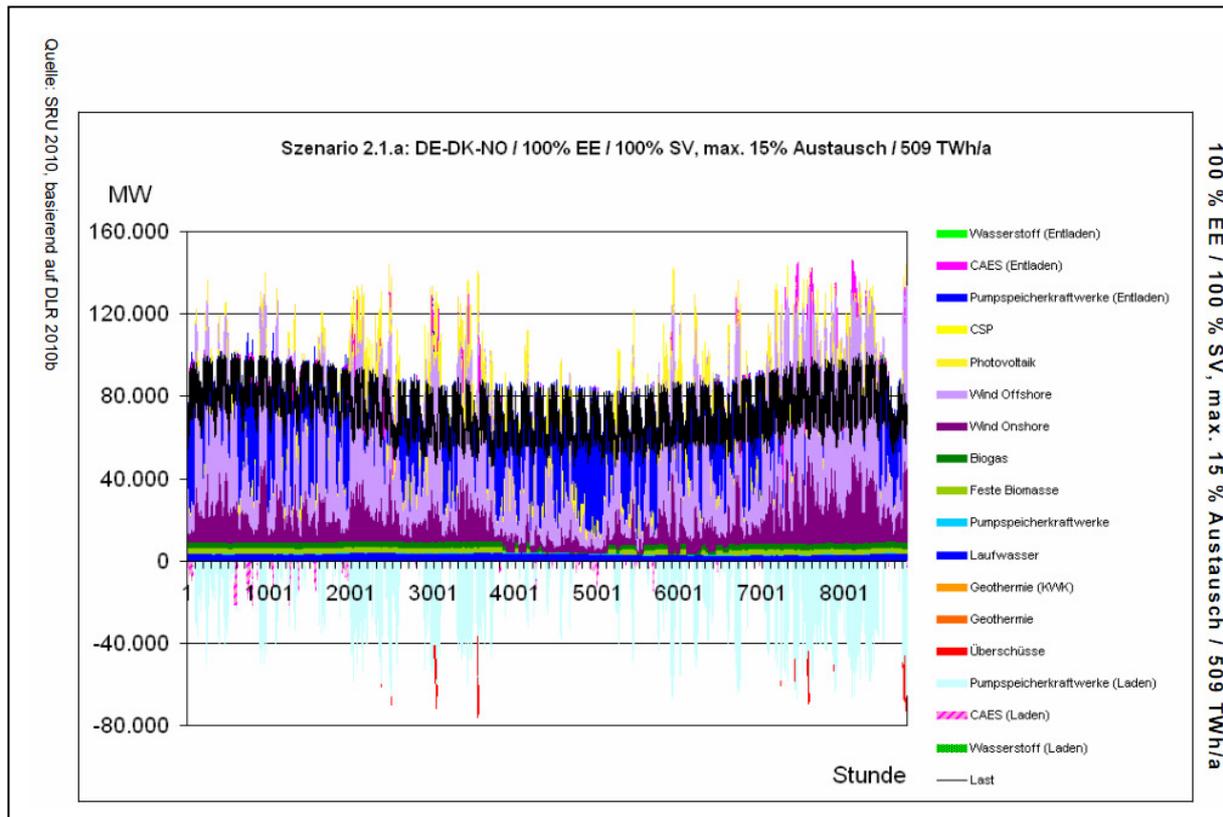
Wie gut passt der skizzierte **Zeitverlauf des gesamten Energieverbrauchs** zum absehbaren Angebot an erneuerbaren Energien im norddeutschen Raum?

Bekanntermaßen verhalten sich in Regionen mit gemäßigtem oder mit kaltem Klima die Potenziale an solarer Einstrahlung und die Raumwärme-Nachfrage zeitlich stark gegenläufig. Mit solarthermischen Anlagen und Photovoltaik-Anlagen kann im Winter viel weniger Energie produziert werden als im Sommer. Das Angebot an Windenergie ist dagegen in Mittel- und Nordeuropa im Winter meist beträchtlich größer als im Sommer. Bild 14 zeigt das für monatliche Mittelwerte aus den Jahren 2000 bis 2009. Nach [Quaschnig 00] ist das langjährige Monatsmittel der Windgeschwindigkeit im Januar um fast 50 % höher als im Juni.<sup>59</sup>

An Ergebnissen des **Sondergutachtens** des SRU [SRU 11] und der Studie **Energieziel 2050** des UBA [UBA 10] in den Bildern 15 bis 17 lässt sich erkennen, wie der jahreszeitliche Verlauf der Stromerzeugung durch eine geeignete Mischung von EE-Erzeugungsanlagen an den Verlauf des Energiebedarfs angepasst werden kann.

---

<sup>59</sup> Der Verlauf des Windenergieangebots von offshore-Anlagen soll nach [UBA 10] ausgeglichener als der von onshore-Anlagen sein. Nach [UBA 10, Abb. 7-5 und 7-6] sind die Unterschiede allerdings klein.

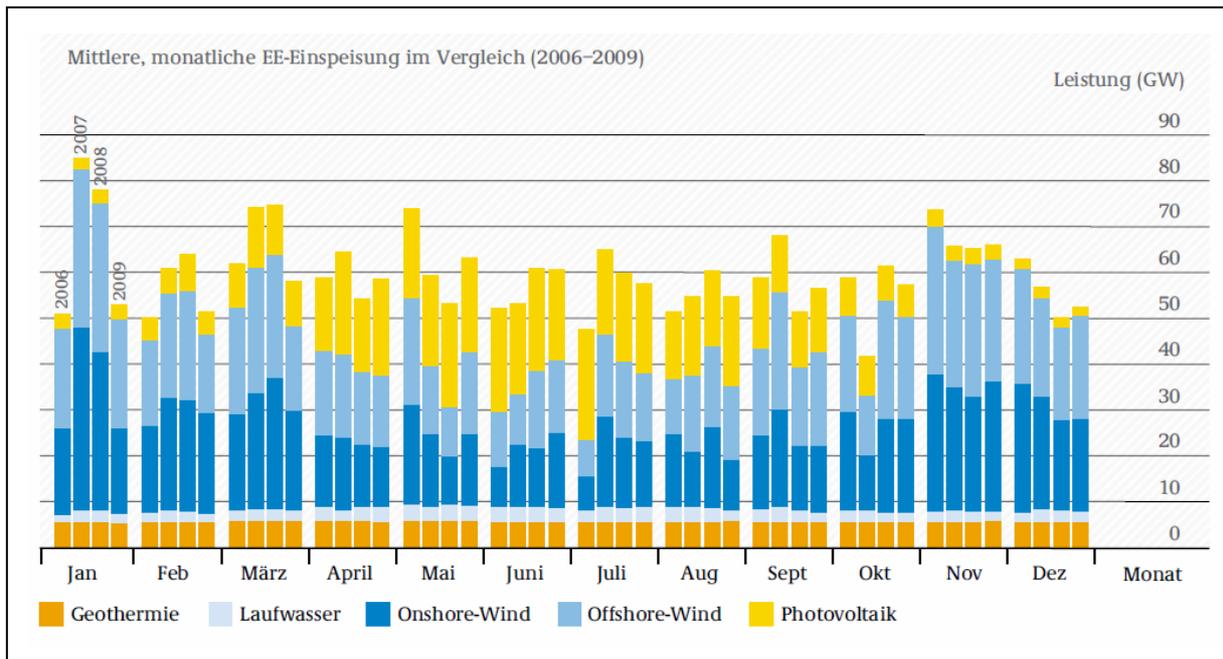


**Bild 15** Beiträge zur Deckung des deutschen Stromverbrauchs im Jahr 2050 entsprechend Szenario 2.1.a des Sondergutachtens des SRU [SRU 11] bei umfangreichem Einsatz von Pumpspeichern in Norwegen. Die Nachfrage nach Strom entspricht der schwarzen Hüllkurve. Die blauen Flächen geben den Umfang der Entnahme aus den Pumpspeichern an.

Bild 15 zeigt alle Beiträge zur Deckung des deutschen **Strom**-Bedarfs im ganzen Jahr 2050 für ein Szenario des SRU, bei dem mit einem relativ geringen Anteil an Photovoltaik (PV) der in Deutschland benötigte Strom (509 TWh/a) vollständig in Deutschland produziert wird, aber bis zu 15 % der Jahresarbeit über Dänemark in norwegischen Pumpspeicherwerken zwischengespeichert wird (Verluste aus dem Speichervorgang werden durch norwegischen Windstrom ausgeglichen).

Die Abhängigkeit des (gegenwärtigen) **Strom**-Bedarfs (schwarze Hüllkurve) von der Jahreszeit ist, wie dem Bild zu entnehmen ist, nicht besonders ausgeprägt. Das Hauptinteresse des SRU gilt im Sondergutachten dem Ausgleich von Unterschieden zwischen dem Angebot an Strom und der Nachfrage nach Strom. Der in Tabelle 6 angegebene Anlagen-Mix – vollständiger Ausbau des offshore-Windkraft-Potenzials, mäßiger Anteil an PV-Anlagen – wurde hierfür so gewählt, dass durch Inanspruchnahme großer Kapazitäten von Pumpspeichern praktisch kein überschüssiger Strom mehr auftritt. Stromspitzen, vor allem im Frühjahr und am Jahresende, wurden in norwegischen Pumpspeicherwerken zwischengespeichert und füllten die Flautezeiten im Sommer.

In diesem Szenario mit Fokussierung auf Strom tritt also kein „überflüssiger“ Windstrom auf, der in der kalten Jahreszeit für die Gebäudeheizung eingesetzt werden könnte. Bei einem größeren Anteil an PV würde mehr Windstrom im Winter zur Verfügung stehen, weil er nicht für einen saisonalen Ausgleich im Sommer benötigt werden würde.



**Bild 16** Strom-Einspeisungswerte aus verschiedenen EE-Quellen als monatliche Mittelwerte für die Wetterjahre 2006 bis 2009 nach „Energieziel 2050“ [UBA 10], Szenario „Regionenverbund“ für die BRD.

Das Szenario „Regionenverbund“ der Studie **Energieziel 2050** des UBA ([UBA 10]) sieht gemäß Tabelle 6 einen besonders großen Anteil an PV-Leistung vor. Bild 16 enthält die Ertragsanteile der verschiedenen EE-Quellen als Monatsmittelwerte in vier aufeinander folgenden Jahren. Die Darstellung zeigt nur die Strom-Einspeisungswerte ohne Verlagerungen durch Speichervorgänge. Infolge des großen PV-Anteils ergeben sich nur geringfügige jahreszeitliche Unterschiede bei der Gesamterzeugung.<sup>60</sup>

Bild 17 enthält neben den Werten für das Wetterjahr 2009 auch die „Basislast“ (Strombedarf ohne Elektromobilität und Wärmepumpen) und die „Gesamtlast“ für alle Verbraucher. Obwohl die Endenergiebedarfe von Wärme und Verkehr vom UBA äußerst klein angesetzt wurden, liegt die Gesamtlast im Winter sehr deutlich oberhalb des Angebots an EE-Strom.<sup>61</sup>

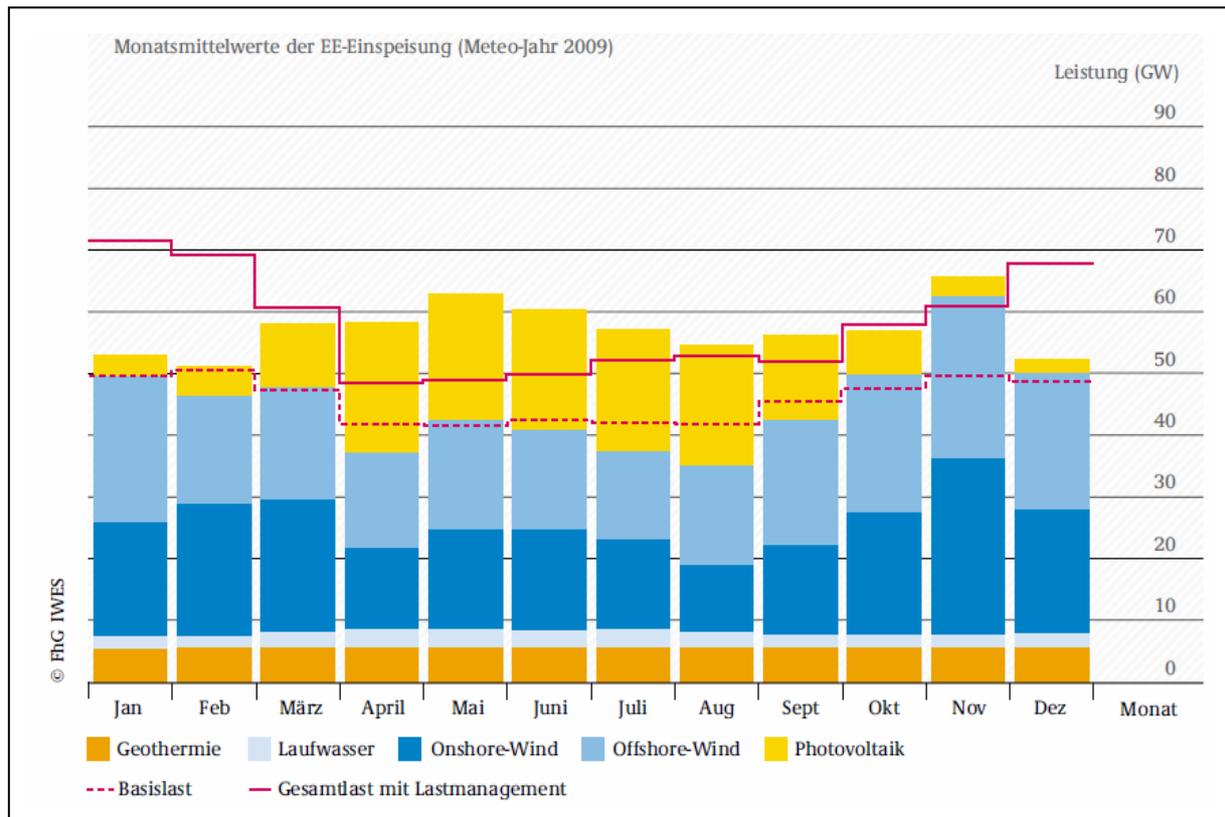
## 8.5 Anpassung des Ausbaus von Windstrom und von Solarstrom

Anhand der beiden Studien ist erkennbar: Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit, die Kapazitäten der wichtigsten Arten von Anlagen zur Gewinnung von erneuerbarem Strom so zu wählen, dass Erzeugung und Nachfrage saisonal zu einander passen und dass im langjährigen Durchschnitt der Bedarf an Energiespeicherung minimiert wird. Langzeitspeicherung von

<sup>60</sup> Im Gegensatz zur Studie des SRU wird in der Studie des UBA auch die Zeitabhängigkeit des Wärmebedarfs berücksichtigt. Dieser wird aber, wie oben schon erwähnt, im Gebäudebereich auf dem Stand des im Jahr 2050 **technisch** Möglichen angesetzt. Er liegt also weit unter dem, der unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten realistischlicherweise erwartet werden kann.

<sup>61</sup> Für den Lastausgleich werden in der Studie des UBA unter anderem chemische Speicher (EE-Wasserstoff und EE-Methan) und Stromimport eingesetzt, um die Gesamtlast abzusichern.

Energie aus erneuerbaren Energiequellen wird die Energieversorgung merklich verteuern und muss daher zurückhaltend eingeplant werden.



**Bild 17** Basislast (gestrichelt) und Gesamtlast über den monatliche Mittelwerten der Strom-Erzeugungsleistungen der wichtigsten EE-Quellen nach „Energieziel 2050“ [UBA 10], Szenario „Regionenverbund“ für die BRD. Simulation für das Wetterjahr 2009.

Für die Festlegung einer abgestimmten Mischung der benötigten Kapazitäten für eine vollständige Versorgung Deutschlands mit erneuerbarem Strom bieten sich die folgenden **Eckpunkte** an:

- Einer Abschätzung der jahreszeitlichen Nachfrage nach Strom müssen insbesondere für den Wärmebedarf, der im Jahr 2050 zu einem erheblichen Teil mit Strom gedeckt werden wird, realistische Werte zu Grunde gelegt werden.
- Der vollständige inländische Ausbau des Potenzials an Windenergie, onshore und offshore, liefert eine geeignete Basis für die jahreszeitliche Anpassung von Angebot und Nachfrage im Stromsektor.
- Ein moderater Ausbau der Photovoltaik gestattet es, auf eine umfangreiche Verlagerung von winterlichem Windstrom in den Bereich sommerlicher Flauten zu verzichten.
- Energetisch verwertbare Biomasse steht nur in sehr beschränktem Umfang zur Deckung der erhöhten winterlichen Nachfrage nach Endenergie zur Verfügung.
- Eine umfangreiche Nutzung von Solarkollektoren verringert den Wärmebedarf in der wärmeren Jahreszeit und reduziert damit den Bedarf an Photovoltaik.

Mit Hilfe dieses Grundkonzepts kann sich nach einem Vergleich mit den installierten Leistungen von EE-Erzeugungsanlagen in Tabelle 6 für eine weitgehende Selbstversorgung

Deutschlands mit erneuerbaren Energien eine Kombination installierter Erzeugungsleistungen ergeben wie beispielsweise:

**Windkraft:** 60 GW onshore und 70 GW offshore

**Photovoltaik:** 80 GW

Mit langfristig erreichbaren Volllaststundenäquivalenten nach [SRU 11, Abb. 4-23] entspräche das einer jährlichen Strombereitstellung von  $(138 + 301 + 80)$  TWh/a = 519 TWh/a.

Für belastbare Aussagen sind natürlich detaillierte Simulationen notwendig.

In [Bremen 10] und [Hoffmann 09] wird die Bestimmung eines optimalen Mixes aus Windenergie und Photovoltaik sowohl europaweit (mit Supergrid) als auch lokal bei einer Vollversorgung mit Strom betrachtet. Leider beschränken sich diese Untersuchungen bisher auf den Verbrauchssektor Strom und berücksichtigen die jahreszeitliche Veränderung des Sektors Wärme nicht. Das lokale Optimum bei der Aufteilung PV zu Wind, das sich in diesen Arbeiten für Norddeutschland ergibt, entspricht in etwa dem oben angegebenen Beispiel.

Auf einen wichtigen Punkt weist [Heide 10] hin. Solange keine vollständige Versorgung mit erneuerbarem Strom erreicht ist, sondern noch ein Teil mit nicht erneuerbaren Energieträgern vorwiegend in der Grundlast erzeugt wird, wird weniger PV und entsprechend mehr Windkraft benötigt, damit die Langzeit-Speicher-Kapazitäten klein gehalten werden können.

Der SRU stellt in seiner Studie [SRU 11] fest, dass bei der PV eine große Unsicherheit über den Bedarf bestehe. Mit dem Kriterium einer jahreszeitlichen Minimierung des Langzeitspeicherbedarfs lässt sich diese Unsicherheit beseitigen. In der Studie des SRU wird vor allem wegen erhöhter Kosten der PV-Förderung zu einem kleineren Anteil an Photovoltaik geraten. Die hier dargestellten erweiterten Überlegungen führen ebenfalls aus ökonomischen Gründen zu einem Anlagen-Mix mit moderatem Photovoltaik-Anteil: Zur Beschränkung von Langzeit-Speicherkapazitäten bei erneuerbarem Strom soll eine jahreszeitliche Anpassung von Bedarf und Angebot an elektrischem Strom erreicht werden.

Hamburg könnte nach einer stromorientierten ([Eikmeier 07]) und einer wärmeorientierten Studie ([Jahn 09]) eine Untersuchung fördern, bei der Szenarien in zeitlich hoher Auflösung durchgerechnet werden und bei der ähnlich wie in der Studie des UBA neben Strom auch Wärme und Verkehr berücksichtigt werden. Als ein Teilziel könnte dabei die Minimierung des finanziellen Aufwands für Langzeit-Energiespeicherung gewählt werden. Aus einer solchen Studie würden sich optimale Anteile von Wind- und PV-Strom in Norddeutschland entnehmen lassen.

Nach Angaben der BSU beabsichtigt Hamburg, die installierte Leistung von Windenergieanlagen bei Beschränkung auf das Hamburger Stadtgebiet von gegenwärtig 45 MW auf mittelfristig 100 MW zu steigern. Gemessen am Bevölkerungsanteil Hamburgs müsste die Stadt bis etwa 2030 etwa 3 GW installierte Leistung zur **Erzeugung von Windenergie** als Mischung von onshore- und offshore-Anlagen bereitstellen. Das ist das 30-fache der gegenwärtigen Planungen. Der enge Zeitrahmen von nur 20 Jahren für diese Steigerung orientiert sich an den Ausbau-Szenarien des SRU [SRU 11]. Wenn sich der Stromverbrauch in Hamburg nach dem Vorschlag des Basisgutachtens um ein Drittel reduzieren lässt, dann würden zur Deckung des Hamburger Stromverbrauchs durch eigene offshore-Windenergieanlagen auch 2 GW installierte Leistung ausreichen. Nach Angaben von Czisch ([Czisch 10]) zur Wirtschaftlichkeit von offshore-Anlagen könnten solche Investitionen für Hamburg sogar sehr lukrativ werden.

Der jahreszeitliche Verlauf des Strom-Angebots hat auch Auswirkungen auf die Bewertung von **Verbrauchsvorrichtungen**. Bei diesen sollte berücksichtigt werden, wie gut sich ihr Energieverbrauch an den Verlauf des aktuellen erneuerbaren Energieangebots anpasst. Besonders interessiert, ob durch sie der Bedarf an Langzeitspeicherung erhöht oder reduziert wird. Beispielsweise verstärken Außenluft-Wärmepumpen den Bedarf an Langzeitspeicherung, wie weiter unten erläutert werden wird.

## 8.6 Energiespeicher bei einer regenerativen Energieversorgung

Die herkömmliche fossil-nukleare Energieversorgung stützt sich auf nicht erneuerbare Energieträger, die in der Erdkruste gespeichert sind, die leicht transportierbar sind und von denen sich Vorräte fast verlustfrei in Gasspeichern, Öltanks oder Kohlespeichern aufbewahren lassen.

In einem vollständig erneuerbaren Energiesystem sind nur die geothermische Energie und die energetisch verwertbare Biomasse wegen ihrer günstigen Speichereigenschaften so flexibel einsetzbar wie die fossilen Energierohstoffe. Aus Wind- und Solarenergie gewonnener Strom und solare Wärme oder Kälte müssen nahe am Zeitpunkt der Erzeugung genutzt werden, zur späteren Nutzung in Speicher transferiert werden oder sie gehen verloren. Die Bedeutung von Kurz- und Langzeitspeichern wird daher neuerdings von vielen Seiten betont. So nennt das Energiekonzept der Bundesregierung [Bund 10a] beim Thema Modernisierung der Energieinfrastruktur: „Speicher, intelligente Netze, flexible Kraftwerke und neue Technologien“.

Kurzzeitige Schwankungen im Angebot an Wind- und Solarstrom können bis zu einem gewissen Grad durch Steuerung von Verbrauchern (Lastmanagement), durch Kurzzeitspeicher (Batteriespeicher, Druckluftspeicher) oder durch Strom aus Biomasseanlagen und aus Pumpspeicherkraftwerken ausgeglichen werden.

Auch ein stark ausgebautes überregionales Stromnetz kann durch Nutzung großräumiger Unterschiede in der Erzeugung von EE-Strom den Ausgleich verbessern. Das Angebot an Strom kann allerdings auch weiträumig über Tage und Wochen beträchtlich vom Bedarf abweichen, besonders im Winterhalbjahr.<sup>62</sup>

Wenn kostengünstige Verfahren zur Lastverlagerung und zur kurzzeitigen Zwischenspeicherung (Minuten, Stunden, Tage) ausgeschöpft sind, müssen in einem regenerativen Energiesystem große Langzeitspeicher zum Einsatz kommen (Tage, Wochen, Monate, Jahre).

Die Speicherkapazität, die sich aus einer Simulation für ein einzelnes Wetterjahr ergibt, reicht noch nicht aus. Aus den in den Bildern 14 und 16 ablesbaren starken Abweichungen der monatlichen Mittelwerte von den langjährigen folgt, dass für einen Ausgleich der jährlichen Unterschiede zusätzliche Kapazitäten von Langzeitspeichern benötigt werden. Die jährliche Windenergiemenge kann um mehr als 10 % nach oben oder nach unten vom Mittelwert abweichen ([Quaschnig 00], [Sensfuss 03]). Ähnliches gilt auch für die Solarstrahlung. Auf lange Sicht müssen Langzeitspeicher daher so umfangreich sein, dass sie auch eine **Mehrjahres-Notreserve** aufnehmen können. Während des Übergangs zu einem vollständigen EE-Energiesystem werden für diese Notreserve vermutlich noch konventionelle fossile Energie-

---

<sup>62</sup> Der Nutzen von „Supergrids“ ist umstritten. Vgl. die Argumente in [Scheer 10], S. 133 ff.

träger eingesetzt werden. Es ist daher von Vorteil, wenn das Energiesystem anschlussfähig an diese bleibt.

Für die Langzeit-Energiespeicherung kommt die Nutzung von potenzieller **mechanischer Energie** in sehr großen Pumpspeichern und von **chemischer Energie**, die in Wasserstoff oder Methan enthalten ist, in Frage.

### **Pumpspeicher**

Im Sondergutachten des SRU [SRU 11] werden beim bevorzugten Szenario einer Vollversorgung des Staatenverbundes Deutschland–Dänemark–Norwegen mit erneuerbarem Strom norwegische Pumpspeicherwerke eingesetzt. Es wird ein Stromaustausch in Höhe von 15 % des gesamten Stromverbrauchs zugelassen. In den geschätzten Kosten von 11 ct/kWh für den reimportierten Strom (Tabelle 3-6 von [SRU 11]) sind die Kosten für die Pumpspeicherwerke in Norwegen enthalten.<sup>63</sup> Sie sind zu vergleichen mit einem prognostizierten Durchschnittserzeugungspreis für Strom von 5,1 ct/kWh.

Nach [Oertel 08] liegen die Wirkungsgrade für die Speicherung von Strom in Pumpspeicherwerken zwischen 70 % und 80 %. Im Sondergutachten des SRU wird ein Wirkungsgrad von 80 % angenommen. Hinzu kommen Verluste aus der Stromübertragung nach Norwegen und zurück.

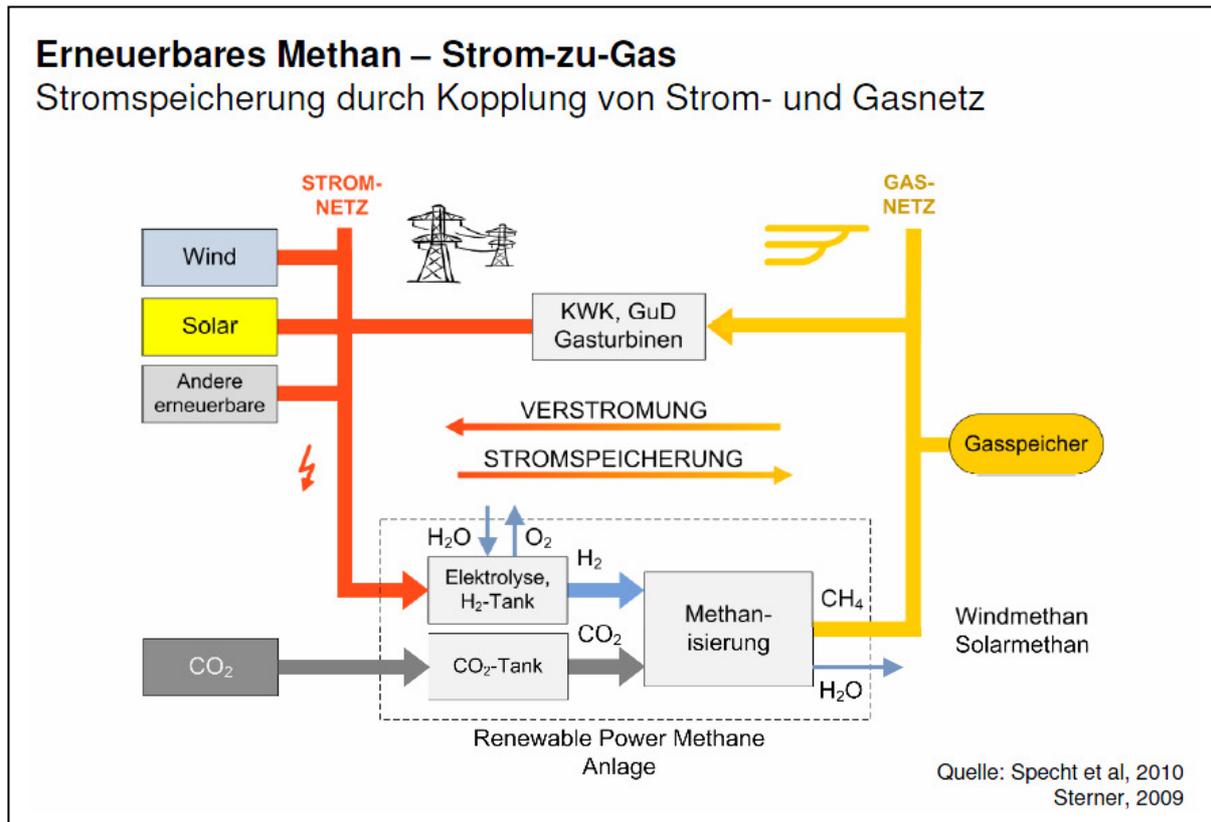
Zurzeit beträgt nach [SRU 11] die für die Stromproduktion nutzbare Speicherkapazität in Norwegen 84 TWh. Der in [SRU 11] vorgeschlagene Staatenverbund würde Speicherkapazitäten in einer ähnlichen Größenordnung benötigen. Viele norwegische Wasserkraftwerke müssten hierzu zu Pumpspeicherwerken ausgebaut werden.<sup>64</sup>

Die Kapazität der deutschen Pumpspeicher soll nach Plänen der Bundesregierung erweitert werden. Sie wird aber bei weitem nicht die Größenordnung erreichen können, die für die saisonale Speicherung notwendig ist. Die gegenwärtige Kapazität aller deutschen Pumpspeicher beträgt 0,04 TWh<sub>el</sub> ([SRU 11]) also 2000-mal weniger als die derzeit in Norwegen nutzbare Pumpspeicherkapazität. Alle deutschen Pkw würden, umgewandelt in Elektroautos, höchstens eine Speicherkapazität von 0,45 TWh<sub>el</sub> bieten, was nur für Ausgleichsvorgänge im Intervall von Tagen von Interesse ist ([Stern 10c]).

---

<sup>63</sup> Die angesetzten Kosten für den Reimport beinhalten die Kosten für den internationalen Transport in beide Richtungen, die Kosten für eine Speicherung (Pumpspeicher in Norwegen) und die Kosten für eine Erzeugung der Ausgleichsenergie für die Verluste (Windenergie aus Norwegen).

<sup>64</sup> Wie in Bild 13 braucht Hamburg im Jahr 2050 entsprechend dem Basisgutachten für Raumwärme und Warmwasser 6,5 TWh<sub>th</sub>/a (ohne Prozesswärme). Wenn etwa ein Drittel hiervon durch Langzeitspeicher abgedeckt werden müsste, so bliebe ein überschlägiger Bedarf an Energie in Langzeitspeichern von etwa 2 TWh<sub>th</sub>. Auf Deutschland entsprechend dem Bevölkerungsanteil hochgerechnet ergäbe sich ein geschätzter saisonal zu speichernder Wert von rund 100 TWh<sub>th</sub> oder 30 TWh<sub>el</sub>.



**Bild 18** Erzeugung von erneuerbarem Methan aus Wind- oder Solarstrom und Einspeisung in das Gasnetz mit Gasspeichern (nach [Sterner 10c])

### Chemische Speicher

**Wasserstoff** kann mit Hilfe von Elektrolyse aus Wasser gewonnen werden. Er kann in Leitungen transportiert und langfristig gespeichert werden. Er kann aber auch unter Hinzufügung von CO<sub>2</sub> weiter umgewandelt werden in **Methan**, das auch als Hauptkomponente in fossilem Erdgas enthalten ist (Bild 18). Aus Wasserstoff und CO<sub>2</sub> können außerdem weitere Kraftstoffe hergestellt werden wie Dimethylether oder Kerosin, die sich im Fernverkehr einsetzen lassen.

Als Wirkungsgrad für die Erzeugung von Wasserstoff aus EE-Strom wird 75 % angegeben, für die Erzeugung von Methan aus EE-Strom 60 % ([Sterner 10d]; Leitstudie 2010, Tab. 4-1).

Bei Speicherung und Rückverstromung soll der Systemwirkungsgrad für EE-Wasserstoff bei 42 %, für EE-Methan bei ca. 35 % liegen ([UBA 10]).

Aus 50 TWh<sub>chem</sub> in Form von erneuerbarem Methan könnte in GuD-Kraftwerken elektrische Energie von etwa 30 TWh<sub>el</sub> erzeugt werden, die mit Hilfe von Wärmepumpen-Heizungen in etwa 100 TWh<sub>th</sub> umgewandelt werden könnte.

Außer bei den Wirkungsgraden unterscheiden sich die beiden unbegrenzt speicherbaren Energieträger noch in folgender Hinsicht:

- Die Erzeugungstechnik ist für EE-Wasserstoff bereits weiter entwickelt. Wasserstoff kann zu geringen Anteilen in Erdgasnetzen transportiert werden, für größere Maßstäbe gibt es die nötige Infrastruktur aber noch nicht. Eine Verwendung im Verkehr ist schwieriger als für Methan.

- Die Erzeugungstechnik von EE-Methan steht noch am Anfang der Entwicklung. Eine erste Pilotanlage in der Leistungsklasse 30 kW<sub>el</sub> läuft im Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung (ZSW) in Stuttgart.<sup>65</sup>

Mit Erdgas-Netzen und -Speichern und mit kompatiblen Kraftwerken steht aber die notwendige Infrastruktur für Transport, Speicherung und Einsatz bereits zur Verfügung. Das vorhandene Erdgasnetz besitzt eine Speicherkapazität von über 200 TWh<sub>th</sub>. Die unterirdischen Speicher mit einem Volumen von etwa 20 Mrd. m<sup>3</sup> werden meist im Sommerhalbjahr befüllt und in der Heizperiode teilweise entleert. Die Speicherkapazität für Flüssigkraftstoffe, die ebenfalls aus Wasserstoff gewonnen werden können, ist noch größer ([Specht 09]).

Die Kosten für EE-Methan werden in [Stern 10a; Stern 10d] nach einem Upscaling auf eine Leistungsgröße von 10-20 MW<sub>el</sub> je nach Betriebskonzept auf 8 bis 10 €-Cent je kWh<sub>th</sub> geschätzt, womit sie in der Größenordnung von Biomethan aus Biogas liegen würden. Diese Kosten sind höher als die Kosten für die Speicherung von Strom in Norwegen, die im SRU-Sondergutachten angegeben werden. Sie sind auch vorläufig als optimistisch zu betrachten.<sup>66</sup>

Unter energetischen wie auch finanziellen Gesichtspunkten spricht einiges für die Nutzung norwegischer Pumpspeicherwerke, die vom Sachverständigenrat für Umweltfragen bevorzugt wird. Das zeigt die folgende grobe Abschätzung auf der Basis der zitierten Wirkungsgrade:

Unter der Annahme einer Jahresarbeitszahl durchschnittlicher Wärmepumpen von 3,5 lässt sich aus 1 kWh<sub>el</sub> folgende Niedertemperaturwärme erzeugen:

- 3,5 kWh<sub>th</sub> bei direktem Einsatz ohne Zwischenspeicherung
- 2,5 kWh<sub>th</sub> bei einer Zwischenspeicherung in norwegischen Pumpspeicherwerken
- 1,4 kWh<sub>th</sub> bei Methanisierung,<sup>67</sup> Speicherung im Erdgasnetz und Rückverstromung in einem GuD-Kraftwerk.

Wird EE-Methan nach der Methanisierung als „Windgas“ in einer Brennwertheizung eingesetzt, so erhält man sogar nur 0,6 kWh<sub>th</sub>. Die Zwischenspeicherung in norwegischen Pumpspeicherwerken ist in dieser Hinsicht also um einen Faktor 4 effektiver als die dezentrale Verbrennung von EE-Methan. Im Vergleich zur Gewinnung von Biomethan und von erneuerbaren Kraftstoffen aus Bioenergieträgern kann sich die Methanisierung von überschüssigem EE-Strom aber als vorteilhaft erweisen.

Da gegenwärtig kaum damit zu rechnen ist, dass eine hochleistungsfähige Netzverbindung und stark erweiterte Pumpspeicherwerke in Norwegen relativ rasch verfügbar sind, ist zu erwarten, dass in Deutschland in den nächsten Jahren erste Anlagen zur kommerziellen Erzeugung von EE-Wasserstoff und EE-Methan zwecks Verwertung von überschüssigem EE-Strom entstehen werden.

---

<sup>65</sup> Die Firmen Juwi und Greenpeace Energy kündigten im März 2011 an, Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff und EE-Methan errichten zu wollen, die überschüssigen EE-Strom verwerten sollen.

<sup>66</sup> Vgl. auch Leitstudie 2010, Abb. 4.2

<sup>67</sup> Eine Nutzung der Abwärme beim Methanisierungs-Prozess wurde hier nicht berücksichtigt.

Für **Hamburg** wäre an chemischen Energiespeichern attraktiv, dass die vorhandene Energieinfrastruktur ohne aufwändigen Umbau kontinuierlich angepasst werden könnte. Die Fernwärmeversorgung, die nach dem Basisgutachten ab 2015 mit GuD-Kraftwerken ausgestattet werden soll, könnte so fortgeführt werden. Blockheizkraftwerke könnten dort eingesetzt werden, wo keine Fernwärmeleitungen verlegt sind. Vor allem die mit Flächenheizungen ausgestatteten Gebäude könnten mit Wärmepumpen beheizt werden.

Die Wasserstofferzeugung und eventuell auch die Methanisierung von Strom aus Wind- und Solaranlagen kann dezentral vorgenommen werden. Die bei der Methanisierung entstehende Abwärme kann als Hochtemperatur-Prozesswärme eingesetzt werden. Insgesamt könnte sich also ein sehr interessantes Geschäftsfeld für Stadtwerke entwickeln.

Ein Zeitpunkt, zu dem Langzeit-Energiespeicher in wesentlich größerem Umfang als heute zur Verfügung stehen sollten, lässt sich noch nicht genau angeben. Häufig wird damit gerechnet, dass die Voraussetzung hierfür ein Anteil an erneuerbarem Strom von etwa 30 % sein könnte. Nach dem Energiekonzept der Bundesregierung soll der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch im Jahr 2020 bereits 35 % betragen, nach dem Nationalen Aktionsplan Deutschlands sogar 38,6 % ([BRD 10]). Nach der Nuklearkatastrophe in Fukushima sollen die erneuerbaren Energien noch schneller ausgebaut werden. Es ist daher damit zu rechnen, dass lokal schon ab 2015 der Einsatz von Langzeitspeichern sehr vorteilhaft sein könnte.

Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht vor, „mittelfristig die verfügbaren deutschen Potentiale für Pumpspeicherkraftwerke im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten“ zu erschließen. Es weist darauf hin, dass langfristig die Nutzung ausländischer Pumpspeicher für Deutschland von großer Bedeutung ist. Auch die Bedeutung chemischer Energiespeicher wurde erkannt: „Wir wollen die Forschung in neue Speichertechnologien deutlich intensivieren und zur Marktreife führen (z.B. Druckluftspeicher, Wasserstoffspeicher und aus Wasserstoff hergestelltes Methan, Batterien für Elektrofahrzeuge)“.

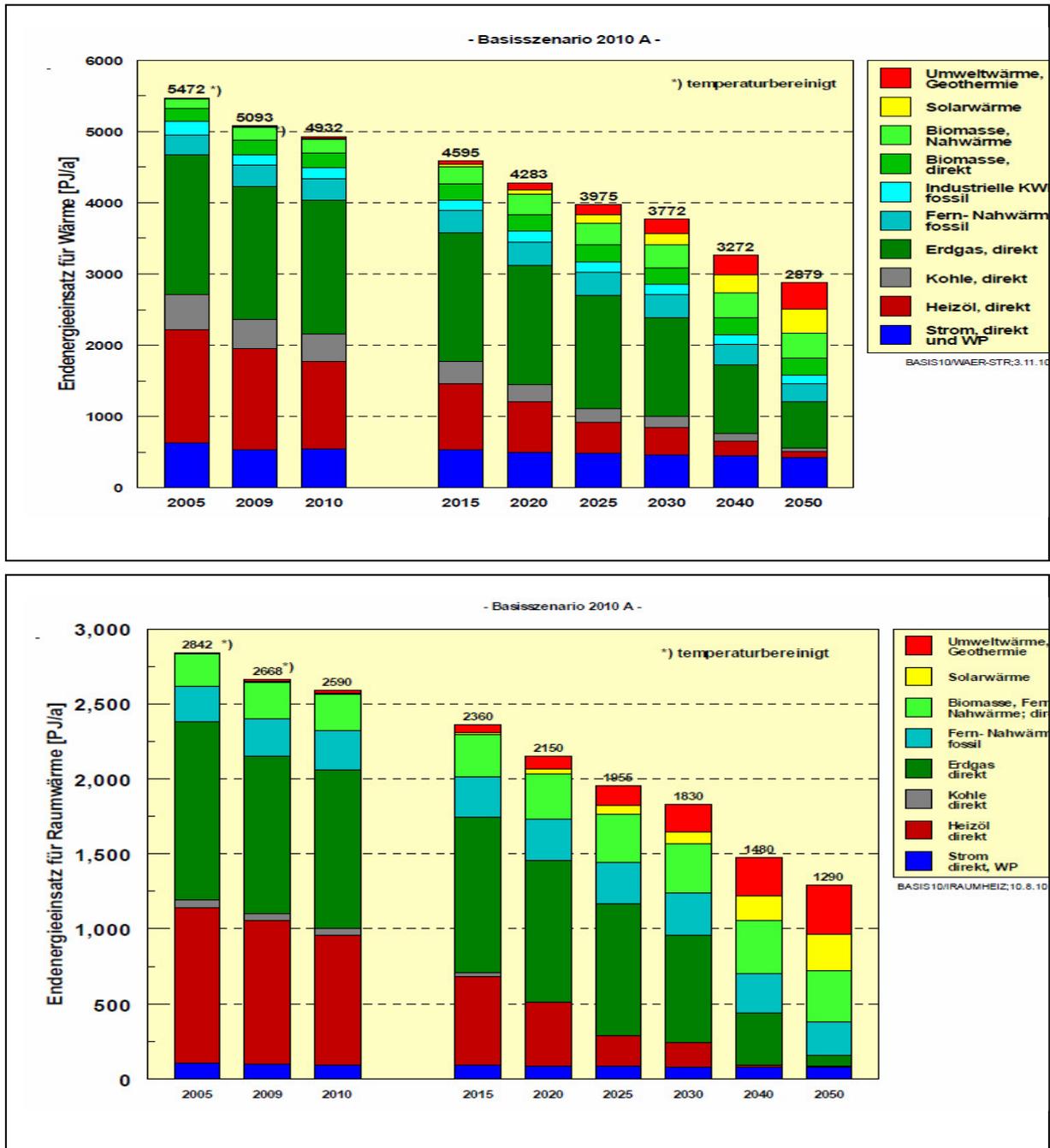
Für Hamburg sind Langzeit-Energiespeicher von besonderer Bedeutung, da es nicht wie ländliche Gebiete in größerem Umfang auf Biomasse zurückgreifen kann und tiefe Geothermie bevorzugt in der Grundlast eingesetzt wird. Hamburg sollte sich daher verstärkt mit eigenen Initiativen an F&E-Vorhaben beteiligen, vor allem bei der Erzeugung von Wasserstoff und Methan. Pilotvorhaben für Langzeitspeicherung von Energie sollten unterstützt werden.

## 8.7 Erneuerbare Energien für die künftige Wärmeversorgung Hamburgs

Stromerzeuger speisen weitgehend in ein überregionales Netz ein. An das Stromnetz sind alle interessierten Verbraucher in Hamburg angeschlossen. Ähnlich verhält es sich mit dem Erdgasnetz. Da Wärme und Kälte nahe am Ort der Erzeugung eingesetzt werden müssen, ist der lokale Einfluss auf die Gestaltung der Wärme- und Kälteversorgung besonders groß. Daher soll hier genauer auf die längerfristige Versorgung Hamburgs mit Wärme eingegangen werden.

Der Weg, den die **Leitstudie 2010** ([Nitsch 11]) zu einem weitgehend regenerativen Energiesystem in ganz Deutschland zeichnet, eignet sich gut als Hintergrund für die Diskussion über die Entwicklung einer erneuerbaren Energieversorgung in Hamburg. Der obere Teil von Bild 18 gibt die in der Leitstudie 2010 berechneten Veränderungen des Endenergieeinsatzes für

den gesamten Wärmesektor bis 2050 in der BRD wieder. Der Beitrag der Biomasse vergrößert sich nach 2015 wegen des begrenzten Potenzials allgemein (oberer Bildteil) und auch bei der Raumwärme (unterer Bildteil) nicht mehr wesentlich.<sup>68</sup>



**Bild 19** Endenergieeinsatz für Wärme im Basisszenario 2010 A der Leitstudie 2010 (einschließlich Stromeinsatz für Wärme), oben für Wärme insgesamt, unten nur für Raumwärme (Abbildungen 3.16 und 3.17 in [Nitsch 11])

Der Beitrag der Umweltwärme via Wärmepumpen wächst dagegen kontinuierlich. Ab 2020 nimmt auch die Solarwärme erheblich zu. Das Anwachsen der heute noch geringen Beiträge

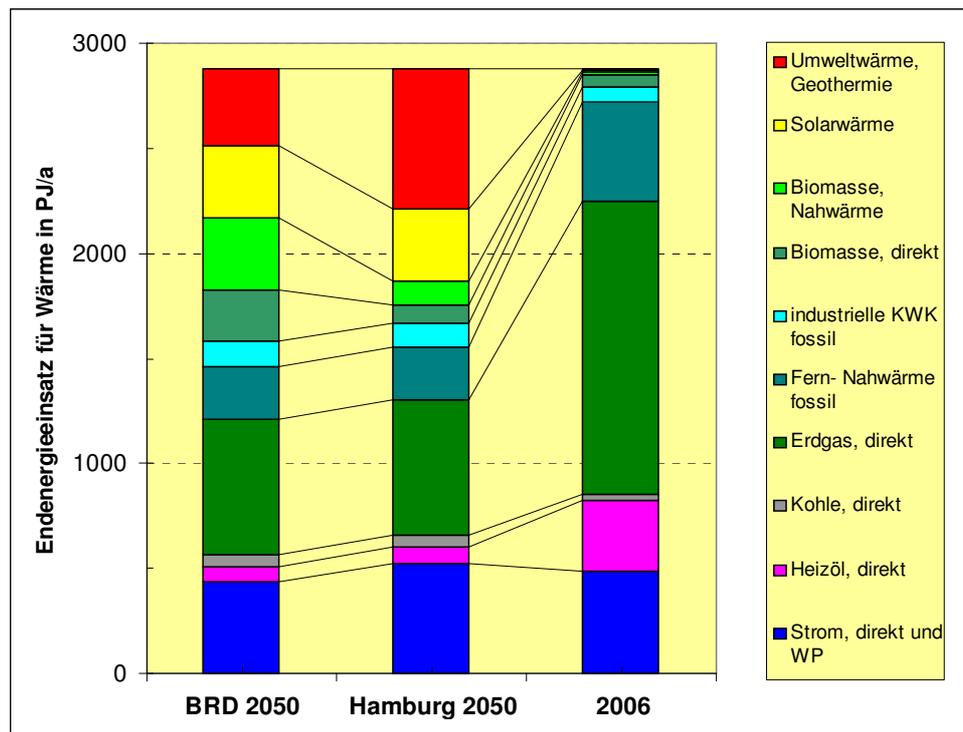
<sup>68</sup> Hier besteht ein wichtiger Unterschied zu den „Energieszenarien“ der Bundesregierung, bei denen unter den erneuerbaren Energien der Beitrag der Biomasse auch 2050 noch weit vor dem der Windkraft liegt ([BMWi 10]).

von Solarthermie und Erdwärme (hydrothermale Erdwärme und Umweltwärme für Wärmepumpen) ist sehr wichtig für den notwendigen Beitrag des Wärmesektors zum Klimaschutz. In den Basisszenarien der Leitstudie 2010 wird der entsprechende Anteil von 2010 bis 2050 um das **Zwanzigfache** gesteigert, damit im Jahr 2050 die Marke von 50 % erneuerbarer Energie im Wärmemarkt überschritten werden kann.

Fossile Energieträger werden 2050 bei der Raumwärme im Wesentlichen noch für die Fern- und Nahwärme eingesetzt. In Wohngebäuden ist der Erdgaseinsatz gering, bei der Prozesswärme (oben) noch relativ groß.

Für eine Metropole wie **Hamburg** sind Abweichungen von dem in Bild 19 beschriebenen bundesweiten Szenario zu erwarten. Die hier vermutete Tendenz wird schematisch in Bild 20 skizziert. Den Beiträgen zur gesamten Wärme im Jahr 2050 (in Bild 19 oben rechts) sind hier entsprechende Anteile (auf gleiche Gesamthöhe skaliert) für Hamburg im Jahr 2050 gegenübergestellt. Zum Vergleich rechts die Anteile im Jahr 2006. Die Grafik dient zur Orientierung und soll keine belastbare Prognose für 2050 beinhalten.

Als wichtigste Unterschiede zwischen dem BRD-Durchschnitt und Hamburg werden erwartet: Der Biomasse-Anteil ist in Hamburg sehr viel kleiner als im BRD-Durchschnitt. Zum Ausgleich ist der Beitrag von Umweltwärme und Geothermie entsprechend größer. Der Anteil der Solarwärme ist gleich. Die Größen der noch vorhandenen Beiträge fossiler Energieträger wurden unverändert übernommen (der Einfachheit halber auch für Fern- und Nahwärme).



**Bild 20** Endenergie-Anteile für den gesamten Wärmesektor (einschließlich Stromeinsatz für Wärme) im Basisszenario 2010 A der Leitstudie 2010 ([Nitsch 11]) und in Hamburg (skaliert) in den Jahren 2050 und 2006 (nach Werten aus [Jahn 09] und [Stat 10a]).

Beim Vergleich der Endenergie-Anteile im Wärmesektor in Hamburg in den Jahren 2006 und 2050 fallen vor allem die starke Zunahme von Umweltwärme/Geothermie und Solarwärme sowie die entsprechende Abnahme der fossilen Energieträger auf.

Die erwarteten Unterschiede zwischen den Prognosen für den BRD-Durchschnitt und für Hamburg, sollen nun im Einzelnen erläutert werden. Konsequenzen für die Entwicklung der Wärmeversorgung enthält Kapitel 8.8.

### **Biomasse:**

Bioenergie besitzt ein breites Einsatzspektrum und gute Speicherfähigkeiten. Biogas und feste Biomasse werden auch zur Stromerzeugung eingesetzt. Insbesondere in regenerativen Kombikraftwerken (virtuellen Kraftwerken) wird neben Pumpspeicherkraftwerken Biogas zum Ausgleich von Fluktuationen von Wind- und Solarstrom herangezogen.

Hamburg liegt beim Einsatz von Biomasse weit hinter dem Bundesdurchschnitt. Im Jahr 2009 trugen erneuerbare Energien in Deutschland 10,3 % zum Endenergieverbrauch bei, 16,1 % zum Bruttostromverbrauch, 5,5 % zum Kraftstoffverbrauch und 8,8 % zum Endenergieverbrauch im Sektor Wärme ([BMU 10]). Der Beitrag zur Wärme wurde mit einem Anteil von 91 % von der Biomasse dominiert. Erneuerbare Energie wird im Wärmesektor nach Bild 19 im Jahr 2009 fast ausschließlich in Form von Biomasse eingesetzt.

In den fünf norddeutschen Bundesländern betrug nach [Jahn 09] der Beitrag erneuerbarer Energien zur Endenergie Wärme 2008 nur 3,4 % (rund 90 % der erneuerbar erzeugten Wärme). Er war damit weniger als halb so groß wie im Bundesdurchschnitt mit 7,4 % ([BMU 10]).

In Hamburg wurde 2008 nur 1,8 % des Endenergieverbrauchs im Wärmesektor durch erneuerbare Energien abgedeckt. Das ist fünfmal weniger als im Bundesdurchschnitt. Der Anteil der Biomasse hieran lag bei 92 % ([Stat 10b]). Der Biomasse-Anteil am gesamten Endenergieverbrauch war 2008 in Hamburg 0,84 TWh/a entsprechend einem Anteil von 1,7 % ([Stat 10b]).

Hamburg kann sich bemühen, hier aufzuholen. Einer verstärkten Nutzung von Biomasse sind aber durch **Nutzungskonkurrenzen** enge Grenzen gesetzt. Das bestätigt auch das Basisgutachten (Abb. 9). Es gibt für die Potenziale von Biomasse und Geothermie auf dem Gebiet Hamburgs nur kleine Werte an. Auch die Studie [Jahn 09] erwartet bis 2020 nur eine im Vergleich zu 2010 um etwa 50 % verstärkte Nutzung von Biomasse.

Der geringe Beitrag der Biomasse für die Wärmebereitstellung in Hamburg weist darauf hin, dass Biomasse bevorzugt dort eingesetzt wird, wo sie gewonnen wird. Im Basisgutachten wird diskutiert, dass Hamburg aus dem Umland oder per Schiff Biomasse in größeren Mengen importieren könnte. Vor allem wegen Nutzungskonkurrenzen ist aber nicht zu erwarten, dass Biomasse im Wärmesektor Hamburgs 2050 eine mit dem Bundesdurchschnitt vergleichbare Rolle spielen kann.

Wie beschränkt die Verfügbarkeit von Holz als Brennstoff in Heizkraftwerken ist, zeigt aktuell das Beispiel von zwei Biomasse-Kraftwerken mit insgesamt ca. 150 MW Leistung, die Vattenfall in Berlin errichten will. Da in den brandenburgischen Wäldern im Umkreis von 200 bis 300 km nicht genug zusätzliches Holz zur Verfügung steht, um die jährlich benötigte Menge von 400.000 Tonnen aufzubringen, will Vattenfall Holz aus Liberia beziehen. Nach Presseberichten sollen in den kommenden Jahren eine Million Tonnen Gummibaum-

Hackschnitzel importiert werden. Die Gummibaumplantagen sollen an der Stelle von zerstörtem Regenwald entstanden sein.

Eine allgemeine Begründung dafür, dass Biomasse in Ballungszentren und Industrieregionen keine erheblichen Anteile an einer nachhaltigen Energieversorgung leisten kann, gibt die Leitstudie 2010 ([Nitsch 11]) in „3.1.3 Exkurs: Potenzial und Einsatzstruktur der Biomasse“.

### **Nutzungskonkurrenzen für Biomasse**

Zur Begrenzung des Einsatzes von Bioenergie schreibt die Bundesregierung im Energiekonzept [Bund 10a]: „Die heimischen Bioenergie-Potentiale sind vor allem durch Nutzungskonkurrenzen sowie im Hinblick auf den Naturschutz und die Biodiversität begrenzt. Deshalb sollte der Einsatz wie auch die Förderung der energetischen Biomassennutzung in allen Verwendungsbereichen an angemessene Effizienz- und Treibhausgasreduktionskriterien geknüpft werden.“

Die Produktion von Bioenergie, steht, wenn keine Bioreststoffe verwendet werden, in direkter Flächenkonkurrenz zum Nahrungs- und Futtermittelanbau, dem Anbau nachwachsender Industrierohstoffe sowie dem Erhalt der Wälder als CO<sub>2</sub>-Sammler und Kohlenstoffspeicher.

Die VDW schreibt in [VDW 11] beim Vergleich verschiedener Jahr-2050-Studien:

„Die Flächenkonkurrenz zwischen Biomasseanbau und Nahrungsmittelanbau und für stoffliche Nutzung (für die Industrie), die Ansprüche an Erhalt und ggf. auch Neuausweisung von Naturschutzgebieten sowie die begrenzte Verfügbarkeit von Rest- und Abfallmengen von Biomasse führen dazu, dass das (nachhaltig nutzbare) inländische Potenzial der Biomasse für die Energieerzeugung wahrscheinlich erheblich begrenzter ist als in allen Szenarien unterstellt wird.“

Der Solarenergie-Förderverein Deutschland e. V. gab in einer 2009 neu vorgenommenen Positionsbestimmung zur Biomassennutzung folgende Rangfolge der Nutzungsarten an, in der die energetische Nutzung an letzter Stelle steht: ([SFV 09])

- Ernährung
- Klimaschutz durch biogene CO<sub>2</sub>-Rückführung
- Naturschutz (Artenschutz und Ökosystemschutz)
- Versorgung mit biogenen Rohstoffen
- Futtermittellieferung
- energetische Nutzung.

Weitgehende Einigkeit besteht darüber, dass bei der energetischen Nutzung der Einsatz in KWK-Anlagen im Wärmebereich Vorrang vor der Erzeugung von Biosprit (BtL) haben sollte, da auf diese Weise erheblich höhere CO<sub>2</sub>-Minderungen erreicht werden können.

### **Tiefengeothermie:**

Auch tiefe Erdwärme besitzt hervorragende Speichereigenschaften. Wie stark und zu welchen Kosten in Hamburg auf Tiefengeothermie zurückgegriffen werden kann, ist Gegenstand von laufenden Untersuchungen.<sup>69</sup>

Erkundungen mit seismischen Methoden ergaben 2010, dass in 3500 m Tiefe unter dem Stadtteil Wilhelmsburg 130 °C heißes Wasser verfügbar sein müsste. Im günstigsten Fall könnten schon 2013 einige Tausend Wohnungen mit dieser Wärmequelle beheizt werden. Von diesem Projekt werden weitere Informationen über die Verfügbarkeit von Tiefengeothermie in ganz Hamburg erwartet.<sup>70</sup>

Hamburg ist überdurchschnittlich mit Netzen für Fern- und Nahwärme ausgestattet. Somit stehen ideale Abnehmer für in der Tiefe gespeicherte Erdwärme zur Verfügung. Ob 2050 ein nennenswerter Teil der in Hamburg benötigten Wärme mit Tiefengeothermie bereitgestellt werden wird, hängt auch von den Kosten ab. Möglicherweise sind Heizwerke, Anlagen zur reinen Wärmeerzeugung, wirtschaftlicher als Heizkraftwerke. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wird Tiefengeothermie vorzugsweise in der Grundlastversorgung eingesetzt werden. Für die Abdeckung der Spitzenlast beim Wärmebedarf im Winter kommt Tiefengeothermie daher weniger in Frage.

### **Solarthermie:**

2050 muss also in Hamburg für den größten Teil der erneuerbaren Wärme Wind- und Sonnenenergie und indirekt Umweltwärme eingesetzt werden. Eine Metropole wie Hamburg besitzt umfangreiche Gebäudeflächen, an denen solarthermisch oder photovoltaisch Energie gewonnen werden kann. Von Bedeutung ist hierbei, dass auf Grund solcher schwerpunktmäßig im Sommer auftretenden Energie-Beiträge mehr Windenergie im Winterhalbjahr genutzt werden kann.

Solarkollektoren sind technisch weitgehend ausgereift. Es wird aber noch an vielen Verbesserungen gearbeitet ([Stryi 10]). Die Leitstudie 2010 ([Nitsch 11]) weist darauf hin, dass in Dänemark Kollektorfelder mit deutlich geringeren Kosten errichtet werden als in Deutschland.

Bei der **Erwärmung von Trinkwasser** können Solarkollektoren schon heute eine wichtige Rolle spielen, da ein Deckungsgrad von etwa 60 % gut erreichbar ist und die Raumwärme erzeugenden Heizanlagen im Sommerhalbjahr abgestellt werden können.

Veranlasst durch die staatlichen Förderungsbedingungen wurden in den letzten Jahren zunehmend Solarkollektoren für eine **Kombination von Warmwasserbereitung und Raumheizung** installiert. Für diese erweiterte Verwendung sind wesentlich größere Solarkollektorflächen und Warmwasserspeicher als bei der reinen Trinkwassererwärmung notwendig. In den Sommermonaten wird mit solchen Anlagen viel Wärmeenergie bereitgestellt, die nicht

---

<sup>69</sup> In der Leitstudie 2010 spielt Strom aus Tiefengeothermie erst ab etwa 2025 eine Rolle und hat 2050 etwa einen Anteil von 4 % am gesamten Stromverbrauch.

<sup>70</sup> Im gesamten norddeutschen Becken werden Aquifere mit mindestens 60 °C Wassertemperatur erwartet ([BMU 09]).

verwertet wird. Gegenwärtig werden sogar Kollektoren entwickelt, die ihr Leistungsvermögen im Sommer reduzieren, um eine Überhitzung („Stagnation“) der Kollektoren zu vermeiden. Während leicht installierbare Kollektoren zur Trinkwassererwärmung nahezu wirtschaftlich arbeiten können, ist die Wirtschaftlichkeit von Solarkollektoren zur Heizungsunterstützung ohne Förderung auch auf längere Sicht zweifelhaft, solange ein effektiver Beitrag zur Raumheizung im Wesentlichen nur in begrenzten Zeitabschnitten am Beginn und am Ende der Heizperiode erbracht wird ([BSW 11]). Dies gilt besonders vor dem Hintergrund abnehmender Heizenergiebedarfe und Heizzeiten bei Neubauten.

**Saisonale Wärmespeicher** zur Langzeitspeicherung von Wärme, die mit Solarkollektoren gewonnen wurde, interessieren mehr für kleine Siedlungen als für Einzelgebäude.<sup>71</sup>

Attraktiv ist hierbei, dass die gesamte im Sommer bereitgestellte Wärme verwertet werden kann, weil alle Beiträge in einem großen Wärmespeicher aufgesammelt werden. Seit etwa 15 Jahren wurde in Deutschland ein gutes Dutzend großer Langzeitwärmespeicher mit saisonaler Speicherung bei Speichervolumina zwischen 300 und 20.000 m<sup>3</sup> Wasseräquivalent gebaut und erprobt. Trotz diverser Verbesserungen ist erkennbar, dass die Dachfläche einer Gruppe von Reihenhäusern nicht ohne weiteres ausreicht, um deren Vollversorgung mit Wärme sicherzustellen, dass eine Speicherung der Wärme über die ganze Wintersaison hinweg schwierig ist und dass die Wärme-Gestehungskosten noch weit über diejenigen von alternativen Lösungen liegen ([Mangold 06]).

Bei neu gebauten Siedlungen erscheint eine solare Vollversorgung mit saisonaler Wärmespeicherung nach weiteren technischen Verbesserungen in nennenswertem Umfang einsetzbar, wenn es gelingt, Marktfähigkeit zu erreichen. Im Gebäudebestand sind die Aussichten nicht besonders rosig, da die Verlegung eines Nahwärmenetzes aus wirtschaftlichen Gründen eine verdichtete Bebauung erfordert, in verdichtet bebauten Gebieten mit Mehrfamilienhäusern aber in der Regel nicht genug frei verfügbarer Platz für Solarkollektoren zur saisonalen Wärmespeicherung vorhanden ist.

Größere Wärmespeicher für Ausgleichsvorgänge im Zeitraum von wenigen Tagen können den Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen sehr gut ergänzen. Mit Hilfe von Wärmespeichern können KWK-Anlagen ihren Betrieb an den Erfordernissen des elektrischen Systems ausrichten.

**Vorrang für Solarkollektoren oder für Photozellen?** Solarthermische und photovoltaische Anlagen können um die gleichen Dachflächen konkurrieren. Daher wird im Basisgutachten die Frage eines **Vorranges** bei der Nutzung diskutiert. Ein eindeutiges Ergebnis wird dabei nicht erzielt. Das Basisgutachten gibt in Abbildung 9 für Solarthermie ein relativ großes Potenzial von 5 TWh/a für alle Hamburger Dächer an. Es wird argumentiert: Da Solarkollektoren die eingestrahlte Sonnenenergie besser nutzen würden als PV-Anlagen, könnte es mittelfristig erforderlich sein, einen Vorrang für Solarkollektoren zu definieren (S. 69). Andererseits hält es das Basisgutachten für möglich, dass es bei einer weiteren Entwicklung der Stromversorgung sinnvoll sein könnte, bei häufig auftretenden hohen Stromüberschüssen, diese in Form von Wärme zu speichern, was Solarkollektoren obsolet machen könnte.

---

<sup>71</sup> In Hamburg gibt es Erfahrungen mit der Solarsiedlung Bramfeld, bei der 125 Reihenhäuser mit 3000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche bestückt wurde und Solarenergie in einem Erdwassertank mit 4.500 m<sup>3</sup> gespeichert wird.

In der Tat gibt Abb. 3.7 der „Leitstudie 2010“ als typische flächenspezifische Energieerträge für Mitteleuropa an: Kollektor: 250 kWh<sub>th</sub>/(m<sup>2</sup>a); Photovoltaik: 100 kWh<sub>el</sub>/(m<sup>2</sup>a). Die Begründung eines höheren Ertrags für einen Vorrang von Solarkollektoren dürfte sich aber relativieren, wenn man einerseits die unterschiedliche Exergie der jeweiligen Erträge bedenkt und andererseits den verringerten sommerlichen Ausnutzungsgrad von Kollektoren, die keine saisonalen Speicheranlagen speisen.

Dem Vorschlag, Wasser nicht mit Solarkollektoren, sondern mit überschüssigem EE-Strom zu erwärmen, ist zu widersprechen. Einerseits kann, wie oben erläutert, überschüssige elektrische Energie in Langzeit-Energiespeichern aufbewahrt werden, andererseits treten solche Überschüsse nicht regelmäßig auf. Es würden sich also in Zeiten ohne Stromspitzen die bekannten Probleme einer Wärmespeicherung über längere Zeitintervalle einstellen oder es müsste auch im Sommer in erheblichem Umfang Niedertemperaturwärme unter hohen Exergieverlusten mit nicht überschüssigem Strom erzeugt werden.<sup>72</sup>

Beim Vergleich dieser beiden Nutzungen ist außerdem zu beachten, dass PV-Anlagen auch im tiefen Winter noch einen, wenn auch kleinen Ertrag bringen (wenn sie nicht mit Schnee bedeckt sind), während Solarkollektoren beim Hamburger Klima in einem Zeitraum von 3 bis 4 Monaten die Flüssigkeit im Kollektorkreislauf kaum auf die für eine sinnvolle Anwendung notwendige Temperatur anheben können.

Gesichtspunkte des jahreszeitlichen Energiebedarfs sprechen sehr deutlich für die Bevorzugung der Solarthermie. Das wird in Kapitel 8.8.1 näher ausgeführt.<sup>73</sup> Für einen rascheren Ausbau der Solarthermie spricht zudem, dass diese im Unterschied zur Photovoltaik keine Anpassungsnotwendigkeiten in den elektrischen Verteilnetzen nach sich zieht.

### **Oberflächengeothermie und Umweltwärme:**

Um Wärme aus Oberflächengeothermie (Umweltwärme) bereitzustellen, wird Strom oder Gas in Wärmepumpen eingesetzt. Beim gegenwärtigen Strommix ergibt sich hierbei keine bedeutende CO<sub>2</sub>-Minderung im Vergleich zu einer Brennwertheizung mit Erdgas. Mit wachsendem Anteil an regenerativem Strom verbessert sich diese Situation.

Vorzugsweise sollte die Umweltwärme dem Erdreich oder dem Grundwasser entnommen werden. Denn bei monoenergetischen Außenluft-Wärmepumpen ist nicht nur die Jahresar-

---

<sup>72</sup> Im Dezember 2010 kündigten RWE Effizienz GmbH, Vaillant Deutschland GmbH und PowerPlus Technologies GmbH ein neues Mikro-KWK-System an, bei dem überschüssiger Wind- und Solarstrom über einen Heizstab einen großen Warmwasserspeicher aufheizen soll.

Im März 2011 meldeten Siemens und RWE Energy ein „Windheizung“ genanntes Entwicklungsprojekt, das das Aufladen von Elektro-Speicherheizungen mit fluktuierenden Ökostromspitzen zum Ziel hat. Elektro-Speicherheizungen, die Windstromspitzen verwerten, verstärken bei Windstromflauten die Bedarfslücken, weil sie im Tagesrhythmus versorgt werden müssen.

Beide Vorhaben begünstigen durch den Abbau von EE-Stromspitzen den unregelmäßigen Dauerbetrieb der Grundlastkraftwerke des RWE-Konzerns und sind daher aus Konzernsicht attraktiv. Siemens und RWE hätten aber genug Finanzmittel, um stärker in die Entwicklung von Energiespeichern zu investieren. Bemerkenswert ist das zweite Vorhaben auch deshalb, weil offizielle Regierungspläne eine beschleunigte Substituierung von elektrischen Direkt- und Speicherheizungen vorsehen und nach der EnEV 2009 elektrische Speicherheizungen in absehbarer Zeit außer Betrieb genommen werden müssen.

<sup>73</sup> Eine allgemeinere Begründung für die Zurückstellung von PV-Anlagen findet sich in [Heide 10].

beitszahl niedriger, sondern der Strombedarf ist umso größer, je niedriger die Außentemperaturen sind. Bei tiefen Außentemperaturen ähneln diese Wärmepumpen Direktstrom-Heizungen. Diese Eigenschaft widerspricht klar der wünschenswerten Bedarfs-Entlastung der Wintermonate und passt schlecht zum jahreszeitlichen Verlauf des Energieangebots. Im Basisgutachten wird im Kapitel „5.2.3.2 Versorgung mit Wärme“ beim zukünftigen Einsatz von Wärmepumpen ein Backup für nötig gehalten. Das mag für Luft/Wasser-Wärmepumpen zutreffen. Da Wärmepumpen einen erheblich wachsenden Anteil am Wärmemarkt übernehmen werden, sollte Hamburg hier steuernd eingreifen, um zu verhindern, dass sich durch den erhöhten Energiebedarf von Luft-Wärmepumpen im Hochwinter die Probleme des jahreszeitlichen Ungleichgewichts des Energiebedarfs in ungünstiger Weise verschärfen.

## 8.8 Eckpunkte einer langfristigen Wärmeversorgung der Hamburger Gebäude

### 8.8.1 Solarthermie und Photovoltaik

Hamburg liegt beim Einsatz von Solarkollektoren zur Warmwasserversorgung gemessen am Bundesdurchschnitt weit zurück. Unter den deutschen Großstädten belegt es nach der Wertung der „Solarbundesliga“ Anfang 2010 bei der Solarthermie nur den 23. Rang.

In ganz Deutschland wurden bis 2009 nahezu 13 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorfläche mit einer Leistung von 9,0 GW<sub>th</sub> installiert ([BMU 10]). 2010 trugen die installierten Anlagen 5,0 TWh zur Wärmeproduktion in Deutschland bei. Ihr Anteil lag damit allerdings erst bei 0,36 % des gesamten Wärmeverbrauchs. In der gesamten BRD soll nach der Leitstudie 2010 der Wärmebeitrag der Solarkollektoren zwischen 2010 und 2050 wie in Tabelle 7 zunehmen. Die in dieser Tabelle als Sollwerte für Hamburg angegebenen Wärmebeiträge wurden entsprechend dem Bevölkerungsanteil Hamburgs aus den BRD-Werten abgeleitet.

	2010		2020		2050	
	BRD	HH-Soll	BRD	HH-Soll	BRD	HH-Soll
Wärme von Solarkollektoren in TWh/a	5,0	0,11	19,5	0,44	95	2,4
Kollektorfläche in Mio. m <sup>2</sup>		<b>0,3</b>		<b>1,2</b>		<b>6,8</b>
Anteil am gesamten Wärmeverbrauch	0,36 %		1,6 %		8,4 %	

**Tabelle 7:** Beitrag von Solarkollektoren zum gesamten Wärmeverbrauch (Endenergie): für die BRD nach der „Leitstudie 2010“ ([Nitsch 11]); für Hamburg im gleichen Umfang gemäß Bevölkerungsanteil

Mit rund 5000 geförderten Solarthermieanlagen bis Februar 2010<sup>74</sup> befinden sich auf Hamburger Dächern weniger als 0,1 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Trotz großzügiger Förderung liegt Hamburg damit bei der Solarthermie gegenüber dem Bundesdurchschnitt um einen Faktor 3 zurück, da statt des Sollwerts von 0,11 TWh/a nur 0,035 TWh/a erreicht sind. Die jährliche

<sup>74</sup> Bürgerschafts-Drs. 19/5369

solare Einstrahlung ist in Hamburg nur wenig kleiner als im Bundesdurchschnitt und kommt damit nicht als wichtigste Ursache zur Erklärung dieses Rückstands in Betracht.

Um den deutschen Durchschnittswert für 2020 zu erreichen, muss die Kollektorfläche in Hamburg um einen Faktor 12 gegenüber 2010 erhöht werden. Die installierte Kollektorfläche muss auf etwa 1,2 Mio. m<sup>2</sup> steigen. Im Basisgutachten wurde für 2020 nur eine Kollektorfläche von 0,5 Mio. m<sup>2</sup> vorgeschlagen, das heißt nur etwa 40 % des der Leitstudie 2010 entsprechenden BRD-Durchschnittswertes.

Der gravierende Rückstand Hamburgs beim Einsatz von solarer Wärme im Vergleich zum Bundesdurchschnitt trotz großzügiger Förderung legt es nahe, eine Verpflichtung zum Einsatz solarer Wärme auch bei Bestandsgebäuden einzuführen. Ein Ersatz für die Verwendung von Solarenergie sollte dabei nur dann zulässig sein, wenn ein Gebäude keine ausreichend großen Flächen aufweist, die sich für die Gewinnung von Solarenergie eignen. Diese Empfehlung widerspricht der folgenden Einschätzung des Basisgutachtens: „Hamburg könnte den Spielraum des EEWärmeG nutzen und die Verwendung erneuerbarer Energien auch bei der Sanierung bestehender Gebäude vorschreiben. Es ist jedoch im Einzelfall abzuwägen, ob eine bessere Sanierung oder der Einsatz erneuerbarer Energien wirtschaftlicher ist.“ Ein ähnlicher Standpunkt wurde auch schon in [Groscurth 05, S. 52] vertreten. Eine ganze Reihe von Gründen einschließlich Praxiserfahrungen sprechen in diesem Fall jedoch dagegen, die Steigerung des Einsatzes solarer Wärme „technologieoffen“ dem Markt zu überlassen.

Es zeichnet sich ab, dass eine **starke Nutzung der Solarthermie** ein Baustein aller unterschiedlichen Wärmeversorgungs-Szenarien in Hamburg sein muss. Der Einsatz von Solarthermie in Hamburg für die Erwärmung von Trinkwasser sollte möglichst bald mit Nachdruck vorangetrieben werden. Nach den bisherigen Ergebnissen reicht finanzielle Förderung hierfür nicht aus. Es sollte daher bei der Neuinstallation von Heizanlagen und bei der Sanierung von Dächern ein verpflichtender Einsatz ähnlich den öffentlich-rechtlichen Regelungen in Marburg und in Baden-Württemberg vorgeschrieben werden.

Hamburgs Dachflächen sollten grundsätzlich bei allen geeigneten Gebäuden so weit für Solarthermie genutzt werden, dass sich für die Erwärmung des benötigten Trinkwassers ein solarer Deckungsgrad von etwa zwei Dritteln ergibt. Ob sich ohne Förderung auch eine Heizungsunterstützung mit Solarkollektoren auf Dauer als annähernd wirtschaftlich erweisen kann, muss sich zeigen. Ebenfalls zweifelhaft erscheint, ob eine Vollversorgung ganzer Siedlungen mit Wärme durch saisonale Speicherung in der Breite sinnvoll und durchsetzbar ist.

Der größte Teil brauchbarer Dachflächen würde damit für die Nutzung durch PV-Anlagen verfügbar bleiben, von denen erwartet wird, dass sie mittelfristig Strom zu konkurrenzfähigen Preisen liefern können. Der Nutzen von PV-Anlagen auf Hamburger Dächern hängt stark vom zukünftigen Energiesystem ab, vor allem davon, ob Langzeitspeicher für Strom in einem Umfang zur Verfügung stehen werden, dass der Teil des sommerlichen PV-Stroms, der nicht zeitnah verwendet wird, längerfristig gespeichert werden kann. Bis sich die zukünftige Energiestruktur genauer abzeichnet und bis die Investitionskosten für PV-Anlagen im Vergleich zu heute erheblich gesunken sind, erscheint eine Förderung von PV-Anlagen durch Hamburg nicht notwendig. HAMBURG ENERGIE sollte sich mehr um Windenergieanlagen - vornehmlich offshore-Anlagen - als um Photovoltaikanlagen kümmern.

### 8.8.2 Heizanlagen

In der von der BSU mitfinanzierten Studie zu den Perspektiven des Wärmemarktes in Norddeutschland bis 2020 [Jahn 09] wird erwartet, dass in den Stadtstaaten Bremen und Hamburg die Wärmebereitstellung auf erneuerbarer Basis derzeit und in Zukunft überwiegend durch solarthermische Anlagen und durch die Nutzung der Geothermie erfolgen wird und der Beitrag der Biomasse nur von untergeordneter Bedeutung ist.

Bis 2050 soll nach dem Vorschlag des Basisgutachtens der Bedarf an Raumwärme gegenüber 2006 um 65 % gesunken sein. Der Wärmepreis könnte bis dahin signifikant gestiegen sein, da Wärme nicht mehr wie heute bei hohen externen Kosten durch Verbrennung fossiler Energieträger erzeugt werden kann. Ein erheblicher Teil der Raumwärme wird mit Wärmepumpen aus der aktuellen Stromerzeugung gewonnen werden. Ein wahrscheinlich nicht unbedeutender Beitrag muss aus Langzeit-Energiespeichern genommen werden, die nur einen Teil der Energie, die ursprünglich eingespeist wurde, wieder ausspeisen können. Aus dieser Überlegung ergibt sich ein zusätzlicher wirtschaftlicher Anreiz für ein hohes Niveau bei der energetischen Gebäudesanierung.

Hinsichtlich geeigneter Techniken zur Wärmeversorgung ist zu unterscheiden

- zum einen zwischen dem langsam wachsenden Anteil an Niedrigstenergiegebäuden mit Passivhaus-Niveau und den älteren, energetisch sanierten Gebäuden,
- zum anderen zwischen stark verdichteter Bebauung und lockerer Bebauung in Einzelhaus-Bauweise.

Eine Wärmeversorgung ausschließlich mit Direktstrom ist auch für heutige **Passivhäuser** nicht typisch. Bei Passivhaussiedlungen kann eine gemeinsame Wärmeversorgung sinnvoll und wirtschaftlich sein, wenn es sich um eng miteinander verbundene Gebäude (wie Reihenhäuser oder Mehrfamilienhäuser) handelt und die Versorgung bereits vor der Errichtung genau geplant wird ([Pehnt 09c]). Für die winterliche Wärmeerzeugung kommen dabei Biomasseheizungen oder Wärmepumpen in Frage. Großflächigere Nahwärmenetze dürften sich bei lockerer Bebauung und für die geringen Wärmeverbräuche des Passivhaus-Niveaus kaum lohnen. Wegen der sich klar abzeichnenden Knappheit an Biomasse sollte deren Verwendung im Bereich von Einzelhäusern auf Niedrigstenergiegebäude beschränkt werden und keine finanzielle Förderung erhalten.

Bei **energetisch sanierten Gebäuden** in **wenig verdichteten** Wohngebieten dürften zunehmend Wärmepumpen Einsatz finden. Voraussetzung ist dabei oft die Ausrüstung der Gebäude mit Flächenheizungen, die niedrige Vorlauftemperaturen gestatten. Ob eine Weiterführung von Gas-Brennwertheizungen mit EE-Methan wirtschaftlich sein kann, erscheint fraglich. Da somit der Absatz von Gas in wenig verdichteten Wohngebieten zurückgehen wird, kann hier mittelfristig ein **Rückbau** von Gasversorgungsleitungen ins Auge gefasst werden. Wenn das Gasnetz in städtische Verfügung übernommen wird, können in dieser Hinsicht längerfristige Planungen vorgenommen werden, auf die sich die betroffenen Eigentümer und Bewohner rechtzeitig einstellen können.

Prognosen für die Wärmeversorgung von Gebäuden mit **verdichteter Bauweise** ohne oder mit Wärmenetzen sind schwieriger. Eine weitgehend einheitliche erneuerbare Versorgung im Jahr 2050 zeichnet sich gegenwärtig noch nicht ab. Die „Leitstudie 2010“ sieht nach Bild 19 im Jahr 2050 für Raumwärme noch fossile Energieträger (Heizöl, Kohle, Erdgas) im Umfang

von 13 % des heutigen Energieverbrauchs vor. In den Szenarien der Leitstudie 2010 wird also noch etwa ein Viertel der Gebäude mit fossilen Energieträgern beheizt. Zum Betrieb von Fern- und Nahwärmenetzen wird nur noch Erdgas eingesetzt. Erdgas und Strom werden außerdem im Prozesswärmebereich benötigt.

Hamburg geht hier deutlich über die Leitstudie 2010 hinaus, wenn es sich vornimmt, dass die Fernwärme 2050 fast CO<sub>2</sub>-frei geliefert werden soll. Zunächst muss in den mit **Fernwärme** versorgten Stadtgebieten Hamburgs kurzfristig Kohle durch Erdgas ersetzt werden, weil andernfalls die verbindlichen CO<sub>2</sub>-Minderungsziele für das Jahr 2020 nicht eingehalten werden können. Währenddessen kann Hamburg verfolgen, welche Alternativen sich für die Wärmenetze und für die Bereitstellung der industriellen Prozesswärme als besonders günstig erweisen werden. Gegenwärtig dürfte die beste Methode zur Gewinnung einer fast CO<sub>2</sub>-freien Fernwärme im Jahr 2050 noch nicht vorhersehbar sein. Tiefengeothermie könnte, abhängig von dem noch zu erkundenden Potenzial in Hamburg, einen wichtigen Beitrag zur Versorgung der Fernwärmenetze leisten.

Nach Drs. 19/2978 wurden 2009 in Hamburg insgesamt gut 500.000 (rechnerische) Wohneinheiten mit Fernwärme versorgt. Die Hälfte der so versorgten Einheiten befindet sich in Wohngebäuden. Dass damit nur 20 % des gesamten Raumwärmebedarfs mit Fernwärme abgedeckt wird (Drs. 19/2978), dürfte eine Untertreibung sein. Es kann aber festgehalten werden, dass der größte Teil der Hamburger Gebäude nicht an Fernwärme-Leitungen angeschlossen ist.

Raumwärme kann nachhaltig aus Biomasse in BHKW und in KWK-Anlagen gewonnen werden. Ohne umfangreichen Import dürfte dieser Anteil wegen Nutzungskonkurrenzen aber beschränkt bleiben. In den noch mit Erdgas oder mit Fernwärme versorgten Stadtgebieten könnte langfristig EE-Wasserstoff oder EE-Methan als Ersatz für Erdgas zum Einsatz kommen. Da diese Brennstoffe wegen der Nutzung der Wärme mit hohem Gesamtnutzungsgrad in KWK-Anlagen verwendet werden sollten, wäre dies ein sinnvoller Einsatzbereich für aus erneuerbarem Strom gewonnene chemische Energieträger.

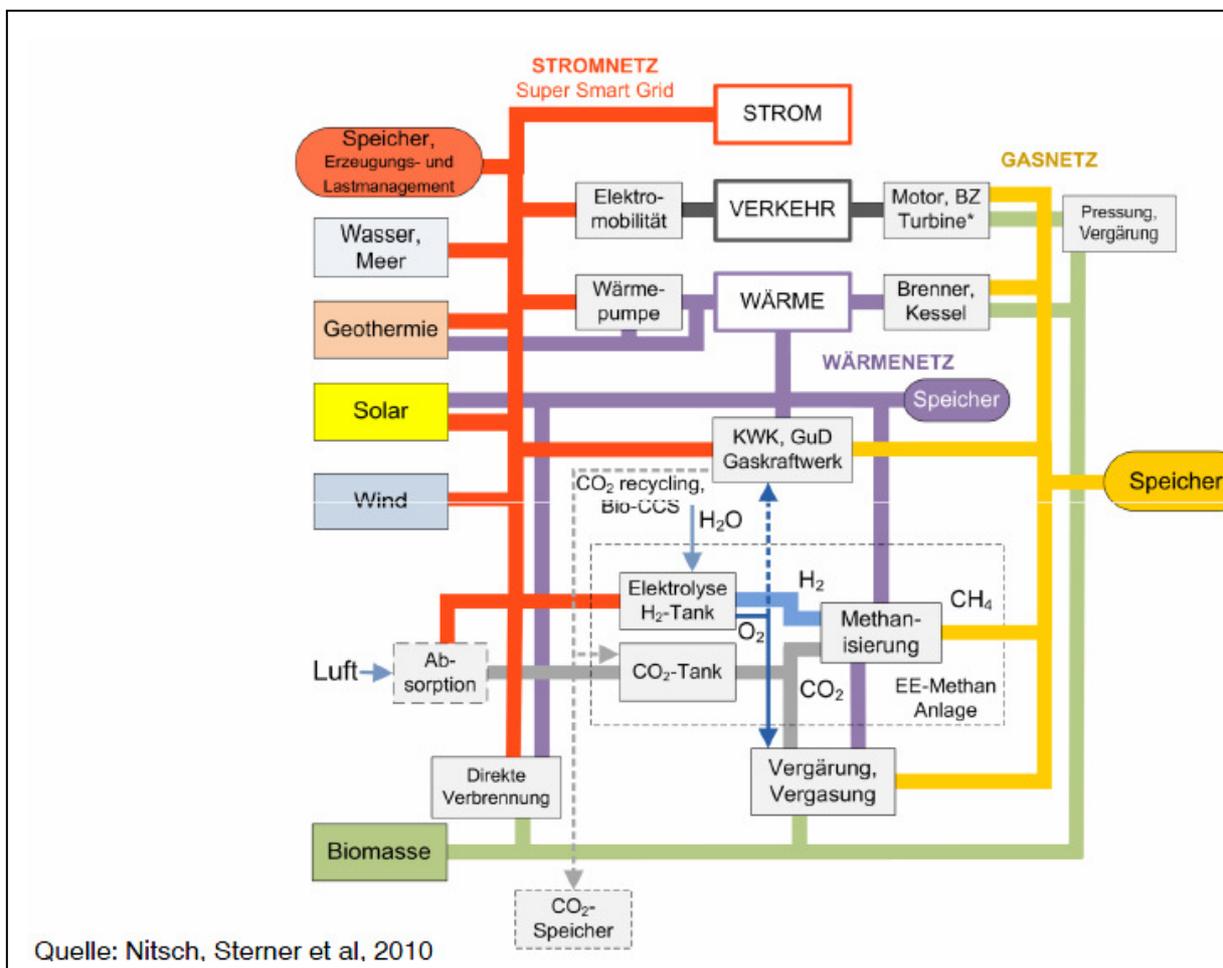
In Gebäuden, die mit **Wärmepumpen** ausgerüstet sind, würde mittelfristig bevorzugt aktueller Windstrom für Heizungszwecke eingesetzt werden. Für die Überbrückung von Windflauten werden sie gespeicherte elektrische Energie benötigen. Ob der Einsatz umfangreicher Pumpspeicher in Skandinavien oder die Speicherung von Strom in chemischen Energieträgern günstigere Wärmepreise ergeben werden, sollte in absehbarer Zeit geklärt werden. In die Betrachtung muss einbezogen werden, dass eine umfangreiche Rückverstromung von chemischen Energieträgern für den Einsatz in Wärmepumpen Verstromungsanlagen voraussetzt, die nur für begrenzte Zeitabschnitte innerhalb der Wintermonate benötigt würden. Daraus würden sich Probleme für deren Wirtschaftlichkeit ergeben. Wenn sich bei Untersuchungen mit höherem Detaillierungsgrad zeigt, dass auch im verdichteten Gebäudebereich Wärmepumpen in der Breite eingesetzt werden sollten, dann muss rechtzeitig an die Umstellung auf Heizungsanlagen mit niedrigen Vorlauftemperaturen gedacht werden.

## 8.9 Energienetze in Hamburg

Bild 21 zeigt ein Gesamtschema für die Energieversorgung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr, in dem alle relevanten Quellen erneuerbarer Energien und die wichtigsten Verbraucher und Speicher enthalten sind und die Einzelnetze informationstechnisch gesteuert miteinander verbunden sind. Das Bild zeigt, wie flexibel EE-Methan langfristig eingesetzt werden

kann. Für eine Langzeitspeicherung, die stärker auf Pumpspeicherwerke setzt, würde sich ein weniger stark vernetztes Bild ergeben.

Die „Leitstudie 2010“ ([Nitsch 11]) bezeichnet die **intelligente Vernetzung** von Strom-, Gas- und Wärmenetzen als „Leitgedanken einer vollständigen EE-Versorgung“. In einem von erneuerbaren Energien dominierten Energiesystem müssten alle drei Netze in ständigem Informationsaustausch über Energieerzeugung und -nachfrage stehen und über Speicher unterschiedlicher Kapazität und Leistung verfügen. Darüber hinaus würden stromseitig in erheblichem Umfang Erzeugungs- und Lastmanagementtechniken verwendet. Auch Gas- und Wärmenetze müssten in ein generelles Lastmanagement einbezogen werden. Die Stromnetze erstrecken sich über größere Distanzen. Über die Brücke Strom - Wasserstoff und/oder Methan wären Strom- und Gasnetze gekoppelt, um EE-Methan für Kraftstoffe und Hochtemperaturwärme sowie für die Langzeitspeicherung von Strom über Wochen und Monate verfügbar zu halten.



**Bild 21** Modell einer zukünftigen Vollversorgung mit erneuerbaren Energien auf der Basis vernetzter Strom-, Wärme- und Gasnetze mit EE-Methan als chemischem Energieträger und Langzeitspeicher. Nach [Sterner 10c] (rot: Stromnetz, gelb: Gasnetz, violett: Wärmenetz)

Nach Bild 21 könnten sich auch für das zweite wichtige Handlungsfeld Hamburgs, den **Verkehr**, neue Perspektiven ergeben, wenn sich die in die Entwicklung der Elektromobilität gesetzten Hoffnungen nicht im erhofften Umfang erfüllen sollten. Mit Methan angetriebene

Fahrzeuge sind in der Reichweite nicht beschränkt und lassen sich leicht betanken. Sie haben auch entscheidende Vorzüge gegenüber Fahrzeugen, die mit Wasserstoff angetrieben werden.

Eine besonders enge **Kopplung der Energienetze** findet sich bei den KWK-Anlagen. Aus dem Gasnetz wird Energie entnommen, mit der Strom und Wärme produziert werden. Da beide Produkte unterschiedlich nachgefragt werden, könnten kostengünstige Wärmespeicher sinnvoll sein, auf deren Entwicklung ähnlich viel Aufmerksamkeit zu richten ist wie auf die von Stromspeichern. Eine Kopplung von Strom- und Wärmenetz ergibt sich auch, wenn Wärmepumpen, um ein höheres Angebot an Strom zu nutzen, nicht für den aktuellen Verbrauch, sondern auf Vorrat in Wärmenetze einspeisen.

Bei der Lastverlagerung im Bereich von Stunden bis zu wenigen Tagen wird im Allgemeinen erwartet, dass die Einsatzzeiten von Wärmepumpen verschoben werden können. Beim Einsatz von Solarthermie zur Trinkwassererwärmung wird damit gerechnet, dass durch gespeicherte Wärme einzelne Tage mit geringer Sonneneinstrahlung überbrückt werden können. Gegenwärtig werden bei neu errichteten Gebäuden **Warmwasserspeicher** meist nicht in den hierfür notwendigen Größen installiert. Oft fehlt sogar der Platz für nachträgliche Speichererweiterungen. Hier sollten von Hamburg Anreize für Verbesserungen vorgesehen werden.

Bei der Optimierung eines vernetzten Energiesystems wie in Bild 21 wird man vor allem versuchen, den Umfang teurer Kapazitäten zur Langzeit-Energiespeicherung begrenzt zu halten. Alle Anwendungstechniken und Anwendungsbereiche müssen daher daraufhin untersucht werden, inwieweit durch sie eine Winterbelastung und eine zusätzliche Belastung von Zeitspannen mit geringer Erzeugung von EE-Strom vermieden werden kann. Da im Prozesswärmebereich 80 % des bundesweiten Verbrauchs industriebedingt sind, wäre auch hier zu prüfen, ob ohne erheblichen Aufwand Verlagerungen von Schwachwindzeiten in Starkwindzeiten und vom Winter- in das Sommerhalbjahr vorgenommen werden können.

Während die vorhandenen Energienetze gegenwärtig vor allem darauf ausgerichtet sind, Energie zu den Verbrauchern zu transportieren, müssen sie im zukünftigen, nachhaltigen Energiesystem eine wesentlich komplexere Aufgabe übernehmen. Das zu erwartende Nebeneinander einer großen Zahl von Wärmepumpen und von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme erfordert ein sehr effektives Management von Erzeugern, Netzen, Speichern und Verbrauchern.

Wie in Bild 21 angedeutet, müssen zahlreiche Koordinierungs- und Optimierungsaufgaben übernommen werden. Gegenwärtig befinden sich die Hamburger Energienetze in der Verfügung unterschiedlicher Unternehmen. Würde man in Fortsetzung dieser Situation versuchen, die Netze mit mehreren Dirigenten zu betreiben, die auch noch unterschiedliche Interessen verfolgen, würde eine Kakophonie entstehen.

Das unterstreicht die Bedeutung der Übernahme aller Hamburger Energienetze in die vollständige Verfügung durch die Freie und Hansestadt Hamburg. Ohne diese Übernahme kann eine zielgerichtete und effektive Entwicklung zum Wohl der Stadt Hamburg nicht gewährleistet werden.

## 9. Ergänzende Aspekte

### 9.1 Ausblick auf die nächsten 40 Jahre – die Verlässlichkeit von Prognosen

Im Basisgutachten wurde diskutiert, ob sich auf dem eingeschlagenen Weg auch das Klimaschutzziel von Hamburg für 2050, eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 % gegenüber 1990, erreichen lässt ([Groscurth 10] S. 90,91). Es wurde erklärt, dass es angesichts des sehr langen Zeithorizonts eher im Sinne einer Konsistenzprüfung darum ginge, ob das Minderungsziel für 2050 prinzipiell erreichbar sei. Es wurde betont, dass Hamburg nach 2020 im Bemühen um Klimaschutz keinesfalls nachlassen dürfe.

Die vorliegende Analyse unterstreicht die letzte Feststellung. Es hat sich gezeigt, dass Hamburg zur Erfüllung seiner Klimaschutzziele auch auf eine konsequentere Klimaschutzpolitik der Bundesregierung und der EU angewiesen ist. Das wird auch für den Zeitraum nach 2020 so bleiben.

Während die eher ländlich geprägten Regionen in begrenztem Umfang auf lokale Biomasse zurückgreifen und damit selbständiger im Klimaschutz voranschreiten können ([Scheffer 08; Jung 10]), ist eine Metropole mit erheblichem industriellem und gewerblichem Energieverbrauch, einem großen GHD-Sektor sowie einem sehr umfangreichen Gebäudebestand, dessen energetische Ertüchtigung teilweise aufwändig und teuer ist, darauf angewiesen, dass die Bundesregierung auf den Gebieten, auf denen sie die Gesetzgebungskompetenz besitzt, für ausreichende Vorgaben zum Klimaschutz sorgt.

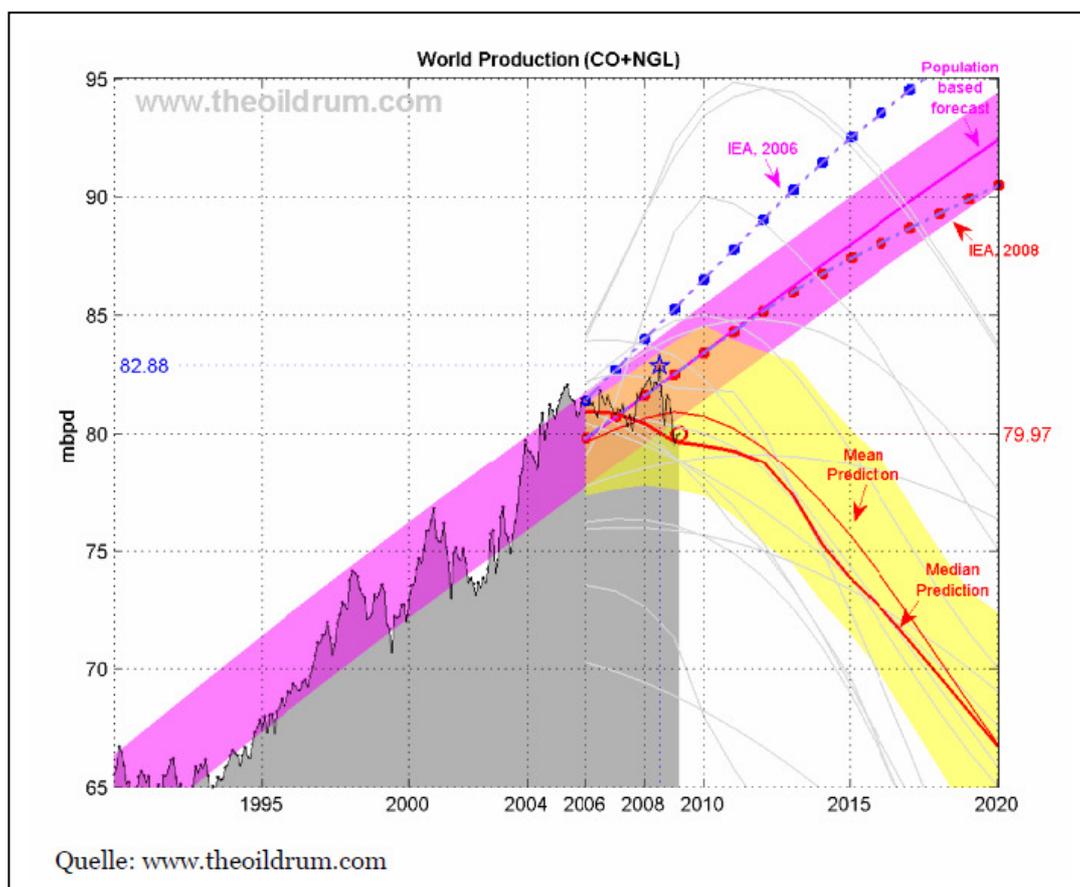
Durch jüngste Entwicklungen wurde dies in Frage gestellt:

- durch eine starke Reduzierung der Fördergelder für Gebäudesanierungen
- durch die Absicht, energetische Sanierungen für die energetisch schlechtesten Gebäude erst ab 2020 vorzusehen und auch dann nicht zu erzwingen
- durch ein sehr schwaches Energieeffizienzgesetz
- durch Laufzeitverlängerungen für Kernkraftwerke, die den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung behindern
- durch Abschwächung von Zielen der EU zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Kraftfahrzeugen
- durch zu geringe Unterstützung der Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene, insbesondere durch die Zulassung unbeschränkten Fernbusverkehrs in Konkurrenz zur elektrisch betriebenen Bahn, und durch fortgesetzte Privilegierung des Luftverkehrs.

Die Bundesregierung sollte auch ausdrücklich einräumen, dass Bundesländer wie Hamburg weiterhin eine Vorreiterrolle beim Ordnungsrecht für die Energieeinsparung im Gebäudebereich spielen können. Abschließende Regelungen des Bundes, die einen Ausschluss der Gesetzgebungskompetenz von Bundesländern auf die Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse (Art. 72 GG) gründen, sind fragwürdig, da mehr ländlich geprägte Gebiete sich einfacher gegen Folgen des Klimawandels schützen können als große Städte.

Für **Prognosen** wird wie auch hier meist vorausgesetzt, dass sich Wirtschaft und Gesellschaft ohne starke Brüche fortentwickeln.

Während diese Vermutung für Prognosen bis 2020 nicht völlig aus der Luft gegriffen ist, muss sie bis 2050 stark angezweifelt werden. Von vielen Experten wird angenommen, dass die weltweite Ölförderung sich gegenwärtig nahe am so genannten „Peak Oil“ befindet, mit der Folge, dass in absehbarer Zeit das verfügbare Volumen an gefördertem Erdöl nicht mehr der globalen Nachfrage entsprechen wird. Die IEA geht davon aus, dass bei leicht förderbarem, konventionellem Erdöl das Fördermaximum schon 2006 erreicht wurde. Das Fördermaximum inklusive unkonventionellen Rohstoffen sieht die IEA dagegen erst in den 2020er oder 2030er Jahren. Bei einer immer noch sehr stark auf Erdöl und Erdgas gestützten Volkswirtschaft wie der deutschen, wäre es sehr optimistisch, gegenwärtige Trendverläufe einfach in die fernere Zukunft fortzuschreiben.



**Bild 22** Peak-Oil-Prognosen im Vergleich (nach [Bundeswehr 10]) (Das Bild schließt unten nicht mit Null ab!)

Die Studie [Bundeswehr 10] untersucht mögliche Entwicklungen nach dem globalen Peak Oil und die daraus folgenden Herausforderungen für Deutschland.

Der graue Bereich in Bild 22 zeigt die bisherige weltweite Ölproduktion. Rechts sind eine mittlere Prognose und die Median-Prognose von 15 Peak-Oil-Studien dargestellt, die alle den Peak vor 2020 vorhersagen. Rechts oben sind im magentafarbenen Bereich populationsbasierte Modellvorhersagen der International Energy Agency (IEA) zu sehen, welche davon ausge-

hen, dass die Ölproduktion im Verhältnis zur Bevölkerung weiter wachsen wird. Diese Angaben der IEA könnten auch Vorhersagen für die Nachfrageentwicklung repräsentieren.

Auch wenn verlässliche Vorhersagen äußerst schwierig sind, sollten entsprechende Überlegungen im Masterplan für den Klimaschutz in Hamburg nicht ausgeblendet werden. In der Bundeswehr wird die Problematik bereits sehr ernst genommen, wie die genannte Studie zeigt. Stichworte sind Mobilitätskrise, Rezession, Wirtschaftskrise, Massenarbeitslosigkeit, Zusammenbruch des Finanzsystems, Staatsbankrotte, Hungersnöte.

Es gibt zahlreiche Gründe dafür, die Transformation in ein post-fossiles Energiesystem nicht in allzu rosigem Licht zu betrachten.

Nach den jüngsten Erfahrungen der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise erscheinen die in den meisten Jahr-2050-Studien einfließenden Annahmen von stabilen und störungsfreien ökonomischen Randbedingungen bis zur vollständigen Umstellung auf erneuerbare Energie blauäugig.

- Es gibt viele Hinweise auf künftige Knappheiten bei Ressourcen, die für die Transformation in ein nachhaltiges Energiesystem benötigt werden. An diesem Punkt wird auch deutlich, wie eng Klimaschutz, Ressourcenschutz und Energieversorgungssicherheit miteinander verbunden sind.
- Für die Zeit nach dem Peak Oil wird ein starkes Schwanken bei den Preisen der fossilen Energierohstoffe vorhergesagt, was möglicherweise bereits beobachtbar ist.
- Eine ausschließliche und langfristige Ausrichtung an der „Leitstudie Erneuerbare Energien“ des BMU [Nitsch 08] kann dazu führen, dass Probleme einer diskontinuierlichen Entwicklung übersehen werden. In den Leitstudien des BMU wird mittelfristig mit einem so starken Absinken der Preise für erneuerbare Energien gerechnet, dass sich Subventionen und unterstützende Instrumente wie das EEG erübrigen könnten. Möglicherweise sind das zu optimistische Prognosen.
- Es mehren sich die Hinweise, dass der Klimawandel schneller voranschreitet als bisher vom Weltklimarat IPCC vorhergesagt. Insbesondere ist es möglich, dass Kippunkte überschritten werden, die beschleunigend wirken. Für die Industrieländer, die den Klimawandel verursacht haben, wird sich dann die Frage stellen, ob der Ausstoß von Treibhausgasen nicht viel schneller abgesenkt werden muss, als bisher vorgesehen.

Ein zu optimistischer *Masterplan für den Klimaschutz in Hamburg* könnte sich in diesem Sinn leicht als „Schönwetterplan“ erweisen. Daher wäre es nicht falsch, schon im Rahmen der Erarbeitung des Masterplans über einen **Plan B** nachzudenken, der Maßnahmen enthalten müsste, die noch erheblich mehr zur Stabilisierung des Klimas beitragen.

Im Gefolge der nuklearen Katastrophe von Fukushima werden nicht wenige Vorschläge präsentiert, die ein rascheres Absenken der Treibhausgase vorsehen als die „Leitstudien“ des BMU oder gar die „Energieszenarien“ der schwarz-gelben Bundesregierung.

## 9.2 Klimaschutz nicht auf die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung reduzieren!

Die realistisch angelegte Betrachtung in Kapitel 7 hat gezeigt, dass bei einer Fortschreibung der gegenwärtigen Rahmenbedingungen, vor allem derjenigen, die die Bundesregierung im Jahr 2010 vorgab, das Erreichen der Klimaschutzziele Hamburgs nur bei einem sehr großem Einsatz der Freien und Hansestadt Hamburg möglich sein wird.

Damit verstärkt sich die Gefahr, dass alle Vorhaben und Maßnahmen in Hamburg die klima- und umweltpolitisch relevant sind, in erster Linie an ihrem Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Bilanz gemessen werden.

Sinnvolle und notwendige Maßnahmen, die erhebliche Bedeutung für den Klimaschutz, den Ressourcenschutz und die Energieversorgungssicherheit haben, könnten so verworfen oder zurückgestellt werden, weil sie nach der Verursacherbilanz hinsichtlich ihrer **CO<sub>2</sub>-Minderung** nicht wichtig genug erscheinen.

Einige **Beispiele**:

- Emissionen aus dem **Flug- und Schiffsverkehr** werden aus der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Basisgutachtens ausgespart, da der von Hamburg verursachte Anteil für klein gehalten wird, aber auch schwer bestimmbar wäre.<sup>75</sup> Wenn nur an die bilanzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen gedacht wird, dann würden Maßnahmen zur Eindämmung und Verhinderung der Schwerölbrennung im Hafen an Interesse verlieren und der Luftverkehr als klimaschädlichste Form der Mobilität würde ungebremst weiter wachsen.
- **Rußpartikel** aus Dieselmotoren tragen maßgeblich zur Klimaerwärmung bei. Daher sollten nach einem Vorschlag der UN-Umweltorganisation möglichst rasch alle Dieselfahrzeuge und Baumaschinen mit Partikelfiltern ausgerüstet werden. Ihre Reduzierung hätte schnelle klimaschonende Auswirkungen, weil sich Ruß bei weitem nicht so lange in der Atmosphäre hält wie CO<sub>2</sub>. Ein durch die Einführung von Umweltzonen leistbarer Beitrag zum Klimaschutz würde aber bei einer reinen CO<sub>2</sub>-Bilanzierung nicht ausreichend gewürdigt.
- Die Aufmerksamkeit für Emissionen aus **nicht-energetischen Prozessen**, soweit sie nicht wie die Zementherstellung in großen Anlagen dem Emissionshandel unterliegen, und für Emissionen, die bei der Herstellung von nach Hamburg **importierten und hier konsumierten Produkten** entstanden sind, könnte schwinden. Die Förderung eines klimaschonenden Kaufverhaltens Hamburger Bürger wirkt sich nur teilweise auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus.

---

<sup>75</sup> Die Zuständigkeit für lärmbezogene Landegebühren liegt beim Bundesland. Mit der emissionsbezogenen Ausgestaltung der Landeentgelte kann ein Anreiz für den Einsatz schadstoffärmerer moderner Flugzeuge geschaffen werden. Durch die indirekte Klimawirksamkeit von NO<sub>x</sub> ist dies ein unmittelbarer Beitrag zur Reduzierung des Treibhauseffektes.

Die Flughäfen München und Frankfurt haben sich bereit erklärt, eine dreijährige, aufkommensneutral ausgestaltete Testphase durchzuführen, die zum 01.01.2008 starten soll. Die Bundesregierung wird nach ca. einem Jahr einen Erfahrungsbericht vorlegen. Bei positiver Bewertung wird sich die Bundesregierung dafür einsetzen, dass weitere Flughäfen das Instrument anwenden. (Quelle: BMVBS)

- Ein Engagement wie das der Stadtwerke München bei der Errichtung neuer Anlagen zur Erzeugung von Erneuerbaren Strom ist wichtig für eine raschere Umstellung auf erneuerbare Energien. Auch Hamburg könnte sich an der Errichtung von **offshore-Windparks** beteiligen. Ein solches Engagement wird aber bei einer Verursacherbilanz für die Stadt nicht mitgezählt.

Es soll hier noch einmal darauf hingewiesen werden, dass eine unzureichende Bewertung des gehandelten „Ökostroms“ im Hinblick auf seine CO<sub>2</sub>-Emissionen Anlass für falsche Bewertungen und Entscheidungen sein kann. Der „Ökostrom“-Bezug der S-Bahn in Hamburg wird auf S. 80 des Basisgutachtens andeutungsweise so eingeordnet.

- Auch die Vermeidung von **energieintensiven Baustoffen** zählt wegen der Bewertung nach der Verursacherbilanz für die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt nicht, es sei denn der Baustoff würde in Hamburg selbst hergestellt.
- In erweiterter Form gilt Ähnliches für die Beziehung zwischen CO<sub>2</sub> und den **anderen Treibhausgasen**. Eine Verringerung von klimawirksamen Stoffen neben CO<sub>2</sub> (Fluor-derivate der aliphatischen und cyclischen Kohlenwasserstoffe (FKW, H-FKW)) könnte, weil dadurch die CO<sub>2</sub>-Bilanz nicht verbessert wird, geringere Unterstützung erhalten als ihr aus Klimaschutzgründen zukäme. Nach der „Leitstudie 2010“ ([Nitsch 11]) ist mit der dort als Ziel bis 2050 vorgegebenen Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 85 % nur eine Reduzierung der Treibhausgase um 80 % verbunden!

Im Masterplan Klimaschutz für Hamburg sollte daher klargestellt werden, dass Hamburg in angemessener Weise dazu beizutragen wird, dass die Erderwärmung auf weniger als 2°C begrenzt wird und dass Klimaschutz-Maßnahmen nach ihrer Klimaschutzwirkung und nicht nur nach der mit ihnen verbundenen Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bewertet werden sollten.

Kopenhagen hat sich im Rahmen der *Initiative Climate Neutral Network* (CN Net) des UNEP (United Nations Environment Programme) das Ziel gesetzt, die erste klimaneutrale Hauptstadt der Welt zu werden.<sup>76 77</sup> Die Stadt Freiburg ist bereits Mitglied dieser Initiative. Auch Hamburg könnte sich dem CN Net anschließen und im *Masterplan für den Klimaschutz in Hamburg* festlegen, bis zu welchem Jahr Klimaneutralität erreicht werden soll.

### 9.3 Gesetzliche Festlegungen statt Selbstverpflichtungen

Die anlässlich der *City Climate Conference Hamburg 2009* durch die Stadtentwicklungs-Senatorin unterzeichnete „Hamburger Erklärung für Klimaschutz“ enthält eine Selbstverpflichtung zur Verringerung des **Treibhausgasausstoßes** Hamburgs bis 2050 um mindestens 80 Prozent ([FHH 09d]).

Hamburg ist Mitglied im *Klima-Bündnis*. Dessen Mitglieder haben sich im Jahr 2006 zu einer kontinuierlichen Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen verpflichtet. Die Satzung sieht

---

<sup>76</sup> Von 1990 bis 2008 wurden in Kopenhagen die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 20 % reduziert. Nächstes Zwischenziel: Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2015 um 20 % gegenüber 2005. 2025 soll die Klimaneutralität erreicht werden.

<sup>77</sup> Im allgemeinen bedeutet „klimaneutral“, dass nicht mehr Kohlendioxid freigesetzt wird als gebunden wird. Dabei kann das Umland in die Bilanzierung einbezogen werden.

vor: „Ziel ist, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß alle fünf Jahre um zehn Prozent zu reduzieren. Dabei soll der wichtige Meilenstein einer Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (Basisjahr 1990) bis spätestens 2030 erreicht werden.“ Was geschieht, wenn diese Ziele nicht erreicht werden? Nun – es handelt sich nur um Selbstverpflichtungen!

Im Hamburgischen Klimaschutzgesetz gibt es bisher keine quantitativen Zielsetzungen zur Reduktion der von Hamburg verursachten Treibhausgase. Damit auch keine Zeitangaben und Absicherungen zur Einhaltung der Ziele.

Hamburg hat die in Kapitel 1.1 genannten Ziele zwar als verbindlich erklärt, eine gesetzliche Festlegung würde sie aber auch über Regierungswechsel hinweg besser absichern. Gesetzlich abgesicherte Klimaschutzziele würden für die Hamburger Bürger über längere Zeiträume hinweg einen verlässlicheren Rahmen bilden, auch im Hinblick auf Investitions- und Planungssicherheit.

Umweltverbände wie BUND und WWF treten seit längerem für eine gesetzliche Festlegung der Klimaschutzziele ein. Als Vorbild wird das britische Klimaschutzgesetz genannt. In Nordrhein-Westfalen wird gegenwärtig ein Klimaschutzgesetz vorbereitet, nach welchem CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele zu festgelegten Zeitpunkten einzuhalten sind. Im Bundestag haben alle Oppositionsparteien im Jahr 2010 Anträge für Klimaschutzgesetze eingebracht, in denen die verbindliche Festlegung von mittel- und langfristigen Klimaschutzziele gefordert wird.

Mit einer eigenen Aktivität in dieser Richtung könnte Hamburg als europäische Umwelthauptstadt 2011 ein Zeichen setzen. Auch die Festlegung sektoraler Einzelziele könnte hilfreich sein.

#### **9.4 Stadt als Vorbild**

Hamburg hat sich verpflichtet, ein Klimaschutzprogramm zu entwickeln, umzusetzen und kontinuierlich auf seine Effektivität hin zu kontrollieren, das sich am 2-Grad-Ziel orientiert. Da Hamburg nur 0,6 Promille zum weltweiten Ausstoß von Treibhausgasen beiträgt, könnten die Hamburger Anstrengungen wie ein Tropfen auf den heißen Stein erscheinen.

Die Bedeutung des Hamburger Klimaschutzprogramms ist jedoch erheblich größer, wenn die Vorbild-Wirkung bedacht wird. Wenn Hamburg zeigen kann, dass es die von ihm zu leistenden Klimaschutzbeiträge zuverlässig erfüllt werden und dass ein planmäßiger Übergang in ein nachhaltiges Energiesystem praktisch möglich ist, dann kann das ein wesentlicher Ansporn für andere Metropolen sein, ihre eigenen Beiträge ebenso ernst zu nehmen und von der Vorgehensweise Hamburgs und von seinen Erfahrungen zu lernen.

Für eine solche Vorbildwirkung ist es von ausschlaggebender Bedeutung, dass die Seriosität der Klimaschutz-Leistungen Hamburgs über allen Zweifel erhaben ist. Daher ist es sehr wichtig, dass auf umstrittene Elemente, wie die oben kritisierte Anrechnung von „Grünstrom“ in der CO<sub>2</sub>-Minderungs-Bilanz ebenso verzichtet wird wie auf die von interessierter Seite zunehmend beworbene Anrechnung von „Kompensations-Leistungen“, mit deren Hilfe sich Städte billige Zertifikate für „den Weg zu einer klimaneutralen Kommune“ kaufen können.

## Anhang: Kritische Anmerkungen zum Gutachten von Ecofys

### 1. Terminologie

Im Ergänzungsgutachten [Hermelink 10] wird die bauphysikalische Terminologie nicht korrekt verwendet. Daher sind manche Aussagen mehrdeutig, unklar oder missverständlich.

Bauphysikalische Berechnungen auf der Basis von Kennwerten liefern Wärmebedarfe und nicht tatsächliche Wärmeverbräuche.<sup>78</sup> Messungen liefern tatsächliche Wärmeverbräuche.

In der Verbrauchsstatistik werden Verbrauchswerte angegeben. Aus ihnen werden die zugehörigen CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet.

„Im Referenzszenario wird abgeschätzt, wie sich die Wärmebedarfe für Raumwärme und Warmwasser ... entwickeln werden. ... Wesentliches Ergebnis des Referenzszenarios ist, dass die Wärmebedarfe für Heizung und Warmwasser bis 2020 um 21 % und bis 2050 um 50% gegenüber 1990 zurückgehen.“ (S. 17, ähnlich S. 25, 31, 33, 40 ff.)

Es müsste „Wärmeverbräuche“ heißen.

„Ergebnisse des Modells sind der Energiebedarf der Gebäude für Heizwärme und der damit verbundene Endenergieverbrauch.“ (S. 32)

Möglicherweise wird im Gutachten „prognostizierter Wärmeverbrauch“ mit „Wärmebedarf“ bezeichnet (Abb. 10). Das würde dem EnEV-Regelwerk widersprechen.

Auf S. 46 wird der maximal zulässige Heizwärme**bedarf** für Passivhäuser unmittelbar mit dem „Energie**verbrauch** (Endenergie) nur für Raumwärme“ verglichen. Dabei wird bewusst oder unbewusst übersehen, dass der Endenergiebedarf für Heizwärme beim Passivhaus je nach Art der Heizung in der Regel viel größer ist als der viel gerühmte Begrenzungswert 15 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Unklar bleibt, wie im Basisgutachten echte rechnerische Bedarfswerte in (prognostizierte) Verbrauchswerte umgerechnet werden.

In der Legende zu Abbildung 18 wird „Entwicklung der Heizwärme- und Warmwasserbedarfe in den Szenarien“ angegeben. Die Beschriftung der Abszissenachse lautet aber „Endenergie [TWh]“. Leser müssen raten, was wirklich gemeint ist.

„Entscheidend bezüglich des Klimaschutzes ist der erzielte Endwert des Heizwärmebedarfes.“ (S. 45)

Das ist so nicht richtig. Entscheidend ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Dieser hängt aber nicht vom Heizwärmeverbrauch allein, sondern auch von der Wahl Technischen Anlage zur Versorgung mit Heizenergie ab (ohne schon an eine Lebenszyklusanalyse zu denken).

Das alles sind nicht nur stilistische Unsauberkeiten. Vielmehr ist wegen der Häufung mit verdeckten Fehlern zu rechnen.

---

<sup>78</sup> Daher auch die Unterscheidung zwischen Energiebedarfsausweis und Energieverbrauchsausweis.

## 2. Rechenverfahren

Das zur Bestimmung von Wärmebedarfen verwendete Rechenverfahren wird nicht angegeben. Es ist auch nicht von vornherein klar, dass die in der geltenden EnEV vorgegebenen normgestützten Rechenverfahren verwendet wurden, da für die Zulassung der Rechenverfahren PHPP und LEG plädiert wird (S. 56). Die erhaltenen (Bedarfs-?)Werte wurden mit tatsächlichen Verbräuchen abgeglichen (S. 31). Es finden sich aber keine Angaben, wie dieser Abgleich erfolgt ist. Insofern sind die vorgestellten Ergebnisse nicht nachvollziehbar.

Der im Ergänzungsgutachten praktizierte Bezug auf die Wohnfläche widerspricht dem Regelwerk der EnEV, das einen Bezug auf Nutzflächen vorsieht (S. 46). Damit ergeben sich Probleme bei der Verwendung von Energiekennwerten aus Energieausweisen und infolgedessen vermeidbare Ungenauigkeiten.

## 3. Rechtsverständnis

Für die Neubaustandards des Referenzszenarios wird auf S. 34 ausgeführt:

„Für die im Zeitraum 2010 bis 2020 bzw. 2050 zu erstellenden Neubauten ist unterstellt, dass diese bis 2015 nach jetziger Hamburger Klimaschutzverordnung erstellt werden...

Ab dem Jahr 2015 wird eine Verschärfung der Vorschriften für die thermische Hülle um 20% angenommen (vgl. Tabelle 14). Hier gehen wir davon aus, dass die Klimaschutzverordnung im Nachgang zur Novellierung der EnEV 2012 ebenfalls angepasst wird. Die Vorreiterrolle Hamburgs wird hier weiterhin unterstrichen.“

Die EnEV soll nach dem IEKP und auch nach dem Energiekonzept der Bundesregierung zu einer EnEV 2012 novelliert werden. Das wird auch im Zitat angenommen. Trotzdem wird für das Referenzszenario unterstellt, dass Neubauten bis 2015 nach jetziger Klimaschutzverordnung erstellt werden (auch nach Abbildung 11 dieser Ergänzungsstudie). Hier wird offenbar nicht verstanden, dass die EnEV immer auch in Hamburg Gültigkeit besitzt und die HmbKliSchVO nur insofern relevant sein kann, als sie höhere Anforderungen stellt als die EnEV. (Die Bemerkung zur Vorreiterrolle Hamburgs ist unverständlich.)

Eine ähnliche falsche Auffassung wird auf S. 35 auch für die Sanierungsstandards vertreten.

Auf S. 23 werden die Vorschriften zu Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden (EnEV 2009, § 9) unvollständig und damit verfälschend wiedergegeben.

Ganz unzureichend sind die Feststellungen:

„Bei einer geförderten Sanierung müssen die Sanierungen der geltenden Hamburger Klimaschutzverordnung genügen. ... Wird eine Sanierung nicht gefördert, so werden entsprechend geringere Qualitäten angenommen.

Die Qualitäten für geförderte Sanierungen werden bis 2015 nach geltender Klimaschutzverordnung angesetzt, Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind in einem Viertel der Fälle berücksichtigt. Für die nicht geförderten Sanierungen in diesem Zeitraum wird ein Niveau angenommen, dass in etwa dem der EnEV 2007 entspricht ... Eine Anpassung der Sanierungsstandards auf EnEV 2009 Niveau ist nicht gemacht worden, da die Klimaschutzverordnung nach Auskunft der BSU in naher Zukunft

nicht verschärft werden wird. In diesem Fall wäre kein deutlicher Unterschied mehr zwischen geförderten und nicht geförderten Sanierungen vorhanden.“ (S. 35)

Das klingt so, als müssten die nicht geförderten Sanierungen nicht der HmbKliSchVO bzw. der EnEV genügen. Zum einen zeigt sich hier ein falsches Verständnis der Geltung der EnEV 2009 **und** der HmbKliSchVO, zum anderen wird offenbar nicht unterschieden zwischen verschiedenen Förderarten der WK, die auch mit unterschiedlichen Sanierungsstandards verknüpft sind.

#### 4. Vollzugsdefizit

Nach verschiedenen Veröffentlichungen gibt es einen großen Anteil von Fällen, in denen eine energetische Gebäudesanierung nach den Vorschriften der EnEV zwar vorgeschrieben wäre aber entweder gar nicht oder qualitativ unzureichend ausgeführt wird. In Hamburg könnte bei der Altbausanierung der Anteil mangelnden Vollzugs höher sein als im Bundesdurchschnitt, weil schon seit einigen Jahren keine Kontrolle mehr stattfindet. Auf S. 37 des Ecofys-Gutachtens wird in diesem Zusammenhang festgestellt:

„Im Wohngebäudebereich sind 2/3 der Sanierungen über die Wohnbaukreditanstalt gefördert, während unterstellt wird, dass 1/3 nicht anhand der Klimaschutzverordnung saniert oder die Sanierung nicht nach Plan ausgeführt wird.“

Es ist unverständlich, warum bei allen Sanierungen, die nicht von der WK gefördert werden (z. B. weil Bauherren den administrativen Aufwand scheuen), eine mangelhafte Ausführung angenommen wird. Nach [Diefenbach 10] dürfte im Übrigen der Anteil von Sanierungen, bei denen keine Fördermittel in Anspruch genommen werden, viel größer sein als 1/3.<sup>79</sup>

Die Anzahl der trotz eines verpflichtenden Anlasses völlig unterlassenen energetischen Sanierungen liegt nach [Diefenbach 10] bundesweit bei mindesten 30 % aller Sanierungsverpflichtungen.

#### 5. Abrissraten

In Tabelle 16 des Ecofys-Gutachtens wird angenommen, dass die Abrissraten im Jahr 2015 um das Zweieinhalb- bis Dreifache erhöht werden, sodass sie praktisch den gleichen Umfang haben wie die Neubauraten. Dies wird damit begründet, dass der Gebäudebestand mit den Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung sowie den Nettozubauten im Wohnbauentwicklungsplan einhergehen muss (S. 37). Aus dem Wohnbauentwicklungsplans der Stadt Hamburg [FHH 09b] lassen sich solche Zahlen aber kaum herleiten.

Auf S. 55 heißt es andererseits ohne Bezug zur Feststellung auf S. 37: „Im Klimaschutz-Szenario „Besser Sanieren“ waren erhöhte Abrissraten unterstellt worden, da zahlreiche Gebäude bis 2050 ihre wirtschaftliche und technische Lebensdauer überschritten haben werden.“

In Hamburg besteht jedoch auf absehbare Zeit ein eklatanter Mangel vor allem an preiswertem Wohnraum, sodass sich erhöhte Abrisszahlen wie diese schon von daher verbieten. Dass die große Anzahl von abgerissenen Gebäuden etwa durch Neubauten mit wesentlich größeren Flächen ersetzt werden würden, lässt sich dem Ergänzungsgutachten nicht entnehmen.

---

<sup>79</sup> Nach S. 100 von [Diefenbach 10] wurden bei 80 % der Gebäude mit Energiesparmaßnahmen im Altbau oder im Neubau, die nach dem 1.1.2005 fertig gestellt wurden, keine Fördermittel in Anspruch genommen, wobei der Einbau eines neuen Wärmeerzeugers zu den Energiesparmaßnahmen gezählt wird.

## Abkürzungen und Erläuterung von Begriffen

a	Jahr
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bauwesen, Städtebau und Raumordnung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BSU	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg
BtL	Biomass to Liquid
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2äq</sub>	Einheit für die Wirkung aller Treibhausgase, bei der die beteiligten Treibhausgase entsprechend ihrer Wirkung in äquivalente Einheiten von CO <sub>2</sub> umgerechnet wurden
dena	Deutsche Energieagentur
EwärmeG	Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EJ	Exajoule (1 EJ = 10 <sup>12</sup> MJ = 10 <sup>18</sup> J), Einheit für Wärme (3,6 EJ = 1000 TWh)
EnEfG	Energieeffizienzgesetz
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
Generalfaktor	mittlere spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen aus der Stromerzeugung in der BRD
GHD	Gewerbe/ Handel / Dienstleistung
HmbKliSchG	Hamburgisches Klimaschutzgesetz vom 25.6.1997
HmbKliSchVO	Hamburgische Klimaschutzverordnung vom 11.12.2007
IEA	Internationale Energieagentur
IEKP	Integriertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung (2007)
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt (Darmstadt)
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunde
kWh <sub>el</sub>	Kilowattstunde elektrisch
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
Referenzszenario	Entwicklung der Hamburger Energieversorgung ohne die Einführung zusätzlicher Klimaschutz-Maßnahmen und sonstiger neuer Maßnahmen
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen

t	Tonnen
UBA	Umweltbundesamt
WK	Wohnungsbaukreditanstalt
WSV	Wärmeschutzverordnung
WWF	World Wide Fund For Nature

## Tabellen

- Tabelle 1:** Reale und geplante jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Hamburg (Verursacherbilanz) ... 31
- Tabelle 2:** CO<sub>2</sub>-Minderungen im Jahr 2020 gegenüber 2006 für den („optimistischen“) Referenzfall im Basisgutachten und bei realistischen statt optimistischen Randbedingungen. .... 33
- Tabelle 3:** CO<sub>2</sub>-Minderungs-Lücke im Jahr 2020 gegenüber 2006 für den („optimistischen“) Referenzfall im Basisgutachten und bei realistischen statt optimistischen Randbedingungen. .... 38
- Tabelle 4:** CO<sub>2</sub>-Minderungen durch die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination, entsprechend Tabelle 12 (Bild 11) und durch die in dieser Stellungnahme ermittelten Werte ..... 64
- Tabelle 5:** CO<sub>2</sub>-Minderungen durch die im Basisgutachten vorgeschlagene Maßnahmenkombination entsprechend Tabelle 12 (Bild 11) (links) und durch die in dieser Stellungnahme ermittelten Werte für einen Versuch, die realistische CO<sub>2</sub>-Lücke zu schließen (rechts). ..... 74
- Tabelle 6:** Endenergie für Raumwärme 2008 und 2050 und installierte Leistungen ausgewählter Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarem Strom im Jahr 2050 in verschiedenen Jahr-2050-Studien ..... 78
- Tabelle 7:** Beitrag von Solarkollektoren zum gesamten Wärmeverbrauch (Endenergie): für die BRD nach der „Leitstudie 2010“ ([Nitsch 11]); für Hamburg im gleichen Umfang gemäß Bevölkerungsanteil ..... 101

## Bilder

<b>Bild 1</b>	Einordnung des Basisgutachtens in die Klimaschutzplanung Hamburgs .....	9
<b>Bild 2</b>	Entwicklung des Heizenergieverbrauchs aller Wohngebäude der BRD im zeitlichen Verlauf (rote Punkte) und im Jahr 1990 prognostizierte Werte (nach Daten von [Erhorn 90], umgerechnet und angepasst vom Verfasser) zum Vergleich .....	12
<b>Bild 3</b>	Schematische Darstellung, die zeigt, wie bereits durch die Art der Prognose eine zweifache Zielverfehlung hervorgerufen wird. Erläuterungen im Text. ....	20
<b>Bild 4</b>	CO <sub>2</sub> -Minderungen für den Referenzfall nach Tabelle 9 des Basisgutachtens .....	33
<b>Bild 5</b>	Prognostizierte jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen in Hamburg ohne Zusatzmaßnahmen bei optimistischer bzw. realistischer Betrachtung .....	39
<b>Bild 6</b>	Bauteilanforderungen der EnEV bei der Teil-Sanierung von Bestandsgebäuden in zeitlicher Entwicklung (für Außenwände und Fenster) .....	44
<b>Bild 7</b>	Gegenüberstellung: Verminderung der CO <sub>2</sub> -Emissionen durch energetische Sanierungen und Vergrößerung der CO <sub>2</sub> -Emissionen durch zusätzlichen Neubau in der BRD .....	49
<b>Bild 8</b>	Höchstwerte des Jahres-Primärenergiebedarfs von neuen Wohngebäuden nach EnEV 2007, EnEV 2009 und HmbKliSchVO aufgetragen über den Hüllflächen-zu-Volumen-Verhältnis. Die Anforderungswerte wurden für unterschiedliche typische Gebäude berechnet und geglättet. ....	51
<b>Bild 9</b>	CO <sub>2</sub> -Emissionen verschiedener Wohngebäude-Standards (reines CO <sub>2</sub> , inklusive Vorketten) (nach [Diefenbach 08]) .....	53
<b>Bild 10</b>	Minstdämmstärken der Außenwand bei der Sanierung eines Bestandsgebäudes bzw. bei einem Neubau jeweils nach der EnEV 2009. ....	54
<b>Bild 11</b>	CO <sub>2</sub> -Minderungen für den Referenzfall nach Tabelle 9 des Basisgutachtens .....	61
<b>Bild 12</b>	Prognostizierte jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen in Hamburg bei optimistischer bzw. realistischer Einschätzung .....	65
<b>Bild 13</b>	Verläufe des gesamten Endenergiebedarfs in Hamburg in den Jahren 2006 und 2050, orientiert an den Prognosen des Basisgutachtens .....	82
<b>Bild 14</b>	Durchschnittliche monatliche Windstärken in Beaufort (bft) (Auswertung aus 41 Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes) (nach [AGEB, 11]) .....	83
<b>Bild 15</b>	Beiträge zur Deckung des deutschen Stromverbrauchs im Jahr 2050 entsprechend Szenario 2.1.a des Sondergutachtens des SRU [SRU 11] bei umfangreichem Einsatz von Pumpspeichern in Norwegen. Die Nachfrage nach Strom entspricht der schwarzen Hüllkurve. Die blauen Flächen geben den Umfang der Entnahme aus den Pumpspeichern an. ....	85
<b>Bild 16</b>	Strom-Erzeugungsleistungen der verschiedenen EE-Quellen als monatliche Mittelwerte für die Wetterjahre 2006 bis 2009 nach „Energieziel 2050“ [UBA 10], Szenario „Regionenverbund“ für die BRD. ....	86
<b>Bild 17</b>	Basislast (gestrichelt) und Gesamtlast über den monatliche Mittelwerten der Strom-Erzeugungsleistungen der verschiedenen EE-Quellen nach „Energieziel 2050“ [UBA 10], Szenario „Regionenverbund“ für die BRD. Simulation für das Wetterjahr 2009. ....	87
<b>Bild 18</b>	Erzeugung von erneuerbarem Methan aus Wind- oder Solarstrom und Einspeisung in das Gasnetz mit Gasspeichern (nach [Stern 10c]) .....	91

- Bild 19** Endenergieeinsatz für Wärme im Basisszenario 2010 A der Leitstudie 2010 (einschließlich Stromeinsatz für Wärme), oben für Wärme insgesamt, unten nur für Raumwärme (Abbildungen 3.16 und 3.17 in [Nitsch 11]) ..... 94
- Bild 20** Endenergie-Anteile für den gesamten Wärmesektor (einschließlich Stromeinsatz für Wärme) im Basisszenario 2010 A der Leitstudie 2010 ([Nitsch 11]) und in Hamburg (skaliert) in den Jahren 2050 und 2006 (nach Werten aus [Jahn 09] und [Stat 10a]). ..... 95
- Bild 21** Modell einer zukünftigen Vollversorgung mit erneuerbaren Energien auf der Basis vernetzter Strom-, Wärme- und Gasnetze mit EE-Methan als chemischem Energieträger und Langzeitspeicher. Nach [Sterner 10c] (rot: Stromnetz, gelb: Gasnetz, violett: Wärmenetz) ..... 105
- Bild 22** Peak-Oil-Prognosen im Vergleich (nach [Bundeswehr 10]) (Das Bild schließt unten nicht mit Null ab!) ..... 108

## Literatur

- [Auer 08] Auer Falk, Schote Herbert: Im Feldtest Elektro-Wärmepumpen: Nicht jede Wärmepumpe trägt zum Klimaschutz bei. Erdreich-Wärmepumpen mit positiver Ökobilanz. Kritische Bewertung von Luft-Wärmepumpen. Lahr (Schwarzwald), März 2008
- [BMU 09] Stober, I. et al.: Nutzungsmöglichkeiten der tiefen Geothermie in Deutschland. BMU, Berlin, Januar 2009
- [BMU 10] BMU, Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung, Juni 2010, internet
- [BMVBS 07] CO<sub>2</sub>-Gebäudereport 2007
- [BMWi 10] Prognos, EWI, GWS: Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Basel/Köln/Osnabrück, 27.8.2010
- [Bode 09] Bode, S.: Freiwilliger Grünstrom, persönliche CO<sub>2</sub>-Bilanz, globaler Klimaschutz: eine Analyse. Hamburg, Mai 2009, (im internet gelesen am 11.11.10)
- [BRD 10] Bundesrepublik Deutschland: Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Berlin, August 2010.
- [Bremen 10] Von Bremen, L.: LARGE-SCALE VARIABILITY OF WEATHER DEPENDENT RENEWABLE ENERGY SOURCES. April 2010
- [BSU 10] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU): Ein Masterplan Klimaschutz für Hamburg. Wie kann Hamburg seine Klimaschutzziele erreichen? Pressemitteilung am 20.10.2010
- [BSW 11] Bundesverband Solarwirtschaft: Hintergrundpapier zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Solarthermie, internet, März 2011
- [Bund 10a] Deutsche Bundesregierung: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28. September 2010
- [Bund 10b] Sicherung der Technologieführerschaft Deutschlands im Verkehrs- und Baubereich. Bundestagsdrucksache 17/3106, 30. 09. 2010
- [Bund 10c] Energiekonzept der Bundesregierung – Gebäudesektor. Antwort auf Kleine Anfrage. Bundestagsdrucksache 17/3341, 20.10.2010
- [Bundeswehr 10] Zentrum für Transformation der Bundeswehr: Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert - Umweltdimensionen von Sicherheit – Teilstudie 1: PEAK OIL. Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen, Strausberg, Juli 2010
- [Bürger 08] Bürger, V.: Klimapolitisches Handlungsprogramm Baden-Württemberg. Im Auftrag der Landtagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen Baden-Württemberg. Freiburg, 25. Juli 2008
- [Czisch 10] Der Physiker Gregor Czisch im Interview, Die Vision vom Super Grid. Energie & Klima, 8.3.2010, (im internet gelesen am 15.3.11)

- [dena 10] Discher, H., Hinz, E., Enseling A.: dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“. 8.12.2010
- [Diefenbach 05] Diefenbach, N.: Beiträge der EnEV und des KfW-CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms zum Nationalen Klimaschutzprogramm. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Endbericht Juli 2005
- [Diefenbach 08] Diefenbach, N., Knissel J., Loga, T.: Fachliche Stellungnahme zum Entwurf der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 18. April 2008, IWU, 6.5.2008
- [Diefenbach 10] Diefenbach, N., Cischinsky, H, Markus Rodenfels, M., Clausnitzer, K.-D.: Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. IWU, Darmstadt, 9.12.2010
- [Dittmann 10] Dittmann, D., Walberg, D.: Passivhäuser 10 Jahre im Betrieb – luftdicht und komfortabel?, 10.9.2010, internet
- [Duscha 09] Duscha M. et al.: Klimaschutzkonzept 2020 für die Stadt Münster. Endbericht, Heidelberg, Essen, 30. November 2009
- [Eikmeier 07] Eikmeier, B., Jahn, K., Bode S., Groscurth H.-M.: Entwicklung der Energieversorgung in Norddeutschland. Juli 2007
- [Enseling 08] Enseling A., Hinz, E.: Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen im Bestand vor dem Hintergrund der novellierten EnEV, IWU, 23.7.2008
- [Erhorn 90] Erhorn, H., Gertis, K.: Entwicklung und Tendenzen der wichtigsten baulichen Einflussgrößen auf den Heizwärmeverbrauch von Wohnungen und den damit verbundenen Umweltbelastungen in der Bundesrepublik und in Baden-Württemberg, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, IBP-Bericht WB 60/1990, 10.1.1990
- [EUtech 07] Meyer J., Trautmann A., Barzanty K, Achner S., EUtech: Bewertung und Vergleich mit dem Greenpeace Energiekonzept „Plan B“. Das integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung (Meseberger - Beschlüsse) Im Auftrag von Greenpeace Deutschland e.V., Nov. 2007
- [FHH 07] Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012. Bürgerschafts-Drs. 18/6803, 21.8.2007
- [FHH 08] Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012. Bürgerschafts-Drs. 19/1752, 9.12.2008
- [FHH 09a] Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012. Bürgerschafts-Drs. 19/4906, 22.12.2009
- [FHH 09b] Vorlage eines Wohnungsbauentwicklungsplanes, Bürgerschafts-Drs. 19/2995, 5. 5.2009.
- [FHH 09c] Energieeinsparung und Energieeffizienz in den Sektoren Haushalte und GHD in Hamburg, Bürgerschafts-Drs. 19/2978, 12.5.2009.

- [FHH 09d] Erklärung der City Climate Conference 2009. 7 Fakten, 7 Selbstverpflichtungen, 7 Forderungen. Nov. 2009, im internet gelesen am 19.11.2009
- [FHH 11] Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft „Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012“ Berichterstattung über die programmatische Weiterentwicklung, die Umsetzung der Maßnahmen 2010 sowie die geplante Mittelverteilung 2011, (dritte Fortschreibung), 5.1.2011
- [Groscurth 05] Groscurth H.-M.: Grundlagenstudie „Erneuerbare Energien in Hamburg“. Endbericht – März 2005
- [Groscurth 10] Groscurth H.-M., Bode S., Kühn I., arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik: Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg, Möglichkeiten zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen einer Verursacherbilanz. Im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umweltschutz der Freien und Hansestadt Hamburg, Überarbeitete Fassung – Oktober 2010, Version 4.8 vom 21.10.2010  
<http://klima.hamburg.de/contentblob/2581032/data/basisgutachten-masterplan.pdf> (gelesen am 28.10.10)
- [Groß 09] Großklos, M., Hörner, M., Diefenbach, N.: "Energieeffizient, klimaneutral oder nachhaltig? - Das Null-Emissions-Passivhaus am Beispiel der Rotlintstraße in Frankfurt", IWU, August 2009
- [Hänggi 08] Hänggi, Marcel: Wir Schwätzer im Treibhaus. Warum die Klimapolitik versagt. Rotpunktverlag Zürich, 2008
- [Hermelink 10] Hermelink A. H., Bettgenhäuser K., Schüler V.: Basisgutachten zum Masterplan Klimaschutz für Hamburg, Ergänzungsgutachten: Wärmebedarf der Gebäude. © Ecofys 2010. Im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg - Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 5.10.2010  
<http://klima.hamburg.de/contentblob/2581046/data/ergaenzungsgutachen.pdf> (gelesen am 28.10.10)
- [Heide 10] Heide D, et al., Seasonal optimal mix of wind and solar power in a future, highly renewable Europe, Renewable Energy (2010), doi:10.1016/j.renene.2010.03.012
- [Hoffmann 09] Hoffmann, C., Greiner, M., von Bremen, L., Knorr, K., Bofinger, S., Speckmann, M., Rohrig, K.: Design of transport and storage capacities for a future European power supply system with a high share of renewable energies. April 2009
- [IIB 10] Simons, H., Baum U.: Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen im Berliner Mietwohnungsbestand. Im Auftrag der Investitionsbank Berlin, März, 2010
- [Jahn 09] Jahn, K., Eikmeier, B., Ludewig, H., Eilmes, S.: Entwicklung der Energieversorgung in Norddeutschland Perspektiven des Wärmemarktes bis 2020, 21.09.09
- [Jochem 08] Jochem, E. u. a.: Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Endbericht, Potsdam, 25. Juli 2008

- [Jung 10] Jung, Susanne: Über die Rolle der Bioenergien im zukünftigen Energiemix. Soziale, ökologische und energiepolitische Betrachtungen. SFV-Solarbrief, Ausgabe 4, 2010
- [Kah 08] Kah, Oliver u. a.: Bewertung energetischer Anforderungen im Lichte steigender Energiepreise für die EnEV und die KfW-Förderung, BBR-Online-Publikation, Nr. 18/2008, Dezember 2008
- [Kleemann 05] Kleemann, M., Hansen: Evaluierung der CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen im Gebäudebereich. Schriften des Forschungszentrums Jülich - Reihe Umwelt 60. 82 S. , 2005
- [Kleemann 06] Kleemann, M.: Verdopplung des Modernisierungstempos bis 2020. Minderungsziel: 30 % Energieeinsparung. Evaluierung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung im Auftrag des Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH), 22.8.2006
- [Kleßmann 08] Kleßmann Corinna, Ecofys: ERREICHT DAS INTEGRIERTE KLIMA- UND ENERGIEPAKET DER BUNDESREGIERUNG DIE GESETZTEN EINSPARZIELE? Kurzgutachten im Auftrag der Bundestagsfraktion BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, 15.05.2008
- [Klinski 09] Klinski, Stefan: Rechtskonzepte zur Beseitigung des Staus energetischer Sanierungen im Gebäudebestand. UBA, Oktober 2009
- [Knissel 03] Knissel, J., Alles, R.: Ökologischer Mietspiegel. Empirische Untersuchung über den möglichen Zusammenhang zwischen der Höhe der Vergleichsmiete und der wärmetechnischen Beschaffenheit des Gebäudes, Dez. 2003
- [Kwapich 10] Kwapich, T.: Klar, verlässlich und reibungslos – Energiesanierung als integrierte Dienstleistung. Dena, Berlin, 13.Oktober 2010
- [Leprich 08] Leprich, U: Fokus Ökostrom: Bestandsaufnahme und Perspektiven. Kurzstudie im Auftrag von Greenpeace e.V., E&E Consult GbR, 19.12.2008
- [Maas, 10] Maas, A.: Bestandsersatz als Variante der energetischen Sanierung. 8.3.2010, internet
- [Mangold 06] Mangold, D., Schmidt, Th.: Saisonale Wärmespeicher: neue Pilotanlagen im Programm Solarthermie2000plus und Forschungsperspektiven., Freiburg, 2006, internet
- [Näger 07] Näger, Doris: Brisante Bilanz. München verfehlt selbstgesteckte CO<sub>2</sub>-Ziele, Süddeutsche Zeitung, 17.04.2007
- [Nitsch 08] Nitsch, J.: „Leitstudie 2008“ Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas. Untersuchung im Auftrag des BMU, Oktober 2008  
[www.bmu.de/erneuerbare\\_energien/downloads/doc/42383.php](http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/42383.php)
- [Nitsch 11] Nitsch, J. u. a.: „Leitstudie 2010“ Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Dezember 2010

- [Oertel 08] Oertel, D: Sachstandsbericht zum Monitoring »Nachhaltige Energieversorgung« Energiespeicher – Stand und Perspektiven, BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG, Februar 2008
- [Pehnt 09a] Pehnt, M., Seebach, D., Irrek, W., Seifried, D.: Umweltnutzen von Ökostrom. Vorschlag zur Berücksichtigung in Klimaschutzkonzepten. Diskussionspapier, Dezember 2009
- [Pehnt 09b] Pehnt, M. u. a.: Energiebalance – Optimale Systemlösungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. FKZ 0327614 Endbericht, Heidelberg, Wuppertal, März 2009
- [Pehnt 09c] Pehnt, M. u. a.: Energiebalance - Optimale Systemlösungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Heidelberg, Wuppertal, März 2009
- [Quaschnig 00] Quaschnig, V.: Systemtechnik einer klimaverträglichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland für das 21. Jahrhundert. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 6 Nr. 437. Düsseldorf: VDI Verlag 2000.
- [Rab 08a] Rabenstein, D.: Mehr Klimaschutz durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz?, BAUPHYSIK, Heft 2, 2008
- [Rab 08b] Rabenstein, D.: Die Ausgestaltung der EnEV 2009 darf die Klimaschutz-Wirkung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes nicht behindern. Anhörung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages, Ausschussdrucksache 16(16)395(C), 14.4.2008
- [Rab 08c] Rabenstein, D.: In welchen Schritten zu einer CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung von Gebäuden? Beiträge des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes und der EnEV 2009 zum Klimaschutz. wksb, Heft 60, Juli 2008
- [Rab 08d] Rabenstein, D.: Auf dem Weg zu einer CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung – Probleme mit den Wegweisern? BAUPHYSIK, Heft 1, 2008, S. 15 - 25
- [Rab 09] Rabenstein, D.: Die Marginalisierung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes, Solarzeitalter 2/2009, S. 85 – 90
- [Rab 11] Rabenstein, D.: Wer bezahlt für den Klimaschutz?, Veröffentlichung in Vorbereitung
- [Rathert 10] Was die Novelle der EU-Gebäuderichtlinie an der EnEV verändern wird. Im internet gelesen am 8.11.2010
- [Rogall 09] Rogall, Holger: Nachhaltige Ökonomie, Ökonomische Theorie und Praxis einer Nachhaltigen Entwicklung. Metropolis-Verlag, Marburg 2009
- [Sandrock 06] Sandrock, M.: Initiative Arbeit und Klimaschutz, 6.10.2006, Präsentation im internet
- [Scheer 10] Scheer, H.: Der Energethische Imperativ. Hundert Prozent jetzt: Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist. Kunstmann, München, 2010
- [Scheffer 08] Scheffer, Konrad: Vom Bioenergiedorf zur autonomen Solarenergie-Region, Solarzeitalter 4/2008, S. 23-30

- [Schuberth 08] Schuberth, J., Kaschenz, H.: Elektrische Wärmepumpen – eine erneuerbare Energie? Wie ist die Umweltbilanz elektrischer Wärmepumpen im Vergleich zu anderen Heizungssystemen? Positionspapier, UBA, März 2008
- [Sensfuss 03] SENSFUSS, F., RAGWITZ, M., WIETSCHSEL, M.: FLUKTUATIONEN DER WINDENERGIE UND DEREN VORHERSAGBARKEIT BEI EINEM VERSTÄRKTEN AUSBAU DES OFFSHORE ANTEILS IN DEUTSCHLAND BIS 2020. Januar 2003, internet
- [SFV 09] Solarbrief, Zeitschrift des Solarenergie-Fördervereins Deutschland e.V. (SFV), 2. Ausgabe 2009, internet
- [Specht 09] Specht, M. u. a.: Speicherung von Bioenergie und erneuerbarem Strom im Erdgasnetz. FVEE • AEE Themen 2009, 6.5.2010, internet
- [SRU 11] Sachverständigenrat für Umweltfragen: Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten. Januar 2011
- [Stat 10a] Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein im Auftrag der BSU, Energiebilanz Hamburg 2006, Korrigierte Fassung (Juli 2010), internet
- [Stat 10b] Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein im Auftrag der BSU, Energiebilanz Hamburg 2008, Oktober 2010, internet
- [Stern 10a] Sterner, M., Specht M. u. a.: Erneuerbares Methan. Eine Lösung zur Integration und Speicherung Erneuerbarer Energien und ein Weg zur regenerativen Vollversorgung. Solarzeitalter 1/2010, S. 51-58
- [Stern 10b] Sterner, M. u. a.: Dynamische Simulation des BEE-Szenarios und Auswirkungen auf den konventionellen Kraftwerkspark auf den konventionellen Kraftwerkspark. 2.3.2010, internet
- [Stern 10c] Sterner, M., Gerhardt, N., Pape, C., Schmid, J.: Netzausbau vs. Speicher vs. Energiemanagement? Möglichkeiten und Grenzen der Ausgleichsmaßnahmen. Berlin 26.10.10
- [Stern 10d] Sterner, M., Saint-Drenan, Y.-M., Gerhardt, N., Specht, M., Stürmer, B., Zuberbühler, U.: Erneuerbares Methan. Ein innovatives Konzept zur Speicherung und Integration Erneuerbarer Energien sowie zur regenerativen Vollversorgung, , internet
- [Stryi 10] Stryi-Hipp, G. u. a.: Forschungsstrategie Niedertemperatur-Solarthermie 2030 für eine nachhaltige Wärme- und Kälteversorgung Deutschlands. Dez. 2010, internet
- [UBA 07] Umweltbundesamt, Wirkung der Meseberger Beschlüsse vom 23.08.2007 auf die Treibhausgasemission in Deutschland im Jahr 2020. Oktober 2007
- [UBA 09a] Umweltbundesamt, Klimaschutz konkret – Mut zum Handeln. Juni 2009
- [UBA 09b] Umweltbundesamt, Konzeption des Umweltbundesamtes zur Klimapolitik. Notwendige Weichenstellungen 2009
- [UBA 09c] Lambrecht, M. u. a.: Strategie für einen nachhaltigen Güterverkehr. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau, Oktober 2009

- [UBA 10] Klaus, T., Vollmer, C., Werner, K., Lehmann, H., Müschen, K.: Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. Dessau-Roßlau, Juli 2010
- [VDW 11] Vereinigung Deutscher Wissenschaftler, Hennicke, P., Samadi, S., Schleicher, T.: Ambitionierte Ziele – untaugliche Mittel: Deutsche Energiepolitik am Scheideweg, 2011