

Wärmewende am Main

Zwar gilt Deutschland als Vorreiter in Sachen Energiewende, diese umfasst aber vor allem den Stromsektor. Der Wärmesektor wurde bislang eher stiefmütterlich behandelt. Ambitionierte Großstädte wie Frankfurt am Main wollen jetzt auch die Wärmewende vorantreiben.

In dem weißen, schöngeformten Foyer werden wir bereits erwartet. Es gehört zu einem geschwungenen Bürogebäude im Passivhausstandard, das direkt an das Gleisfeld des Hauptbahnhofs angrenzt. Hier, in der Adam-Riese-Straße 25, ist das Energierreferat der Stadt Frankfurt am Main untergebracht. Als kommunale Klimaschutzagentur setzt es das Energie- und Klimaschutzkonzept der Stadt um. Das Gebäude wird mit Fernwärme versorgt und benötigt etwa zehn Prozent von dem, was übliche Bürogebäude an Primärenergie verbrauchen. „Das Passivhaus ist ein gutes Beispiel für unsere Energiepolitik. Um bis 2050 unseren Energiebedarf komplett aus erneuerbaren Energien zu decken, müssen wir diesen deutlich reduzieren“, sagt Paul Fay, der im Frankfurter Energierreferat für Energiekonzepte und Versorgungstechnik zuständig ist.

Insgesamt will die Stadt bis zum Jahr 2050 rund 50 Prozent ihres Endenergiebedarfs einsparen. Und genau hierzu bieten sich Passivhäuser an, die über eine so dicke Dämmhülle verfügen, dass sie die Wärme im Innern nahezu vollständig speichern. Fay: „Das ist einfach der Standard der Zukunft und auch der Standard, der bei Sanierungen angewendet werden sollte.“

In der Energieeinsparung sieht Fay das größte Potenzial für die Stadt. Erst die zweite Säule müsse dann eine energieeffiziente und auf

erneuerbaren Energien fußende Energieversorgung sein. Dabei ist es das Ziel der Mainmetropole, 50 Prozent der Energie bis 2050 selbst zu produzieren. Bis dahin könnte der Weg allerdings noch steinig sein. Ein Dorn im Auge sind Fay etwa die zwei Steinkohleblöcke des Heizkraftwerks West, das in das Fernwärmennetz der Innenstadt speist. Auch der Betrieb der Braunkohlekraftwerke in den Stadtteilen Griesheim und Fechenheim sei kontraproduktiv zur Frankfurter Energiepolitik, doch leider stoße man sich hier an den Rahmenbedingungen. „Ein Gas- und Dampfkraftwerk in der Fernwärmezentrale ist ökonomisch nicht darstellbar und die Braunkohle ist momentan unschlagbar billig“, sagt Fay. Beide Braunkohlekraftwerke seien zwar relativ klein, aber auch nur aus dem einzigen Grund, weil sie mit 19,9 Megawatt nicht emissionshandelspflichtig sind. Wenigstens bleibe man technologieoffen und die Anlagen könnten, wenn Erdgas irgendwann billiger als Braunkohle sei, auf den umweltfreundlicheren Brennstoff umgestellt werden. So gar das aus Biomasse gewonnene CO₂-neutrale White Powder könne eingesetzt werden.

Eine starke Region

Selbst wenn es Frankfurt gelingt, seinen Energiebedarf um 50 Prozent zu reduzieren, kann die benötigte Energie nicht im Stadt-

gebiet allein produziert werden. Deshalb setzt Frankfurt auf eine starke Region, so Fay, und will die verbleibenden 50 Prozent aus dem Umland und wahrscheinlich auch aus noch weiter entfernten Kraftwerken importieren. Eine Energie, auf die man auch im Jahr 2050 noch setze, sei ganz sicher die Müllverbrennung, beispielsweise in der Müllverbrennungsanlage im Frankfurter Norden. Der Müll müsse schließlich auch noch 2050 entsorgt werden. Auch dürfe man mit Blick auf den Energiemix 2050 nicht die zeitliche Dimension aus den Augen verlieren. So würden zwar heute schon Energie-Plus-Häuser gebaut, wenn die Photovoltaikanlage aber im Winter mit Schnee bedeckt ist, produziere sie eben auch keinen Strom mehr. Die Potenziale im Bereich Abfall, Wasser und Biomasse seien bereits zu großen Teilen ausgeschöpft und außerdem gebe es nur noch wenige Freiflächen im Stadtgebiet, die für große Photovoltaik-, Solarthermie- oder Geothermieranlagen genutzt werden könnten.

Dann liefert Fay Zahlen, die Ausmaß und Intensität des Projekts Wärmewende im Rhein-Main-Gebiet vollumfänglich verdeutlichen. „Hier in Frankfurt geben wir etwa zwei Milliarden Euro für Energie pro Jahr aus“, so der Energieexperte. Darin eingeschlossen sind der Frankfurter Flughafen mit einer zentralen Kälteversorgung und einem Anschluss an die Fernwärme, allerdings nicht das Kerosin. Im Jahr 2010 habe die Stadt rund 22,5 Terawattstunden (TWh) Endenergie verbraucht – zum Vergleich: die gesamte deutsche Offshore-

Stromerzeugung lag 2016 bei 13 TWh. Der Anteil der erneuerbaren Energien ist von 3,2 Prozent im Jahr 2010 auf sechs Prozent im Jahr 2013 gestiegen. Fay: „Im Jahr 2050 brauchen wir mit 5.500 Gigawattstunden (GWh) die achtfache Menge an erneuerbaren Energien aus dem Stadtgebiet.“

Die 700.000-Einwohnerstadt stellt 660.000 Jobs bereit, 350.000 Pendler fahren tagtäglich zum Arbeiten nach Frankfurt am Main. Entsprechend fallen allein 19 Prozent des Energieverbrauchs im Verkehrssektor an – ohne Berücksichtigung des Flugverkehrs. Die Haushalte verbrauchen 22 Prozent der Energie, Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (IGHD) weitere 60 Prozent – während der IGHD-Sektor im Bundesdurchschnitt nur auf 40 Prozent kommt. Der Grund: 20 Prozent des Strombedarfs im GDH-Sektor werden von riesigen Rechenzentren verschlungen, da Frankfurt neben Amsterdam nicht nur Flughafendrehkreuz sondern auch einer der wichtigsten europäischen Internet-Knotenpunkte ist.

Welchen Weg muss die Stadt also in Zukunft einschlagen? Dieser wird laut Fay in jedem Fall labyrinthisch und lang sein, schließlich gebe es zig Schrauben, an denen man bei der täglichen Arbeit drehen könne. Ein Stück der Strecke hat die Stadt aber schon zurückgelegt: Sie hat verschiedene Bürgerbeteiligungsverfahren gestartet, einen Klimaschutzbeirat gegründet, alle Sektoren betrachtet und Potenziale zur Energieeinsparung und zum Ausbau der erneuerbaren Energien erfasst, ein Generalkonzept erstellt, einen Maßnahmenkatalog erarbeitet und verschiedene Szenarien durchrechnen lassen.



Die Stadt Frankfurt am Main will ihren Energiebedarf massiv reduzieren.

Fay: „Wir können es schaffen, bis 2050 auf 100 Prozent erneuerbare Energien umzustellen.“

Masterplan 100 % Klimaschutz

Dazu hat die Stadt den Masterplan 100 % Klimaschutz entwickelt, der alle Sektoren berücksichtigt: Die energieeffiziente Sanierung und eine zukunftsweisende Energieversorgung der Gebäude sind die wesentlichen Maßnahmen, um Energie einzusparen. Fay: „Die städtischen Wohnungsgesellschaften bauen schon heute nur noch im Passivhausstandard.“ In Bezug auf die riesenhaften Rechenzentren könnten außerdem intelligente Monitoring-Konzepte helfen.

Betrachtet man den Ausbau der erneuerbaren Energien, dann ist vor allem die Solarenergie eine wesentliche Säule der Frankfurter Energiestrategie. Aktuell sei zwar noch die Photovoltaik wirtschaftlich attraktiver, die Bedeutung der Solarthermie werde aber in Zukunft wachsen. So soll diese künftig allein 22 Prozent der in Frankfurt benötigten Wärme produzieren. Die Nutzung von Wärmepumpen

und Abwärme werde einen weiteren wichtigen Beitrag leisten und auch der Bau von elektrischen und thermischen Speichern sei außerordentlich bedeutsam. So brauche man einerseits zentrale Wärmespeicher in den Kraftwerken und andererseits dezentrale Wärmespeicher auf Gebäudeebene.

Neben Abfallpotenzialen aus der Region werden auch Windpotenziale aus dem Land berücksichtigt. Ein weiterer Knackpunkt ist der Industriesektor, für den Prozesswärme mit einem hohen Temperaturniveau bereitgestellt werden muss. Entsprechend soll neben der Nutzung von Abwärme und der Wasserstoffinfrastruktur im Industriesektor vorrangig die Biomasse eingesetzt werden. Die vornehmlich in der Peripherie angesiedelten Rechenzentren liegen fernab eines Anschlusses an die Fernwärme, auch das soll sich künftig ändern. Außerdem will die Stadt auf die Kraft-Wärme-Kopplung als Backup setzen, für Zeiten, in denen erneuerbare Energien zu wenig Strom oder Wärme produzieren. Bevorzugte Brennstoffe werden Abfall, Biomasse, Biomethan und synthetisches Erdgas sein. ▶

Best-Practices im Sinne der Frankfurter Energie- und Klimastrategie lassen sich bereits vielerorts in der Großstadt finden, beispielsweise im Neubaugebiet Lindenviertel im Stadtteil Höchst. Im Zuge der Konversion eines ehemaligen amerikanischen Militärgeländes ist hier neuer Wohnraum entstanden. Das Viertel ist an ein Nahwärmenetz angebunden, das aus einem Heizwerk des lokalen Energieversorgers Mainova gespeist wird. Die Mainova Energiezentrale Sossenheimer Weg umfasst zwei Kessel und ein Blockheizkraftwerk (BHKW) für Strom und die Grundlast wie beispielsweise die Warmwasserbereitung und Netzverluste.

Einsatz von Biomethan

Im Jahr 2013 wurde das BHKW nachträglich von Erdgas, gefördert nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG), auf Biomethan mit Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für den Strom umgestellt. Der Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist, die Kessel können optional mit Erdgas oder Öl gefahren werden. „Es werden also praktisch zwei Mengen abgerechnet, einmal für das Blockheizkraftwerk und einmal für die Kessel“, erläutert Martin Heuser, Betriebsleiter der Anlage bei Mainova. Für das Biomethan hat der Frankfurter Energieversorger mehrere Bezugsverträge, so etwa mit einer Biogasaufbereitungsanlage im thüringischen Ohratal. Weitere Mengen werden von einer Aufbereitungsanlage im Industriepark Höchst hinzugekauft, der Rest werde am Markt von Händlern beschafft. Heuser: „Im Prinzip ist das eine bilanzielle Sache, die Verkäufer speisen dort ein und wir entnehmen hier das Gas aus dem Netz.“

Dabei konkurriert das Biomethan aus Thüringen direkt mit dem Erdgas aus Russland: Während die Megawattstunde Biomethan aktuell 70 bis 75 Euro kostet, liegt der Preis für konventionelles Erdgas eher bei 30 Euro zuzüglich Netznutzungsentgelt und Steuern, so Heuser. Die Vergütung für den Strom nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz gleicht das aber wieder aus. „Wir sind hier in der glücklichen Lage, dass wir noch etwa 21 Cent pro Kilowattstunde bekommen, die neueren Anlagen liegen nur noch bei 13 bis 14 Cent, da die Vergütungssätze mit dem EEG 2014 ja deutlich gesenkt worden sind. Mit den abgesenkten Vergütungssätzen können die Kosten für das Biomethan aber nicht mehr gedeckt werden.“

Für die Zukunft erwartet Heuser, dass es keine weiteren Projekte dieser Art geben wird. Vielmehr befürchtet er, dass auch die Sossenheimer Anlage noch so lange läuft, wie Technik und EEG-Vergütung das zulassen, und dann wieder auf Erdgas umgeschaltet wird. Heuser denkt laut nach: „Aber vielleicht stellt man hier in zehn Jahren auch einen Elektrokessel auf und erzeugt Wärme aus überschüssigem Windstrom.“ Die einzige Hoffnung für weitere Projekte gehe von der Energieeinsparverordnung aus, die in den vergangenen Jahren sehr viel anspruchsvoller geworden sei. Heuser erläutert: „Der Bauherr kann die geforderte Qualität entweder über die Hülle, also Dämmung, Dreifachverglasung, kontrollierte Wohnraumbelüftung, oder über einen Brennstoff mit niedrigem Primärenergiefaktor erreichen. Manchmal ist es dann so, dass für den Bauträger die Rechnung mit dem Biomethan aufgeht.“

Aber zunächst einmal will Mainova den Strom aus dem BHKW direkt vermarkten, die entsprechenden Steuerboxen für die Flexibilisierung sind bereits eingebaut. Hiermit kann das BHKW künftig aus der Ferne abgeschaltet werden, wenn zu viel Strom ins Netz drückt. Obwohl Mainova hierfür auch eigenes Personal hat, wurden die Lechwerke mit der Vermarktung beauftragt. Dauern niedrigpreisige Perioden länger an, werden die Kessel zugeschaltet, um die Grundlast bereitzustellen. In Spitzenlastzeiten hingegen, wenn der Strom hochpreisig ist, wird das BHKW wieder zugeschaltet. Als finanziellen Ausgleich für die Teilnahme am Börsenhandel kassieren die Betreiber neben den Börsenerlösen zusätzlich die Management-Prämie.

Ein Paradebeispiel für energieeffizientes Bauen in Frankfurt am Main sind die Energie-Plus-Häuser im Neubaugebiet Parkstadt. Sechs Mehrfamilien- und sechs Reihenhäuser in Frankfurts Westen werden aus rein regenerativen Energiequellen versorgt. Das Besondere: Überschüssige Wärmeenergie kann in das lokale Nahwärmenetz von Mainova eingespeist werden. Insgesamt hat die KEG Konversions-Grundstücksentwicklungsgesellschaft 56 Wohnungen in der Kamelienstraße errichtet. 50 davon sind im Rahmen des öffentlich geförderten Wohnungsbaus entstanden und werden für 6,50 Euro warm pro Quadratmeter vermietet. Das Energiekonzept haben die BSMF Beratungsgesellschaft für Stadtneuerung und Modernisierung und das Beratungsbüro Enoch3 erarbeitet.

„Hauptenergiequelle der Energie-Plus-Häuser ist die Sonne“, sagt

Andreas Gäßler, Projektleiter bei Pewe Energietechnik, dem Unternehmen, das die technische Einrichtung und Steuerung der Gebäudetechnik in der Kamelienstraße übernommen hat. Die gesamte Gebäudetechnik sowie die Außen-, Keller- und Treppenhausbeleuchtung, aber auch die Trinkwassererwärmung und die Heizung werden mit Sonnenenergie aus 2Power-, Photovoltaik und Solarfeldern mit Langkollektoren betrieben. Als 2Power bezeichnet man eine Art Sandwich-Platte aus Photovoltaik-Modulen, die Strom erzeugen, und einer darunter befindlichen, thermischen Wassererwärmung. Das Wasser kühlt gleichzeitig die Photovoltaik, die bei niedrigen Temperaturen mehr Leistung bringt. Der Vorteil: Große Flächen können gleichzeitig zur Strom- und Wärmeproduktion genutzt werden. Stromüberschüsse werden in das allgemeine Stromnetz eingespeist.

Die Wärmeenergie aus der solarthermischen Anlage wird in einem 44.000 Liter fassenden Großspeicher und weiteren Pufferspeichern von insgesamt 10.000 Litern gesichert. Über Wärmepumpen wird dann die Luft entsprechend versorgt. Reicht die gewonnene Wärmemenge nicht aus, um den Bedarf zu decken, kommt ein Eisspeicher in Verbindung mit Sole/Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz.

Energie für den Eisspeicher

Und das funktioniert wie folgt: Anstelle einer Geothermiebohrung wurde in der Kamelienstraße oberflächennah eine riesige, mit 150.000 Litern Wasser gefüllte Betonkaverne in den Boden eingelassen. Gäßler: „Das Wasser des Eisspeichers ist gleichzeitig die Sole für die Wärmepumpen.“

Im Sommer und Herbst habe das Wasser im Eisspeicher eine Temperatur von zirka 30 Grad, im Winter kühlt es idealerweise auf Temperaturen oberhalb des Gefrierpunkts ab.

Die Wärme bezieht das Wasser von den hydraulisch geführten 2Power-Modulen auf dem Dach, deren Wärme direkt in den Eisspeicher geht. „Zwar erreichen die 2Power-Module nicht die Temperaturen von normalen Röhrenkollektoren, aber Temperaturen von sechs bis sieben Grad Celsius stellen eine enorme Energie für den Eisspeicher dar, wenn dessen Wasser gerade mal zwei bis drei Grad Celsius beträgt“, berichtet der Techniker. Falls das Wasser weiter abkühlt und gefriert, wird weitere latente Wärme bei der Änderung des Aggregatzustands von flüssig zu fest freigesetzt. Gäßler: „Das ist im Prinzip der Mehrwert des Eisspeichers.“ Erst wenn der Eisspeicher komplett eingefroren ist, liefert er solange keine Wärme mehr, bis die 2Power-Anlage das Wasser wieder zum Schmelzen bringt. In solchen Kälteperioden übernimmt dann die Mainova-Pelletheizung die Wärmeversorgung des Objekts. „Aber wann kommt das vor?“ fragt Gäßler. „Selbst bei zehn Tagen ohne Sonne und Tagesmitteltemperaturen von minus 15 Grad Celsius würden wir noch zehn bis 15 Tage ohne die Fernwärme von Mainova durchhalten.“ Gäßler ist sich sicher, dass sich die Kombination 2Power, Photovoltaik, Solarthermie, Eisspeicher, Wärmepumpe und Pufferspeicher durchsetzen wird.

Das Glanzstück der Kamelienstraße, das energieautarke Haus, wird bei Fertigstellung nur noch einen Wasseranschluss an die öffentliche

Versorgung haben und Strom und Wärme komplett selbst erzeugen. Die Technik für das so genannte Wasserstoffhaus gibt es schon: eine kurzfristige Speicherung in Batterien, ergänzt um eine langfristige Wasserstoffspeicherung. Noch ist dieses Konzept zu teuer, dennoch hält Gäßler auch dieses für zukunftsträchtig.

Und so gibt es in Frankfurt aktuell viele Baustellen – im großen wie im kleinen Maßstab. Energieeffiziente Quartiere und Nahwärmenetze entstehen, während Mainova seine drei innerstädtischen Fernwärmenetze zu einem großen Netz vereinen will. Auch in der Nachbarstadt Wiesbaden ist man über jedes Gebäude froh, dass an die Fernwärme angeschlossen ist. Der Grund ist hier, dass die historische Bausubstanz eine Dämmung oft erschwert und kleine, dezentrale Blockheizkraftwerke das Klima der Innenstadt aufgrund ihrer Kessellage stetig verschlechtern.

Ein weiterer Meilenstein in der Fernwärmestrategie der hessischen Landeshauptstadt ging 2015 in den regulären Betrieb über: ein Biomasseheizkraftwerk (BMHKW) zur thermischen Verwertung von Altholz nahe der Wiesbadener Deponie. Während das aufbereitete Altholz aus dem Sperrmüll des Rhein-Main-Gebiets bislang zur Verbrennung nach Brandenburg und Ostbayern gefahren wurde, deckt nun das BMHKW rund 50 Prozent des gesamten Fernwärmeverbedarfs im ESWE-Verbundnetz. Wie ESWE Versorgung mitteilt, trägt das Altholzkraftwerk damit als größtes und wirtschaftlichstes Einzelprojekt zur Erreichung der städtischen Energieziele bei.

Melanie Schulz