

Kleingerechnet

**Die Potentiale der Erneuerbaren Energien in Hamburg laut
Bürgerschaftsdrucksache 20/14648 und die Wirklichkeit – eine Studie**

vorgelegt von

Dr. Götz Warnke

22559 Hamburg

Inhalt

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	3
„EE-Potentiale“	3
Solarthermie (ST).....	3
Freiflächenanlagen.....	5
Vertikale Solarthermie.....	5
Bodenkollektoren.....	6
Geothermie.....	7
Biomasse.....	8
Umgebungswärme.....	9
EE-Strom.....	10
Photovoltaik (PV).....	11
Wind.....	11
Wasser.....	12
Fazit.....	12

Einleitung

Die Hamburgische Bürgerschaft hatte am 13. Dezember 2012 den Senat der FHH ersucht, zehn Fragen zur Wärmestrategie „Hamburg 2020: Wärmekonzept für Hamburg“ in Form eines Zwischenberichts zu beantworten (Drucksache 20/6188).¹

Die sich vornehmlich auf die Themen Gebäudezustand und Wärmemarkt beziehenden Fragen 1-6 wurden von der damaligen, für die Wärmestrategie verantwortlichen Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU)/Staatsrat Holger Lange im Mai 2014 beantwortet, und als Drucksache 20/11772 durch die Präsidentin der Bürgerschaft den Abgeordneten zur Kenntnis gegeben.

Die Fragen 7-10 des Bürgerschaftlichen Ersuchens 20/6188, die sich mehr auf Szenarien und Modelle für eine Wärmestrategie bezogen, wurden der Präsidentin der Bürgerschaft erst am 12.02.2015 durch die BSU beantwortet, und als Bürgerschaftsdrucksache 20/14648 am 17.02.2015 – also zwei Tage **nach** der Wahl zur neuen, 21. Legislaturperiode der Bürgerschaft – den Mitgliedern der Legislative zur Kenntnis gebracht.

Dies mag einer der Gründe sein, warum die letzten Antworten der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt nicht der kritischen Betrachtung unterzogen wurden, die sie eigentlich verdient hätten.

Die 21 Seiten umfassende Behördenantwort enthält neben vielen grundlegenden Fakten und einigen allgemeinen Floskeln – S.16: „Das Zusammenspiel der Akteure und die daraus resultierenden Investitionsentscheidungen im Wärmebereich sind sehr komplex und entsprechend konfliktreich.“ etc. – auf S. 20 f. eine dreiseitige „Anlage 1: EE-Potentiale“, die den Umfang des lokalen erneuerbaren Energiepotenzials für die Wärmegewinnung in Hamburg abschätzen will.

Die Analyse der Abschätzung der technischen Potentiale in „Anlage 1: EE-Potentiale“ steht im Focus der hier vorliegenden Studie, zumal die zu hinterfragenden inhaltlichen Ergebnisse dieser Anlage und ihre methodischen Fehler seither immer wieder auftauchen – sei es in Vorträgen von Vertretern der heutigen BUE² oder in Antworten des Senats auf Schriftliche Kleine Anfragen.³

„EE-Potentiale“

Die „Anlage 1: EE-Potentiale“ führt zuerst die verschiedenen erneuerbaren Wärmequellen wie Solarthermie, Biomasse (und ihre Derivate), Geothermie (oberflächennah und tief), Umgebungswärme (natürliche Wärmequellen), sowie erneuerbaren Strom auf, um sich anschließend dem größten Potential, der Solarthermie zuzuwenden.

Solarthermie (ST)

Nach der Identifizierung der Solarthermie als Flächenenergie – was im übrigen für alle EE-Arten gilt – kommen die Autoren zur Hamburger Situation und dem methodischen Vorgehen: „Der Großteil des Solarthermie-Potenzials bezieht sich in Hamburg auf freie und geeignete Dachflächen. Mittels einer Überfliegung wurden für Solarthermie geeignete Dachflächen identifiziert und quantifiziert.“

¹ Siehe <http://www.hamburg.de/contentblob/4374306/9997f53254f448c3bb17c5b95a1f8565/data/d-buergerschaftliches-ersuchen-20-6188.pdf>

² Siehe Dietrich, Björn: Erneuerbare Energien in Städten - von Möglichkeiten und Unmöglichkeiten, Vortrag auf der Konferenz „Energiewende im Raum?“, Hamburg 10.02.2016, Folie 12

³ Siehe Drucksache 21/5211 vom 19. Juli 2016: Schriftliche Kleine Anfrage des Abgeordneten Stephan Jersch (DIE LINKE) vom 11.07.2016 und Antwort des Senats

Hiermit handelt sich die BSU gleich zwei methodische Fehler bzw. Probleme ein. Allein schon bei einer Potential-Erhebung von einem „Großteil“ zu sprechen, ohne ihn annähernd zu quantifizieren (ca. 60%?, 98%), und dann dieses quasi als Begründung dafür zu verwenden, das solare Potential außerhalb der Dachflächen nicht aufzuführen, ist höchst fragwürdig. Ebenso fragwürdig ist eine Potential-Erhebung mittels „Überfliegung“, wie schon die eingelegten Widersprüche und Korrekturen bei den entsprechend durchgeführten Flächenerhebungen der Hamburger Wasserwerke im Zuge der Einführung getrennter Sielbenutzungsgebühren 2011/2012 zeigen. Selbstverständlich ist eine Dachflächen-Erhebung aus der Luft, z.B. durch geschulte Luftbildauswerter des militärisch-nachrichtendienstlichen Komplexes, möglich; nur zeigt schon die ungefähre Angabe „theoretisch mögliche Solarmodulfläche von ca. 24,7 Mio. m²“, dass die BSU diesen – zugegeben aufwändigen und teuren – Weg nicht gegangen ist.

Vielmehr gehen die Hamburger Behörden offensichtlich weiter davon aus, dass eine reine Erhebung der Dachflächen hinreichend ist für die Ermittlung der Solar-Ernteflächen. So antwortet z.B. der Senat auf die Anfrage des Abgeordneten Stephan Jersch vom Juli 2016 „6. Welches Potenzial (Dach-, Fassaden- und Bodenanlagen) betrachtet der Senat für Hamburg als realistisch unter dem Einfluss und bei Berücksichtigung der Gründachstrategie?“ mit „Nach einer Erhebung des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung aus dem Frühjahr 2016 besitzt Hamburg eine Dachfläche von 70.402.349 m² ...“⁴ – Fassaden- und Bodenanlagen kommen also nicht vor. Es ist bemerkenswert, dass Hamburger Behörden einerseits die Dachflächen der Hansestadt bis auf den letzten Quadratmeter genau berechnen, andererseits Millionen Quadratmeter von Fassadenflächen einfach „vergessen“.

Insgesamt kommt die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU), ausgehend von ihrer o.a. Annahme einer theoretisch möglichen Solarmodulfläche von ca. 24,7 Mio. m² – von der dann nochmals nicht tragfähige Dächer und nicht geeignete Heizungssysteme abgezogen werden – und einem Ertrag von rund 400 Kilowattstunden pro Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr [kWh / (m² a)], auf ein Potential von nur 5,5 Terrawattstunden pro Jahr (TWh/a).⁵ Auf welche Datengrundlagen sich die Berechnungen stützen, bleibt ungeklärt. Daher sind einige grundsätzliche Anmerkungen angebracht:

Der Jahresertrag ergibt sich aus der in einem Jahr auf die Kollektorfläche niedergehenden Sonneneinstrahlung. Von der Energie dieser Strahlung kann eine Solarthermie(ST)-Anlage abzüglich ihrer Systemverluste ca. 50% als Wärme-Ertrag erzielen.

Die „Globalstrahlung“ beträgt in Hamburg im langjährigen Mittel (1981-2010) rund 950 kWh / (m² a), wobei die Jahre 2011-2015 darüber lagen.⁶ Allerdings ist dabei zu beachten, dass sich diese Werte auf eine horizontale Fläche beziehen; da selbst der technische Ausdruck „Flachkollektor“ nicht besagt, dass diese Kollektoren alle horizontal/liegend betrieben werden, ist im Allgemeinen von einer Südausrichtung mit Anpassung an die Dachneigung oder einer entsprechenden Aufständigung der Kollektoren auszugehen. Solche Ausrichtungen führen zu einer deutlichen Zunahme der solaren Einstrahlung: so gibt das Fachinformationszentrum Karlsruhe in einem Basisinfo von 2007 für Hamburg einen Globalstrahlungswert von 850 kWh / (m² a) an, während bei südorientierten, um 30° geneigten Flächen Einstrahlungswerte von 1.050 kWh / (m² a) in Hamburg zu erzielen sind.⁷

Wenn auch die Erträge von Jahr zu Jahr schwanken, so ist doch wegen der o.a. Fakten von einem

⁴ Siehe Drucksache 21/5211 vom 19. Juli 2016 (wie Anm. 3), S. 3.

⁵ 1 TWh = 1 Milliarde kWh

⁶ Siehe http://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/lstrahlungskarten_mi.html?nn=16102 ;
http://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/lstrahlungskarten_su.html?nn=16102

⁷ Siehe <http://www.bine.info/publikationen/basisenergie/publikation/photovoltaik/solarstrahlung/>

Ertrag bis zu 480 Kilowattstunden pro Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr auszugehen.⁸ Allein schon deswegen ist das von der Behörde angenommene Potential um 10-20 % zu erhöhen. Doch das ist noch nicht alles, denn schließlich lässt sich das Solarthermie-Potential der Hansestadt nicht nur auf Dachflächen beschränken:

Freiflächenanlagen

Große Freiflächenanlagen sind vor allem in Dänemark die 1. Wahl beim „abernten“ des ST-Potentials; wenngleich die solare Einstrahlung in unserem nördlichen Nachbarland geringer ist als bei uns, so erzielen diese Großanlagen doch erhebliche Erträge, die in Fernwärmenetze eingespeist werden.⁹ Dieses ist möglich, da die dänischen Fernwärmenetze mit geringerer Temperatur und geringerem Druck gefahren werden als in Deutschland üblich – durchaus ein mögliches Vorbild für Hamburg, wenn die FHH das hiesige Fernwärmenetz wieder in Eigenregie übernimmt.

Natürlich verfügt ein dicht besiedelter Stadtstaat (2.355 Einwohner/km²) nicht über annähernd so viele große, geeignete Gelände wie ein relativ dünn besiedelter Flächenstaat (130 Einwohner/km²). Dennoch gibt es auch in Hamburg einige geeignete Flächen:

Die eine wird mit der Errichtung des „Deckels“ über der Autobahn A7 gerade gebaut. Eine Belegung von Teilen des Deckels mit einer großen ST-Anlage hätte zudem den Vorteil, dass man sie künftig an die Wärmeerzeugung des geplanten „Zentrums für Ressourcen und Energie“ der Stadtreinigung Hamburg (SRH) auf dem Gelände der stillgelegten MVA Stelling Moor anschließen kann.

Als weitere Standorte böten sich z.B. die Elbinsel Kaltehofe und der nördliche Teil der Billwerder Insel an; diese wären ggf. über eine Leitung zum Kraftwerk Tiefstack an ein modifiziertes Hamburger Fernwärmenetz anzuschließen.¹⁰

Jenseits der großen Freiflächenanlagen gibt es ein erhebliches Potential zur Errichtung kleiner und mittlerer Freiflächenanlagen. Zu denken ist hierbei an die Randgebiete von Frei- und Hallenbädern, Sportplätzen, Gewerbebetrieben. Diese Anlagen müssen nicht unbedingt in Fern- und Nahwärmenetze einspeisen, sondern können einzelne Abnehmer direkt versorgen. Als Beispiele seien hier nur öffentliche Bäder mit ihrem hohen Warmwasserbedarf oder Wäschereien genannt.

Vertikale Solarthermie

Außer auf Dächern und Freiflächen lassen sich ST-Kollektoren auch an senkrechten, unverschatteten Flächen wie Gebäudewänden, Mauern und Balkonen anbringen (Stichworte: „Fassadenkollektor“, „Wandkollektor“). Zwar schweigt sich die BSU beharrlich über das hier ruhende Potential aus, aber diese Technik ist nicht neu, und so stehen z.B. die Arbeitsergebnisse eines bereits 2012 abgeschlossenen EU-Forschungsprojektes („Cost Effective“ - Convert facades into multifunctional, energy gaining components) für alle erreichbar im Web.¹¹

Vorteile dieser Technik: die Kollektoren erschließen ein weiteres Flächenpotential; sie sind besonders im Winterhalbjahr optimal zum niedrigen Sonnenstand ausgerichtet und liefern gerade dann Wärme, wenn diese dringend gebraucht wird; der Kollektor-Ertrag wird nicht durch

⁸ Zu detaillierten Berechnungen siehe

<http://solarkey.dk/solarkeymarkdata/qCollectorCertificates/ShowQCollectorCertificatesTable.aspx> , vereinfacht erklärt <http://www.ecoquent-positions.com/wie-findet-man-den-kollektorertrag-der-solaranlage-kwh/>

⁹ Siehe <http://www.solvarmedata.dk>

¹⁰ Siehe <http://www.vattenfall.de/fwkarte/netzkarte.html>

¹¹ Siehe <http://www.cost-effective-renewables.eu/publications.php?type=article> ; <http://www.cost-effective-renewables.eu/publications.php?type=brochure>

aufliegenden Schnee oder Eis beeinträchtigt; der Kollektor kann einen Teil der äußeren Gebäudehülle ersetzen (Kosteneinsparung). Zudem werden in Hamburg im Zuge der Gebäudeaufstockung („Nachverdichtung“) die Dachflächen im Verhältnis zu den Nutzflächen immer geringer, so dass die Dächer als alleinige solaraktive Fläche nicht mehr in allen Fällen zur Deckung des (Solar-)Wärmebedarfs eines Gebäudes ausreichen.

Nachteile dieser Technik: sie lässt sich nur an statisch geeigneten Wänden einsetzen; im besonders ertragreichen Sommerhalbjahr stehen die Kollektoren nicht im optimalen Winkel zur Sonne.

Die Flächen/Wände können nach Süden, Westen oder Osten ausgerichtet sein, wobei in Hamburg eine Belegung der Westseite einer solchen der Ostseite vorzuziehen ist, da sich der hier häufiger auftretende morgendliche Dunst/Wolkenschleier erst im Laufe des Vormittags auflöst, einen Westkollektor also nicht beeinträchtigt.

Bei sehr großen Flächen – etwa wie den Hallenwände bei Airbus oder den Bunkerwänden auf dem Hl. Geist Feld – wäre wegen des hohen Ertrages der Anschluss an ein Wärmenetz wohl unumgänglich; bei kleineren Flächen ließe sich die Wärme direkt im Gewerbebetrieb oder Privathaushalt nutzen.

Interessant dabei ist, dass man solare Wärme mit verschiedenen Techniken auch dazu nutzen kann, um Kälte zu erzeugen bzw. Räume zu kühlen; anders als bei der Raumerwärmung liegt hier der höchste Energiebedarf (Kühlung) praktisch zeitgleich mit dem höchsten Energieangebot (Sonneneinstrahlung im Sommer). Die Techniken der „solaren Kühlung“ sind seit Jahren erprobt und bewährt.¹²

Welche Potentiale der vertikalen Solarthermie existieren nun in Hamburg?

Zum einen sind es seitliche Gebäudeflächen – von kleinen Privat- und Mehrfamilien-Häusern über Schul- Universitäts- und Behördenbauten (z.B. Ex-BSU in Wilhelmsburg) sowie Hochbunkern bis zu Gewerbegebäuden wie Fertigungshallen, Logistik- und Recyclingzentren, Kühlhäusern, Bahnhöfen, Groß-, Super- und sonstigen Markthallen.

Zum zweiten sind hier Wände wie Schallschutz-, Sichtschutz- und sonstige Mauern zu nennen, gerade auch an vielbefahrenen Straßen. Um nur eins von vielen Beispielen zu nennen: die Schallschutzwände des Rissener Canyon (B 432) bieten sich dafür an, zumal es in Hamburg-Rissen ein kleines, bisher vom Kraftwerk Wedel versorgtes Fernwärmenetz gibt.

Zum dritten gibt es die sonnenbeschienene Seitenwände von Sonderbauten: dazu gehören Brücken, aber auch die Hochwasser-Schutzmauern im Hafengebiet wie z.B. am Baumwall. Letztere Örtlichkeit hätte dabei den „besonderen Charme“, dass sie eine unverbaubare Südausrichtung besitzt, dass es hier wegen der Überflutungsgefahr keine Konkurrenz von Seiten der PV (Elektrizität) gibt, und dass hier bereits eine Fernwärmeleitung liegt.

Bodenkollektoren

Selbstverständlich lassen sich – verbunden mit dem o.a. Nachteil einer durch den Lichteinfallswinkel geringeren Sonneneinstrahlung – auch ebene Flächen für die Solarthermie nutzen. Bereits 1994 wurde auf einer Nationalstrassenbrücke bei Därligen (Kanton Bern) am Thunersee durch die Firma Polydynamics Engineering Zürich ein interessantes Pilotprojekt umgesetzt, um die sommerliche Wärme der Brückenfahrbahn aufzunehmen und sie in einem nahe gelegenen Felsspeicher einzulagern.¹³ Das Projekt „Sonnenenergie-Rückgewinnung aus

¹² Siehe [http://www.sonnenenergie.de/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=137](http://www.sonnenenergie.de/index.php?id=30&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=137)

¹³ Siehe http://www.chgemeinden.ch/de/PDF-artikel/PDF-Artikel-2008/08_02-Strassen.pdf ;
<http://www.polydynamics.ch>

Straßenoberflächen“ (SERSO) lief in unterschiedlichen Etappen von 1993–2000 sowie von 2010–2012 und fand verschiedene Nachahmer.¹⁴ Es sollte im Sommer die übermäßige Erhitzung des Straßenbelags durch Wärmeabfuhr in den Speicher vermeiden, um mit dieser Wärme dann im Winter ein Überfrieren der Konstruktion (Frostrisse) zu verhindern – insgesamt sollte so die Lebensdauer der Straße erhöht werden. Die Bundesanstalt für Straßenwesen unternahm Ende der 2000er Jahre ähnliche Versuche und schrieb in ihrem Abschlussbericht („Vermeidung von Glättebildung auf Brücken durch die Nutzung von Geothermie“): „Eine weitere Option für die Zukunft besteht darin, die solaren Energiegewinne, die mit diesem Temperierungssystem erzielt werden können, für andere Anwendungen zu nutzen und so erhebliche Flächen zur nachhaltigen Energieerzeugung aktivieren zu können.“¹⁵

Der BSU könnte dieses technische Verfahren („Asphaltkollektoren“) bekannt gewesen sein, zumal darüber in verschiedenen Fachpublikationen und internationalen Zeitungen sowie in der Hamburger Wochenzeitung DIE ZEIT berichtet wurde.¹⁶ Um so erstaunlicher ist es, dass diese Technik in einer wichtigen BSU-Veröffentlichung wie „Anlage 1: EE-Potentiale“ keinerlei Erwähnung findet.

In Hamburg eignen sich für diese Energieernte-Form prinzipiell alle unverschatteten Straßen, Fahrrad- und befestigte Fußwege, insbesondere auch die Fahrbahnen/Wege auf den zumeist nicht verschatteten Brücken. Dazu kommen sonnige, unverstellte Plätze, wie wir sie u.a. am Hamburger Flughafen finden. Weiterhin können Gewächshäuser hierfür genutzt werden, bei denen im Sommer die zu hohen Innentemperaturen durch Öffnung der oberen Lüftungsklappen reduziert werden müssen. Dies geschieht mit Kühlschlangen im Boden des Gewächshauses, wobei die abgeführte Wärme gespeichert wird; hierzu gibt es deutsche und niederländische Forschungsprojekte.¹⁷ Das Flächenpotential ist also insgesamt riesig.

Zu bedenken bleibt, dass diese Technik nicht die Erträge von 400 kWh / (m² a) erreichen kann, die die BSU für Dachanlagen annahm. Insofern bleibt im konkreten Fall zu klären, ob und wie man solche Anlagen in Niedertemperatur-Fern-/Nahwärme- bzw. -Kältenetze einbinden kann – solches müssen weitere Untersuchungen zeigen. Jedenfalls ließe sich das Wärmepotential in jedem Fall nach Schweizer Vorbild entsprechenden Speichern zuführen, von wo es mit Hilfe von Wärmepumpen für die Raumerwärmung nutzbar gemacht wird.

Geothermie

In der Potentialanalyse der BSU folgt nun – anders als man es nach der in der Einleitung der Analyse aufgeführten Reihenfolge hätte erwarten dürfen – das Thema Geothermie. Eingangs wird zwischen der oberflächennahen Geothermie (bis 400 m Tiefe) sowie der tiefen Geothermie (ab 400 m Tiefe) unterschieden, wobei die oberflächennahe Geothermie als kaum direkt nutzbare Wärmequelle erkannt wird. Das ergibt sich aus dem von der BSU nicht genannten Temperaturspektrum der verschiedenen Wärmequellen (wie Grundwasser, oberer Erdboden 0,8-1,6 m, tieferer Erdboden 15-160 m)¹⁸ von 7°-12° C . Zur Hebung dieses Potentials schlägt die BSU den Einsatz von Wärmepumpen vor und schreibt: „Hier ein Potenzial abzuschätzen ist schwer. Es wird geschätzt, dass bis 2050 ca. 50.000 Wärmepumpen in Hamburg installiert werden können. Diese könnten dann ca. 0,24 TWh/a Wärme erzeugen.“

¹⁴ Siehe Warnke, Götz: Wege zur Energie-Autarkie, Hamburg 2014, S. 182 (Anm. 804, 805)

¹⁵ <http://www.bast.de/DE/Publikationen/Foko/2013-2012/2012-10.html>

¹⁶ Siehe Strassmann, Burkhard: Die geheizte Brücke, in: DIE ZEIT, Nr. 11 vom 8. März 2007
<http://www.zeit.de/2007/11/T-Bruecke>

¹⁷ Siehe <http://www.zineg.net/> ; <http://idw-online.de/de/news444429> ; <https://www.kasalsenergiebron.nl/>

¹⁸ Siehe <http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/technologien/oberflaechennahe-geothermie.html>

Damit jedoch steht ein weiteres Problem im Raum, das von der BSU nicht benannt und vielleicht nicht einmal gesehen wurde. Der Hintergrund: die üblichen Wärmepumpen (WP) sind elektrische Maschinen, die die Temperaturunterschiede zwischen zwei Räumen erhöhen, d.h. in diesem Fall, sie senken die niedrige Temperatur draußen unter der Erde (Ausgangstemperatur) noch ein wenig mehr, und erhöhen damit die Temperatur in unseren Wohnräumen (Endtemperatur) auf ein behagliches Maß (unsere Kühlschränke hingegen machen es genau umgekehrt). Je größer der Unterschied zwischen Ausgangstemperatur und angestrebter Endtemperatur ist, desto mehr Arbeit muss eine WP leisten und desto mehr Strom verbraucht sie. Um die verschiedenen Wärmepumpen vergleichen zu können, hat man die Jahresarbeitszahl (JAZ) eingeführt. Sie beschreibt den Wärmeertrag der Pumpe im Verhältnis zur dafür eingesetzten elektrischen Energie. Hat eine WP eine JAZ 3, so bedeutet das, dass sie für eine kWh Stromverbrauch drei kWh Wärme erzielt. Das sollte sie auch mindestens schaffen, denn beim Energiemix der heutigen Kraftwerke werden aus drei Einheiten fossiler Primärenergie (Kohle, Gas) eine Einheit Strom erzeugt. Wenn jedoch die $JAZ < 3$ ist, dann spart die WP keine fossile, CO₂-emittierende Primärenergie mehr ein, sondern sie ist quasi eine konventionelle, Strom verbrauchende Heizung. Die Forderung „JAZ > 3“ ist aus Gründen der Energieeffizienz und des Umweltschutzes auch heute noch trotz des Stroms aus Erneuerbaren Energien sinnvoll: Wärmepumpen haben schließlich gerade im kalten Winterhalbjahr ihren höchsten Stromverbrauch, wenn die Photovoltaik überwiegend ausfällt und dann Wind- bzw. Wasserkraft die Hauptlast der CO₂-freien Stromerzeugung tragen müssen.

Leider zeigen neuere Untersuchungen, dass nur wenige Wärmepumpen in der oberflächennahen Geothermie die Forderung „JAZ > 3“ erreichen.¹⁹ Besonders oft scheitern die nicht zur oberflächennahen Geothermie gehörenden, aber am häufigsten eingesetzten Luftwärmepumpen. Sie beziehen ihre Wärme aus der Außenluft; sinkt im Freien die Temperatur unter null Grad, werden sie quasi zu einer teuren (Kohle-)Stromheizung, die man eigentlich aus Gründen der Energieeffizienz – ähnlich wie Strom-Nachtspeicher-Heizungen – verbieten müsste. Sollte sich die Tendenz zu Luftwärmepumpen fortsetzen, dann ähneln die von der BSU in Aussicht genommenen ca. 50.000 Hamburger Wärmepumpen bis 2050 eher einem energiepolitischen Alptraum als einer Lösung des Wärmeproblems.

Bei der tiefen Geothermie verweist die BSU auf die – durch die höheren Temperaturen gegebene – Möglichkeit zu einer direkten Nutzung, und auf die Planung einer ersten Förderbohrung in Wilhelmsburg, schränkt aber die Potentiale mit Blick auf die Hamburger Geologie und die zu erreichende Tiefe für die entsprechenden Temperaturen ein. In der Tat liegen die interessanten Temperaturen im Hamburger Unterraum erheblich tiefer als im nur 100 km entfernten Schwerin. Insofern können neue, kostengünstigere Bohrverfahren²⁰ zu einer stärkeren Hebung des vorhandenen Potentials führen.

Biomasse

Die BSU verweist auf den geschlossenen CO₂-Kreislauf bei nachhaltig geernteter Biomasse, die Derivate der Biomasse (fest, flüssig, gasförmig) und schreibt: „Das Biomassepotenzial in Hamburg beschränkt sich auf den ‚Restebereich‘. Gezielter Anbau von Biomasse ... zwecks energetischer Nutzung ist auf Grund des beschränkten Raumangebots und auch durch Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung nur selten möglich.“

¹⁹ Siehe http://www.agenda-energie-lahr.de/WP_FeldtestPhase2.html ; http://www.agenda-energie-lahr.de/files/WP-Schlussbericht_2006-13.pdf

²⁰ Siehe <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/51671> ; <http://news.mit.edu/2016/paul-woskov-explores-new-path-through-earth-crust-0412>

Dennoch ist ein begrenzter Biomasse-Anbau in der Hansestadt nicht unmöglich. Als Orte kommen hauptsächlich Randflächen von Verkehrswegen (Lärmschutz), sowie größere Mittelstreifen von vierspurigen Straßen (Blendschutz) in Frage. Dazu kommen durch Altlasten geschädigte („devastierte“) Flächen.

Solche Gebiete eignen sich vor allem für die mit schnell wachsenden Pappeln und Weiden besetzten Kurzumtriebsplantagen (KUP), die wegen der im Stamm vorhandenen stickstoff-bindenden Bakterien den Boden nicht so auslaugen und daher auch keiner Düngung bedürfen.²¹

Vielleicht lässt sich künftig ein Teil der von den hamburgischen Revierförstereien bewirtschafteten 5.200 ha Waldflächen, sofern sie z.B. als Fichtenschonungen etc. nicht naturnah bewirtschaftet werden, mit KUPs nutzen (bisher wegen des Bundeswaldgesetzes/BWaldG nicht möglich).

Weiterhin schreibt die BSU: „Die Potenziale von biogenem Abfall und Klärschlamm werden bereits heute zum Großteil ausgenutzt“, und verweist u.a. auf die Müllvergärungsanlage Bützberg (Biomethan) sowie das Klärwerk, das Biomethan für den Eigenbedarf sowie für die (Gas-)Netzeinspeisung bereit stellt.

Dagegen verfügen auch heute noch viele Mietshäuser über keine Biotonne, und auch viele Selbstkompostierer können ihr Potential nicht optimal nutzen. Eine stärkere Verbreitung der Biotonnen und z.B. eine öffentliche Förderung von Mikro-Biogasanlagen für Selbstkompostierer könnten hier erhebliche Potentiale heben und für weniger Treibhausgase sorgen. Für größere Bioabfall-Erzeuger kämen dezentrale Biomeiler²² in Frage, die neben Biogas auch Abwärme erzeugen – auch hier sollte über eine Förderung nachgedacht werden.

Zudem bleibt die Frage, ob nicht auch ggf. Methanressourcen in anderen Altdeponien energetisch genutzt werden können.

Die BSU verweist bezüglich des weiteren vorhandenen Biomassepotentials (Grasschnitt etc.) auf das Transportproblem und die dabei anfallenden CO₂-Emissionen.

Dieser Gesichtspunkt ist richtig und wichtig. Allerdings wird das Problem dadurch verschärft, dass die der BSU unterstehende Hamburger Stadtreinigung ihr Biogas- und Kompostwerk Bützberg wenig verkehrsgünstig in Tangstedt außerhalb der Hamburger Stadtgrenze gebaut hat. Unter dem Gesichtspunkt der Hebung weiterer Potentiale erscheint ein zweites, verkehrsgünstiger gelegenes Biogas- und Kompostwerk (z.B. an der Elbe) sinnvoll.

Umgebungswärme

Das Thema Umgebungswärme wird von der BSU zwar in der Einleitung erwähnt, aber dann nicht als eigenständiger Punkt behandelt. Nur im Kapitel Geothermie steht der etwas verlorene Satz: „Doch Wärmepumpen können nicht nur oberflächennahe Geothermie nutzen, sondern auch andere Niedertemperaturquellen, wie Luft, Elbwasser und Umweltwärme allgemein.“

Dabei hat sich die BSU in ihrer Potentialanalyse selbst eingeschränkt, indem sie Umgebungswärme als „natürliche Wärmequellen, genutzt durch Wärmepumpen“ definiert hat. Hätte man Umgebungswärme als „Abwärme aus natürlichen und anderen Quellen“ definiert, hätte man höheres, diskussionswürdiges Potential erhalten. Man hätte auch nicht bei „Wärmequellen“ wie Luft und Elbwasser stehen bleiben müssen, die sich in der Heizperiode kaum sinnvoll mit akzeptablen WP-JAZen nutzen lassen.

²¹ Siehe von Wülisch, Georg: Hohe Wuchsleistung auch bei Null-Düngung, in: Holz-Zentralblatt (Ztschr.) Nr. 39 vom 30.09.2011, S. 970

²² Siehe <http://www.biomeiler.at/Was-ist-der-Biomeiler.html>

Als Wärmequellen der Umgebungswärme kann man statt dessen hier anführen: Abwärme von Industriebetrieben (z.B. Arubis), Lebensmittelverarbeitern, Großküchen, Wäschereien, Rechenzentren etc., Körperwärme.

So nutzt ein großes Bürogebäude in Stockholm die Körperwärme der täglich über 200.000 Pendler der zentralen U-Bahn-Station als Heizung; entsprechende, wenngleich kleinere Projekte gibt es offensichtlich auch in Paris und Großbritannien.²³

Aber auch der ganze Abwasserbereich ist energetisch höchst interessant: bei Abwassertemperaturen bis zu 20° Celsius kann mit Hilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen aus jedem Kubikmeter Abwasser durch Abkühlung pro ein Grad Celsius 1,5 Kilowattstunden Wärme gewonnen werden.²⁴ Immerhin geht Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) mit Blick auf Nordrhein-Westfalen davon aus, „dass die Energiemenge im Abwasser ausreichen würde, um theoretisch jedes zehnte Gebäude mit Raumwärme und Warmwasser zu versorgen.“²⁵

In Baden-Württemberg gibt es aktuelle Überlegungen, die Wärme des Bodensees in größerem Umfang per Wärmepumpe zu nutzen; die JAZ soll hier bei vier liegen.²⁶ Mit Blick auf Hamburg wäre zu fragen, in welchem Umfang sich neben dem von der BSU erwähnten Elbwasser auch die Alster wärmetechnisch nutzen lässt. Für entsprechende Berechnungen werden u.a. Wassertemperatur, Strömungsvolumen und die angestrebten Wärmeentnahmen eine Rolle spielen.

Wenngleich man einwenden kann, dass manche der hier aufgeführten Umgebungswärme-Quellen nicht erneuerbar sind (z.B. Abwasser, das zuvor als Nutzwasser per Gastherme erhitzt wurde), und daher eher als Zeitnutzungs-Wärme oder recycelte Wärme beschrieben werden müssten, so finden sich doch insgesamt auch bei der Umgebungswärme eine Vielzahl von der BSU nicht berücksichtigter Energie-Erntefelder.

EE-Strom

Die BSU schreibt: „Für die Erzeugung von Wärme aus EE-Strom wird Überschussstrom, welcher ansonsten abgeregelt würde, verwendet. ... Auch hier macht der überregionale Ansatz mehr Sinn, da die Stromerzeugung örtlich nicht verbrauchsgebunden ist (Windstrom von der Nordsee und Solarstrom aus dem Süden).“

Diese Sätze können den Eindruck erwecken, die FHH sei gar nicht mehr an der Entwicklung des eigenen EE-Strom-Potentials – insbesondere auch für die Wärmenutzung – interessiert, und verlasse sich weitgehend auf die Zulieferung von EE-Strom von außerhalb.

Dies ist insbesondere deshalb kritisch zu sehen, als die Verfasser in der Zusammenfassung selbst davon ausgehen, dass mit den insgesamt erzielbaren „3,5 TWh erneuerbarem Wärmepotenzial ein Anteil von max. 25 % am Wärme-Mix erreicht werden“ kann. Sollte sich also die BSU mit einer überwiegenden „Fremdversorgung“ der Hansestadt abgefunden haben, ohne dass man alle eigenen Möglichkeiten hinreichend erwogen hätte?

In jedem Fall sollen an dieser Stelle zumindest einige EE-Strom-Potentiale aufgezeigt werden:

²³ Siehe <http://www.kungsbrohuset.se> ; <http://www.guardian.co.uk/environment/2010/sep/07/paris-metro-heating-zero-carbon>

²⁴ Siehe Heizen mit Abwasser, in: Energie-Perspektiven, hrsg. vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, Ausgabe 03/2007, http://www2.ipp.mpg.de/ippcms/ep/ausgaben/ep200703/0307_abwasserwaerme.html

²⁵ Ebd.

²⁶ Siehe http://www.energieagentur-ravensburg.de/fileadmin/redakteur/pdf/Bildung/Combitherm_-_WP_Bodensee_11-02-2016.pdf

Photovoltaik (PV)

Auf Privat- und Firmendächern sind die PV-Panele mittlerweile weit verbreitet, auch wenn da oben „noch erheblich Luft“ ist. Dies gilt ebenso für städtische Gebäude wie (Hoch-)Schulen, Feuerwehrwachen, Behörden etc. – nicht zuletzt auch für den ehemaligen BSU-Bau an der Neuenfelder Straße.

Generell können alle für die Solarthermie (ST) grundsätzlich geeigneten Standorte, bei denen die ST aus statischen oder Abnahmegründen (kein Endverbraucher, kein Wärmenetz) nicht zum Einsatz kommt, zumindest für die PV genutzt werden. Neben den Dächern sind das natürlich auch die bereits bei der ST besprochenen Haus- und sonstigen Wände sowie die Freiflächen. Auch auf künftigen Industriebrachen, wie sie sich z.B. nach Abriss des Kohlekraftwerks Wedel nach 2020 dort ergeben werden, lassen sich gut Freiflächen-PV-Anlagen installieren.

Schließlich gibt es noch das Konzept der „Solar Roadway“, bei denen die Fahrbahn aus besonders belastbaren PV-Panelen besteht.²⁷ Doch wegen der z.T. sehr hohen Belastungen auf öffentlichen Straßen (Schwerverkehr) ist dieses Konzept derzeit eher für Fahrradwege, Parkplätze etc. geeignet.

Als Besonderheit gibt es, vorwiegend aus Japan kommend, das Konzept der „schwimmenden Photovoltaik“, bei der ähnlich wie bei Freiflächenanlagen aufgeständerte PV-Module auf Schwimmkörpern montiert sind.²⁸ Solche Anlagen eignen sich u.a. für größere Absetzbecken, stillgelegte Hafenbecken, langsame fließende Flüsse, nicht aber für Seen, da es hier zu ökologischen Problemen (Verschattung) kommt. Wegen der gegenüber der konventionellen PV höheren Kosten wird sich dieses technische Potential auf absehbare Zeit allerdings kaum ökonomisch sinnvoll nutzen lassen.

Wind

Nach der künftigen Errichtung von jeweils drei WKAs neben Arcelor Mittal in Waltershof und bei Trimet in Altenwerder durch Hamburg Energie dürfte das Standort-Potential für große Windkraftanlagen in Hamburg nicht mehr als ein halbes Dutzend betragen. Ein potentieller Standort ist wiederum künftig das alte Kohlekraftwerk Wedel, wobei die Fundamente der beiden Schornsteine wohl als Grundlage der WKA-Türme infrage kämen. Da das Gebiet oben auf dem Elbhang wie ganz Hamburg in einer überwiegenden Westwind-Zone liegt, würden sich die beiden Anlagen auch nur selten gegenseitig den Wind wegnehmen.

Anders als bei der großen Windkraft gibt es für Kleinwindkraftanlagen (KWKAs) erheblich mehr Standorte – auch in einer Stadt²⁹ wie Hamburg. Zwar sind die Windgeschwindigkeiten im Stadtbereich auf Haushöhe (10 Meter) relativ gering, aber es gibt durchaus höhere Standorte, und an den Hausecken und Dachkanten von Gebäuden in Windrichtung kann sich die Strömungsgeschwindigkeit durchaus verdoppeln, was für KWKAs meist ausreicht.³⁰ Einzelne engagierte Institutionen wie Greenpeace oder die GLS-Bank haben bereits – mehr oder minder erfolgreich – KWKAs auf ihren Dächern installiert, sind aber, auch wegen der heutigen

²⁷ Siehe https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_Roadways ; „Straßen liefern Energie“, in: RWTHinsight 1/2016, S. 5 <http://issuu.com/rwth/docs/insight1601/5?e=3288556/36003007>

²⁸ Siehe http://www.iet.tuwien.ac.at/fileadmin/t/ite/Lehre/Diplomarbeiten/2012/IET_Ausschreibung_Bachelorarbeit_HELIOFLOAT.pdf ; <http://www.heliofloat.com/index.php?id=17>

²⁹ Siehe: Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum - Ein Leitfaden, hrsg. von der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin/Prof. Dr-Ing. Jochen Twele, Berlin 2013 <http://kleinwind.htw-berlin.de>

³⁰ Siehe <http://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten/windkarten.html> ; Quaschnig, Volker: Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation, 7., aktualisierte Auflage München 2011, S. 244 f.

Kosten für Kleinwindkraftanlagen, bisher Ausnahmen geblieben. Daher ist das technische Potential für Kleinwind erheblich höher, als es die derzeitige Anlagenzahl vermuten lässt. Eine automatisierte Windpotenzialanalyse für diese Anlagen hat Prof. Dr. Martina Klärle von der Fachhochschule Frankfurt/Main mit dem Forschungsprojekt „Wind-Area“³¹ entwickelt; hier wäre die FHH gefordert, eine entsprechende Karte für die interessierte Öffentlichkeit bereit zu stellen.

Die Orte zur Installation beschränken sich natürlich nicht nur auf viele geeignete Dächer; es kommen selbstverständlich auch Freiflächen in Frage, z.B. am Rande von Landwirtschaftsbetrieben (z.B. Vier- und Marschlande), Autobahnen, Hafen- und Elbabschnitten, aber z.B. auch im östlichen Flughafengelände außerhalb der direkten Einflugschneisen.

Interessant ist hierbei auch der Ansatz des Freiburger Architekten Wolfgang Frey, der KWKAs auf Strommasten, Kränen, ja selbst auf hohen Bäumen installiert.³²

Wasser

Auch wenn heute die meisten sichtbaren Zeichen verschwunden sind, so war Hamburg einstmals auch eine Stadt der Wasserkraft. Am ganzen Alsterlauf (Wohldorf, Bergstedt, Eppendorf usw.), aber auch in Bergedorf, Kirchsteinbek, Rahlstedt (Bahnhofstr.) etc. gab es Wassermühlen. Derzeit existiert in Hamburg nur noch die Wasserkraftanlage Fuhlsbütteler Schleuse³³, obgleich es heute sehr viel energieeffizientere und fischfreundlichere Techniken gibt.

Kleine Wasserkraftanlagen haben den Vorteil, dass sie ihren Strom ggf. auch mittels einer Heizpatrone direkt zur Wärmeerzeugung einsetzen oder ihn in die untere Strom-Verteilnetzebene einspeisen können, sodass die höheren Stromnetz-Ebenen nicht beansprucht werden. Zudem hat diese kontinuierliche Wasserkraft den Vorteil, grundlastfähig zu sein, was sonst bei den EE nur auf Biomasse und Geothermie zutrifft.

Neben der kontinuierlichen Wasserkraft gab es in der Hansestadt mit einigen Flut-/Gezeitenmühlen³⁴ auch Anlagen der diskontinuierlichen Wasserkraft. Wenngleich diese Anlagen inzwischen verschwunden und ihre Standorte heute z.T. nicht mehr verfügbar sind, so ist doch das Potential weiterhin vorhanden. Schließlich könnte man jeden schwimmenden Ponton in der Elbe zu einer Gezeitenkraftanlage umrüsten. Daneben gibt es eine Vielzahl von technischen Lösungen der „Schwimmenden Wasserkraft“, wie sie sich u.a. im „Netzwerk Technologiekompetenz Fluss-Strom“ finden³⁵, die sich auch für die Gezeitenenergie im Elberaum nutzen ließen.

Mag das Wasserkraft-Potential Hamburgs auch relativ gering sein, so besteht angesichts der negativen Energiebilanz der Hansestadt wahrlich kein Anlass, es von vornherein auszuschließen und unerwähnt zu lassen.

Fazit

Das Hamburger Potential an erneuerbarer Wärme ist erkennbar erheblich größer, als es die „EE-Potentiale“ in der Bürgerschaftsdrucksache 20/14648 vermuten lassen. Die wirkliche Größe dieses

³¹ Siehe <http://frankfurt-university.de/fachbereiche/fb-1-architektur-bauingenieurwesen-geomatik/forschung/wind-area.html>

³² Siehe <http://www.agrarheute.com/joule/news/allesnutzer> ; <https://www.youtube.com/watch?v=joBtK87uAVI> ; <http://www.freyarchitekten.com/>

³³ Siehe <http://www.uww-hamburg.de/wasserkraftanlage.htm>

³⁴ Siehe Neddermeyer, Franz Heinrich: Topographie der Freien und Hanse Stadt Hamburg, Hamburg 1832, S. 153, 188 ; Minchinton, Walter Edward: Tide Mills in Germany, in: International Molinology – Journal of The International Molinological Society No. 64, July 2002, S. 26-27

³⁵ Siehe Warnke 2014, S. 129 f. ; <http://www.flussstrom.de/>

Potential kann in dieser kurzen Studie naturgemäß nicht ermittelt werden. Dies muss allerdings in einem gesonderten Gutachten zeitnah geschehen, wenn die FHH ihre Energiepolitik auf belastbaren Daten aufbauen will.

Mittelfristig reicht eine solche Potential-Analyse allein allerdings nicht aus; die ermittelten Potentiale müssen auch im Sinne einer nachhaltigen Energieversorgung konsequent gehoben werden. Das gilt nicht nur bei den üblichen Energie-Ernte-Orten (Dächern), sondern auch bei Projekten, die auf den ersten Blick nichts mit dem Energiethema zu tun haben (z.B. A7-Deckel, Landschaftsachse Horner Geest), muss immer eine energetische Nutzung mitbedacht werden. Die Notwendigkeit dazu ergibt sich nicht nur aus dem Abkommen der Pariser UN-Klimakonferenz 2015 (1,5-Grad-Ziel), sondern auch aus dem zweiten Satz des Volksentscheids vom 22. September 2013: „Verbindliches Ziel ist eine sozial gerechte, klimaverträgliche und demokratisch kontrollierte Energieversorgung aus erneuerbaren Energien.“

Warum die BSU als Teil der Exekutive die Hamburgischen Bürgerschaft als Legislative nach zwei Jahren Wartezeit mit einer solch‘ defizitären Potential-Analyse abspeiste, bleibt unerfindlich. In jedem Fall hat sie damit die energiepolitische Diskussion in unserer Stadt während der letzten 18 Monate unnötig behindert.

Hamburg, den 22.08.2016

Dr. Götz Warnke