

# IBP-MITTEILUNG

537

## 42 (2015) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Patrick Schumacher, Kilian Stroh

### **ENERGIESYSTEM STADT GENERALKONZEPT IM RAHMEN DES MASTERPLANS »100 % KLIMASCHUTZ« – STADT FRANKFURT AM MAIN**

#### **Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP**

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-00  
info@ibp.fraunhofer.de

*Standort Holzkirchen*  
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley  
Telefon +49 8024 643-0

*Standort Kassel*  
Gottschalkstraße 28a, 34127 Kassel  
Telefon +49 561 804-1870

[www.ibp.fraunhofer.de](http://www.ibp.fraunhofer.de)

#### **EINLEITUNG**

Die Stadt Frankfurt hat sich das Ziel gesetzt, ihre Energieversorgung bis zum Jahr 2050 nahezu klimaneutral zu gestalten. Sie gehört zu den 19 Finalisten-Städten im Förderprogramm »Masterplan 100 % Klimaschutz« des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Mit der Bearbeitung des Masterplans »100 % Klimaschutz« wurde die Abteilung Energiesysteme des Fraunhofer IBP beauftragt. Ziel seitens der Stadt Frankfurt am Main ist es, den Endenergieverbrauch des Jahres 2010 von ca. 22 TWh in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr bis zum Jahr 2050 zu halbieren. Die verbleibenden 50 Prozent der Endenergie werden bevorzugt aus städtischen und regionalen erneuerbaren Energien erzeugt.

#### **POTENZIALANALYSE**

Für die Erreichung der gesteckten Ziele wurden neben dem Energieverbrauch die Einsparpotenziale der Stadt Frankfurt am Main in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr ermittelt. Weiter wurden mögliche Abwärme- und innerstädtische sowie regionale erneuerbare Energiepotenziale berechnet.

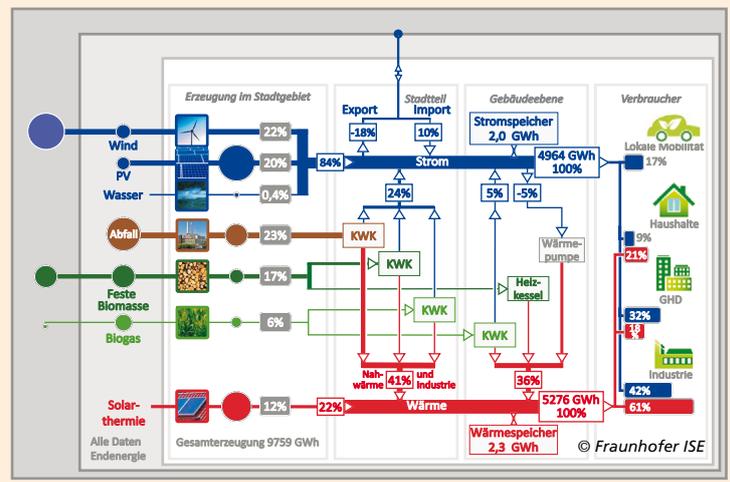
Im Wärmesektor zeigen die bereits umgesetzten und künftigen Modellvorhaben, dass durch eine umfassende energetische Sanierung von Gebäuden mehr als die Hälfte

des Wärmeverbrauchs eingespart werden kann. Neben einfachen Maßnahmen, wie dem Austausch von ineffizienten Umwälzpumpen, werden im Konzept integrierte und auf mehrere Jahre aufbauende Maßnahmen auf Quartiersebene beschrieben.

Die Nah- und Fernwärmeverdichtung, die Nutzung unterschiedlicher Wärmequellen wie Abwärme von Rechenzentren, Industrieprozessen und Abwässern sind nur einige Beispiele der im Masterplan beschriebenen Maßnahmen. Beispielsweise zeigt Bild 1 auf Seite 2 die Nutzung des Mains als Wärmequelle zur Wärme- und Kälteversorgung angrenzender Liegenschaften.

Neben Effizienz- und Versorgungsmaßnahmen im Strom- und Wärmesektor besitzt der Verkehr bzw. die gesamte Mobilität der städtischen Einwohner sowie der Zu- und Auspendler einen hohen Stellenwert für die Einwohner Frankfurts. Der Frankfurter Verkehr, ohne Flug- und Schiffsverkehr, hat nicht nur einen Anteil von 20 Prozent am Endenergieverbrauch der Stadt, sondern beeinflusst durch Flächenverbrauch und direkte Emissionen (CO<sub>2</sub>, Ruß, Lärm) die Lebensqualität in der Stadt entscheidend.

Ein weiterer Schwerpunkt des Generalkonzepts zielt auf gesellschaftliche Fragestellungen ab. Dafür wurde eine Akteurs- und Hemmnisanalyse vorgenommen, um daraus



nichttechnische Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung in Frankfurt am Main abzuleiten. Bildung und Aktivierung der Bürger durch Beratungsangebote und Beteiligungsrunden sind hierbei wesentliche Punkte der vorgeschlagenen Maßnahmen.

### WORKSHOPS ALS BINDEGLIED ZU DEN AKTEUREN

Zur Erhöhung des regionalen Bezugs im Konzept wurden jeweils zwei Workshops zu den Themen Gebäude/Wohnen, Energieversorgung/GHD/Industrie sowie Mobilität durchgeführt. Die vorgesehenen Maßnahmen wurden mit den unterschiedlichen Akteuren und Experten diskutiert und ihre Vor- und Nachteile für die Stadt herausgearbeitet. Neben den vorgestellten Maßnahmen wurden Ideen und Anregungen der Workshop-Teilnehmer in das Generalkonzept aufgenommen.

### SIMULATION EINER STÜNDLICHEN 100 %-EE-ERZEUGUNG

Eine stündliche Simulation des Fraunhofer ISE hinsichtlich der Frankfurter Energieversorgung in im Jahr 2050 auf Basis der berechneten Potenziale (Einspar-, Erneuerbare-Energien-, Abwärmepotenziale, etc.), wurde in die Szenarien integriert. Sie er-

laubt, den stündlichen Energiebedarf im Jahr 2050 mit den lokalen und regionalen Potenzialen abzugleichen und so zu überprüfen, ob eine vollständige Versorgung mittels erneuerbaren Energien möglich bzw. sinnvoll ist.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

In den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr ist es möglich, rund 50 Prozent der Endenergie bis 2050 einzusparen. In Diagramm 1 werden die Einsparpotenziale für die einzelnen Sektoren zusammenfassend dargestellt (berücksichtigt ist der Anstieg von Stromverbrauch im Wärme- und Verkehrssektor).

Durch das erhöhte Angebot an Windstrom und Biomasse aus Hessen kann ein Strom-eigenerzeugungsanteil von rund 90 Prozent zu Stromgestehungskosten von etwa zwölf Eurocent/kWh gewährleistet werden – vorausgesetzt wird ein Zubau von Speichern. Somit müssen lediglich knapp zehn Prozent der Elektrizität über das vorgelagerte Verbundnetz bezogen werden. Eine vollständige Versorgung aus dem Bundesland Hessen, die theoretisch/technisch möglich wäre, ist unter ökonomischen Gesichtspunkten nicht zu empfehlen.

Im Wärmesektor erhöht sich durch die Einbeziehung des hessischen Potenzials die zur Verfügung stehende Biomasse.

Um die jetzige Vision »100 % Klimaschutz« umzusetzen, kommt es auf den Mut der handelnden Akteure an, die vor der Aufgabe stehen, historisch bedeutsame Entscheidungen zu treffen. Wichtig ist auch die Akzeptanz des Projekts bei Bürgern und Unternehmen, die am Gestaltungsprozess partizipieren sollten. Der »Masterplan 100 % Klimaschutz« zeigt, dass Frankfurt am Main mit einer visionären und vorbildlichen Stadtentwicklung die ambitionierten Ziele erreichen kann.

- 1 Wärme- und Kältequelle Flusswasser Main.
- 2 Energiesystemstruktur der Variante »Stadt mit Bundesland, 10 Prozent Stromimport« mit Darstellung der Energieerzeuger, -verbraucher und der Energieströme. Die Kreisflächen der Ressourcen entsprechen den Beiträgen der Energieerzeuger.

