

Potenziale und Möglichkeiten des Klimaschutzes bei Energieerzeugung und Energieverbrauch

In den Jahren 2009 und 2010 wurde durch die FH Erfurt eine detaillierte Analyse zu den Klimaschutz-Möglichkeiten in Erfurt erstellt. Diese Seite gibt Inhalte des entsprechenden Berichts des IBIT, einem Institut der FH Erfurt, wieder. Darin wurden die Energieverbräuche und die Erzeugungsoptionen für Erfurt untersucht.

Am Ende der Seite findet sich eine Verknüpfung zum Bericht.

Ausgangssituation

In Erfurt wurden 2008 für Wärme 1.763 GWh und für Elektroenergie 904 GWh verbraucht. Der Wärmeverbrauch teilt sich zu 32 % auf Fernwärme und zu 68 % auf Erdgas bzw. andere Energieträger auf. Der Wärmeverbrauch ist etwa doppelt so hoch wie der Verbrauch an Elektroenergie. Trotzdem sind die CO₂-Emissionen durch den Elektroenergieverbrauch höher (bezogen auf den deutschen Strommix) als durch den Wärmeverbrauch. Hauptverursacher von CO₂ sind in Erfurt die privaten Haushalte mit einem Anteil von 55% an den Gesamtemissionen. Bei den privaten Haushalten sind der Wärmebedarf mit insgesamt 31% und der Strombedarf mit 24% an den Gesamtemissionen die wichtigsten Ansatzpunkte.

Verbrauchsprognose

Bei Fortschreibung der bisherigen Entwicklung ergeben sich für die einzelnen Energieträger bis 2020 Einsparungen von 15 % bei der Fernwärme, 10 % beim Erdgas und 3 % bei der Elektroenergie. Dies führt zu einer Einsparung bei den Emissionen von 17.000 t CO₂/a bzw. 2 % gegenüber 2008.

Maßnahmenbewertung

Einsparungen beim Elektroenergieverbrauch können ohne Einbußen beim Komfort nur durch den Einsatz energieeffizienter Geräte bzw. Technologien erreicht werden, wobei diesem Trend ein steigender Einsatz von elektrischen Geräten entgegensteht. Preissteigerungen können sich jedoch positiv auf die Einsparung auswirken.

Beim Wärmeverbrauch wirken sich Einsparungen beim Erdgas oder die Substitution von Erdgas durch Fernwärme stärker auf die Emissionsminderung aus als die Einsparungen bei der Fernwärme. Der weitere Abriss der industriell errichteten Gebäude, die mit Fernwärme versorgt werden, wirkt sich aber besonders auf den Fernwärmeabsatz aus.

Energetische Sanierung

Die energetische Sanierung der industriell errichteten Wohngebäude auf einen Bedarf von 80 kWh/(m²a) führt zu einer Einsparung von 90 GWh und ca. 17.000 t CO₂/a. Die energetische

Sanierung der konventionell errichteten Wohngebäude mit Baujahren vor 1990 auf 120 kWh/(m²a) führt zu einer Einsparung von 230 GWh und ca. 51.000 t CO₂/a.

Die energetische Sanierung der Einfamilienhäuser mit Baujahren vor 1990 auf 160 kWh/(m²a) führt zu einer Einsparung von 150 GWh und ca. 35.000 t CO₂/a.

Werden alle drei Maßnahmen umgesetzt, können 470 GWh Wärmeenergie und 103.000 t CO₂/a eingespart werden. Notwendig sind dann immer noch 382 GWh Fernwärme, 685 GWh Erdgas bzw. weitere Energieträger.

Bei einer Steigerung der Rate der energetischen Sanierung auf mindestens 2 % pro Jahr bis 2050 und Realisierung eines Wärmebedarfs von 50 kWh/(m²a) aller Gebäude Erfurts werden noch pro Jahr 380 GWh für Wärmeenergie benötigt, bei der Fernwärme 90 GWh/a, beim Erdgas und anderen Energieträgern 290 GWh/a.

Der Ersatz aller Heizungspumpen durch Hocheffizienzpumpen in Verbindung mit einem hydraulischen Abgleich kann bis zu 11 GWh Elektroenergie einsparen, dies sind ca. 1,3 % bezogen auf den Elektroenergieverbrauch 2008.

Durch Verbesserungen im Anlagenmonitoring und der Optimierung der Steuerung und Regelung der Versorgungsanlagen kann ein Einsparpotential von ca. 15 % erreicht werden. Dies sind auf Basis 2020 etwa 170 GWh und ca. 40.000 t CO₂/a.

Wärmepumpen

Der Einsatz von Wärmepumpen erfordert eine vorherige energetische Sanierung der Gebäude und den Einsatz von Flächenheizungen mit entsprechend niedrigen Vorlauftemperaturen, damit Jahresarbeitszahlen von mindestens 4 erreicht werden.

Eine energetische Sanierung der Einfamilienhäuser auf 160 kWh/(m²a) führt bereits zu einer Minderung des Wärmebedarfs um 150 GWh/a auf ca. 310 GWh/a und der Emissionen von ca. 35.000 t CO₂/a. Werden 50 % der Einfamilienhäuser zusätzlich mit Fußbodenheizung und Wärmepumpe ausgestattet, werden weitere 155 GWh/a Erdgas eingespart, dafür jedoch 39 GWh Elektroenergie mehr verbraucht, trotzdem sinken die Emissionen um weitere 22.000 t CO₂/a.

Beleuchtung

Durch den Ersatz aller öffentlichen Leuchtmittel durch LED können 2 GWh/a Elektroenergie und ca. 600 t CO₂/a eingespart werden.

Durch die Kraft-Wärme-Kopplung bei der SWE Energie GmbH reduzierten sich die CO₂-Emissionen 2008 um 208.000 t CO₂/a auf ca. 726.000 t CO₂/a. Die Erzeugung von 57 GWh Elektroenergie im Stadtgebiet Erfurt aus erneuerbaren Energien reduzierte 2008 die Emissionen um weitere 32.000 t CO₂/a.

Bei Fortschreibung des Status quo der Entwicklung wird für 2020 folgender Verbrauch prognostiziert: Fernwärme 480 GWh (Reduzierung um ca. 90 GWh), Erdgas 1.055 GWh (Reduzierung um ca. 140 GWh), Elektroenergie 880 GWh (Reduzierung um ca. 24 GWh).

Mit diesen Werten reduzieren sich die Emissionen um ca. 60.000 t CO₂/a auf ca. 665.000 t CO₂/a. Werden weiterhin 57 GWh Elektroenergie im Stadtgebiet Erfurt aus erneuerbaren Energien erzeugt, reduzieren sich die Emissionen um weitere 32.000 t CO₂/a auf ca. 633.000 t CO₂/a.

Wasserkraft

Im engeren Stadtgebiet kann bei kleinteiliger Wasserkraftnutzung ein technisches Potential von 1 GWh Elektroenergie erschlossen werden. Bei Einbeziehung des gesamten Stadtgebiets von Molsdorf bis Kühnhausen könnte ein technisches Potential von 9,5 GWh Elektroenergie gewonnen werden. Damit können ca. 3.000 t CO₂/a (Strommix SWE mit 330 g CO₂/kWh) eingespart werden.

Windkraft

Mittels Windenergie an den Standorten Kerspleben und Möbisburg sowie den zusätzlichen möglichen Standorten können ca. 150 GWh/a Elektroenergie erzeugt werden. Damit können ca. 50.000 t CO₂/a (Strommix SWE mit 330 g CO₂/kWh) eingespart werden. Werden weiter zusätzliche Präferenzflächen des Energiekonzeptes 1 für die Windenergie genutzt und bestehende Anlagen durch Repowering aufgewertet, können weitere 177 GWh/a Elektroenergie erzeugt werden. Damit können ca. 58.000 t CO₂/a eingespart werden.

Somit beträgt das Gesamtpotential für die Elektroenergieerzeugung durch Windkraft in Erfurt 248 GWh/a, und es können ca. 82.000 t CO₂/a eingespart werden.

Abwärme aus Abwasser

In Erfurt befinden sich 12 städtische Gebäude (Schulen, Ordnungsamt, Kindereinrichtungen), die nicht mit Fernwärme beheizt werden, in der Nähe geeigneter Abwassersammler, und eine Nutzung der Wärme der Abwässer mittels einer Wärmepumpe ist möglich. Diese Gebäude verbrauchten 2008 ca. 24 GWh. Bei bivalentem Heizungssystem (keine energetische Sanierung) und einem Deckungsanteil von 80 % durch eine Wärme pumpe werden ca. 19 GWh Erdgas bzw. Heizöl eingespart, dafür aber ca. 5 GWh Elektroenergie mehr verbraucht und ca. 3.000 t CO₂/a eingespart.

Solare Energien

Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung in Erfurt beträgt etwa 200 GWh/a. In den drei Sommermonaten (Juni – August) beträgt der Bedarf etwa 50 GWh. Theoretisch kann dieser Bedarf bei Nutzung von ca. 10 % der geeigneten Dachflächen gedeckt werden, allerdings zu Lasten auch des Fernwärmeabsatzes. Mit einer Kombination aus dezentralen und zentralen solarthermischen Anlagen könnteder Energiebedarf für die Warmwasserbereitung vollständig gedeckt werden.

Bei vollständiger Nutzung des Potentials der geeigneten Dachflächen für die solarthermische Energiegewinnung und Speicherung der Energie im Sommer für die Nutzung im Winter kann theoretisch der gesamte Wärmebedarf in Erfurt gedeckt werden. Die dafür notwendige Speichergröße beträgt allerdings 1 km³.

Realistisch könnten mit solarthermischen Anlagen etwa 50 % des Wärmebedarfs für Warmwasser im Sommer gedeckt werden – dies sind ca. 25 GWh im Sommer, für das ganze Jahr 35 GWh. Bevorzugte

Anwendungsfälle sind hier die Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser ohne Fernwärmeanschluss. Damit könnten die CO₂-Emissionen um ca. 8.000 t CO₂/a gesenkt werden.

Das Solarkataster für Erfurt weist eine geeignete Dachfläche für die Solarenergienutzung von 4.878.232 m² aus. Bei vollständiger Nutzung dieser Dachfläche mit Photovoltaik kann ein Ertrag von Elektroenergie von 580 GWh/a erzielt werden. Dies entspricht ca. 64 % des Elektroenergieverbrauchs 2008 bzw. 66 % bezogen auf 2020. Eine 50-%ige Nutzung der geeigneten Dachflächen erzielt einen Ertrag von ca. 290 GWh/a (ca. 32 % des Verbrauchs bezogen auf 2008 bzw. 33 % bezogen auf 2020) und führt zu einer Emissionsminderung um ca. 96.000 t CO₂/a.

Der Gesamtenergiebedarf Erfurts (Elektroenergie, Erdgas, sonstige Energieträger) von ca. 2.400 GWh/a kann theoretisch durch Nutzung einer Fläche von 5.280 ha mit Photovoltaik gedeckt werden.

Biomasse

Die holzartige Biomasse bietet in Erfurt ein Potential von 68 GWh/a, die halmartige Biomasse 139 GWh/a. Für die holzartige Biomasse bietet sich die Mitverbrennung am Standort der GuD zur Dampferzeugung und Mitnutzung für Verstromung mittels Dampfturbine und Fernwärmeerzeugung an. Die halmartige Biomasse sollte über Biogasanlagen ebenfalls in der GuD zur Verstromung und Fernwärmeerzeugung genutzt werden.

Bei Ausschöpfung des vollen Potentials können Emissionen von 42.000 t CO₂/a eingespart werden. Die Nutzung des anfallenden Deponiegases in der GuD-Anlage zur Verstromung und Fernwärmeerzeugung spart gegenüber der Verstromung am Standort der Deponie ca. 1.000 t CO₂/a.

Betrachtet man die aufgezeigten Potentiale der Flächennutzung durch unterschiedliche Technologien, so ergibt sich eine klare Reihenfolge. Die Effizienz der Flächennutzung durch solarthermische Anlagen ist am besten. Solarthermische Anlagen erbringen einen Ertrag von 200 – 500 kWh/(m²a) an Wärmeenergie. Bei einer zentralen Lösung mit saisonaler Wärmespeicherung könnten etwa 200 – 250 kWh/(m²a) Endenergie (beim Verbraucher) bereitgestellt werden.

Mit Photovoltaik kann ein Ertrag von etwa 150 kWh/(m²a) an Elektroenergie erzielt werden. Bei Speicherung der Energie durch Druckluftspeicher- oder Pumpspeicherkraftwerke können davon noch 120 – 140 kWh/(m²a) Elektroenergie genutzt werden. Bei Erzeugung von Wasserstoff mit der zum Zeitpunkt der Erzeugung nicht genutzten Energie und Kraft-Wärme-Kopplung durch GuD-Kraftwerke oder Brennstoffzellen- Kraftwerke stehen davon etwa 70 kWh/(m²a) Elektroenergie und 50 kWh/(m²a) Wärmeenergie zur Verfügung.

Mit Windkraftanlagen (Windparks) kann eine Flächenleistung von 15 – 30 kWh/(m²a) erreicht werden. Auch hier reduziert sich die verfügbare Endenergie durch Speicherung entsprechend.

Durch Biomassenutzung kann ein Flächenertrag von etwa 3,5 kWh/(m²a) erzielt werden, bei intensiver Nutzung (Anbau, Aussaat, Düngung, Ernte, Aufbereitung, ...) ist der Nettoertrag noch geringer. Da Biomasse an sich ein Energiespeicher ist, ist eine Nutzung trotzdem sinnvoll. Die Herstellung von Treibstoff für die individuelle Mobilität aus Biomasse (Ethanol, Rapsmethylester) reduziert die flächenbezogene Ausbeute auf etwa 1 kWh/(m²a). Demzufolge ist die auf Elektroenergie gestützte Mobilität wesentlich effizienter.

Beim Wärmeverbrauch überwiegt mit 60 % der private Verbrauch der Haushalte, gefolgt von Industrie/Gewerbe/Handel mit 8 % sowie dem öffentlichen Bereich mit 7 %. Hauptziele mit im Wesentlichen Raumwärmeverbrauch sind somit die privaten Haushalte und die Wohnungsunternehmen sowie der öffentliche Bereich.

Bei der Elektroenergie ergibt sich ein ähnliches Bild, wobei die privaten Haushalte und der öffentliche Bereich zusammen 60 % des Verbrauchs aufweisen. Auch hier sollte der Hauptfokus auf den privaten Haushalten und den Wohnungsunternehmen sowie dem öffentlichen Bereich liegen.

Für die Wärmeenergie ist die Reduzierung des Bedarfs durch Dämmung und Wärmerückgewinnung bei der Lüftung nachhaltiger als die vollständige Bereitstellung der Wärmeenergie mit erneuerbaren Energieträgern. Da die Stadt Erfurt auf die Immobilienbesitzer keine direkte Einflussnahme im Sinne von Vorschriften hat, ist die Einwirkung nur über eine dauerhafte, qualifizierte und umfassende Beratung möglich. Dieser – insbesondere auch öffentlichkeitswirksam darzustellende – Prozess ist zu verstetigen und mit allen involvierten Akteuren gemeinsam durchzuführen. Die Stadtverwaltung muss zusammen mit den weiteren Akteuren eine gemeinsam betriebene Beratungsstelle für Immobilienbesitzer und Bürger sowie Unternehmen installieren. Es sollten alle Maßnahmen der Beratung dort konzentriert werden. Durch diese zu schaffende Institution sollten auch die Pilotprojekte bei den Beteiligungsunternehmen begleitet werden. Ein wesentliches Ziel sollte die Steigerung der Sanierungsrate sein.

Auf der Erzeugerseite müssen alle zur Verfügung stehenden Energieträger bis 2020 erschlossen werden bzw. es muss mit der Erschließung begonnen werden. Dies betrifft insbesondere

- bei PV: alle derzeit förderfähigen Flächen (Brachflächen, Konversionsflächen, Verkehrswege und vor allem Dächer),
- bei Windenergie: sowohl die Ausweitung der Vorranggebiete als auch perspektivisch das Zulassen von Repowering mit höheren Anlagen,
- bei Bioenergie: Nutzung von Grünland, Stroh, Grünschnitt und holzartiger Biomasse, insbesondere unter Gewinnung und Netzeinspeisung von Biogas,
- dezentrale Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung,
- Erkundungsuntersuchungen zur tiefen Geothermie,
- Solarthermie vor allem auf Dachflächen,
- oberflächennahe Geothermieanlagen,
- Einstieg in zentrale Wärmespeicherung,
- Erschließung von Abwärmepotentialen
- und vor allem Ausbau und Verdichtung der Wärmenetze.