

Energiewende in Erlangen

Fortsetzung des Aktionsplans (2008) zu Energieeffizienz und Klimaschutz in Erlangen

Stromverbrauch und Stromerzeugung

1 Ist-Stand

Der Stromverbrauch hatte 2009 beim Erlanger Endenergieverbrauch einen Anteil von rd. 28 %, beim gesamten Erlanger Primärenergieverbrauch dagegen einen Anteil von rd. 50 %.

Die indirekten Strom-CO₂-Emissionen haben mit 48 % den größten Anteil an den gesamten CO₂-Emissionen in Erlangen.

1.1 Stromverbrauch

2010 wurden in Erlangen rd. **715.500 MWh/a** (= 715.492.000 kWh/a, Abgabe und Transport über das Erlanger Stromnetz) verbraucht. Die Erlanger Stadtwerke setzten dabei 596.227MWh (596.227.061 kWh/a) ab. Darin ist nicht der Stromanteil enthalten (etwa 15.000 MWh/a), der von dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugt und direkt von den Betreibern genutzt wird.

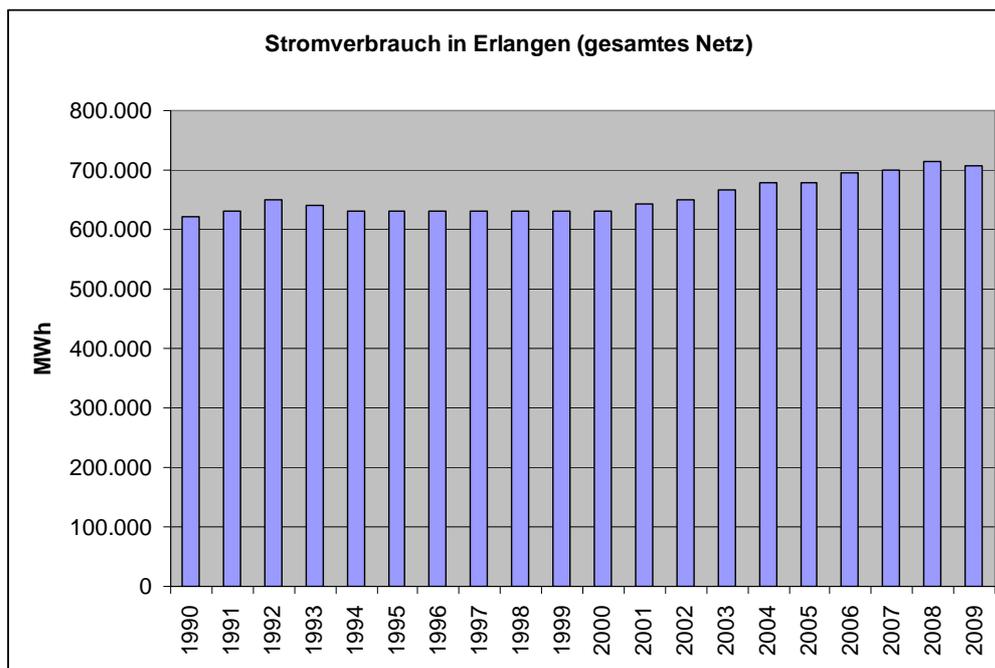


Abb. 1: Entwicklung des Stromverbrauchs in Erlangen (Netztransport in Erlangen) incl. Strom für Heizung, elektrische Warmwasserbereitung und Wärmepumpen

Dieser Stromverbrauch ist seit 2000 um rd. 85.000 MWh/a, d.h. 13,5 % (1,35 %/Jahr) und seit 2004 um 5,5 % (0,92 %/Jahr) angestiegen und wäre ohne dezentralen KWK-Einsatz noch stärker angestiegen. Dabei sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Anstieg der Einwohnerzahl um 5,5 %,
- Deutlicher Anstieg der Erwerbstätigen um über 13 %,
- Anstieg der Nutzflächen im Nichtwohngebäude-Sektor und
- Zunahme der Geräteausstattung im Wohn- und Nichtwohngebäudesektor.

Der Stromverbrauch in Erlangen lässt sich in die drei Bereiche „**Großverbraucher**“ (vor allem SIEMENS, Universität, Universitätsklinikum, Klinikum am Europakanal, AREVA, Stadt Erlangen), „**Gewerbe, Handel und Dienstleistungen** (GHD)“ und „**Privathaushalte** (PHH)“ unterteilen.

Der gesamte Stromverbrauch von rd. 715.500 MWh/a (+ ca. 15.000 MWh/a eigen erzeugter Direktverbrauch) teilt sich dabei folgendermaßen auf:

	Anteil
„Großverbraucher“	rd. 45 %
GHD	rd. 30 %
Privathaushalte	rd. 25 %

Tab. 1: Aufteilung des Stromverbrauchs in Erlangen

1.1.1 „Großverbraucher“

Der Stromverbrauch der „Großverbraucher“ (SIEMENS, Universität, Universitätsklinikum, Klinikum am Europakanal, Stadt Erlangen, AREVA, Sparkasse Erlangen) liegt gegenwärtig bei ca. 330.000 MWh/a (= 330.000.000 kWh/a). Dieser wird vor allem durch den Verbrauch in den Bereichen der Gebäudetechnik (Licht, Lüftung, Kühlung, Infrastruktur), der medizinischen Großgeräte, der Laborgeräte und -anlagen und Maschinen bestimmt.

In den letzten zwei bis drei Jahren war beim Stromverbrauch relevanter Großverbraucher teilweise eine weitere Steigerung festzustellen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass in nächster Zeit der Stromverbrauch hier weiter ansteigen wird, da vor allem im Bereich der Universität und des Universitätsklinikums mit einem deutlichen Nutzflächenanstieg und einem zusätzlichen Einsatz von neuen Großgeräten zu rechnen ist. Ein erheblicher Anteil des Stromverbrauchs bei den „Großverbrauchern“ ist dabei der Gebäudetechnik zuzurechnen.

1.1.2 Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Dieser Sektor umfasst vor allem folgende Bereiche:

- Bürogebäude
- Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) incl. Handwerk
- Handel
- Gesundheitswesen
- Öffentliche Einrichtungen
- Gastronomie und Hotelgewerbe

Untersuchungen für die Bundesrepublik gehen von einem durchschnittlichen Energieverbrauch pro Beschäftigten von 3.700 kWh/a bis 4.300 kWh/a aus.

Für Erlangen ergibt sich bei einem GHD-Anteil von 30 % ein jährlicher Stromverbrauch von rd. 225.000 MWh/a (225.000.000 kWh/a). Dieser teilt sich in nachfolgende Anwendungsarten auf:

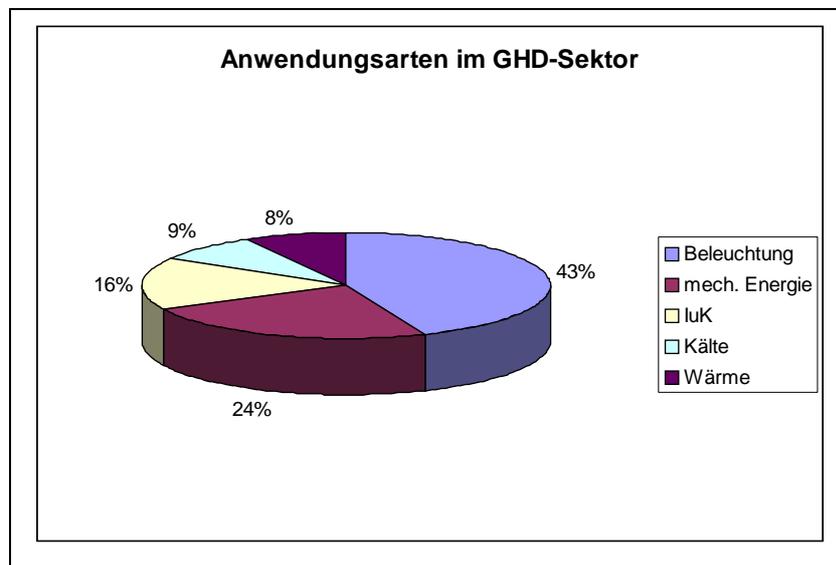


Abb. 2: Aufteilung des Stromverbrauchs nach Anwendungsarten im Sektor GHD (ohne Heizung) (Quelle: Anwendungsbilanz 2008 für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), *IfE, TU München, 2010*)

Die Anwendungsarten mit dem größten Anteil sind die Beleuchtung (Gebäudetechnik), Motoren und „Information und Kommunikation“. Ein wesentlicher Anteil des Stromverbrauchs im GHD-Sektor ist der Gebäudetechnik zuzurechnen.

1.1.3 Privathaushalte

Neuere Untersuchungen für den Stromverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland gehen von einem jährlichen durchschnittlichen Stromverbrauch (ohne Warmwasserbereitung und Stromheizung) von 2.650 kWh/a eines Privathaushalts (2.820 kWh/a in EFH/ZFH und 2.470 kWh/a in MFH) aus.

Nach Angaben der Erlanger Stadtwerke lag der Stromverbrauch 2010 für die Privathaushalte in Erlangen bei rd. 174.600.000 kWh/a incl. Heizung, Warmwasser und Stromheizung. Dieser hat sich seit 2007 trotz Einwohner-Zunahme um 5 % verringert,.

	kWh/a	%
Stromverbrauch für Prozesswärme (Kochen etc.), Prozesskälte (Kühlschrank etc.), Beleuchtung, luK, mech. Energie)	131.500	75
Strom für Warmwasserbereitung	ca. 20.000.000	11,5
Stromheizung	21.500.000	12,3
Wärmepumpen	2.000.000	1,2
PHH - gesamt	175.000.000	100

Tab. 2: Stromverbrauch im Sektor Privathaushalte in Erlangen (Quelle: u. a. *ESfW*)

Der durchschnittliche Stromverbrauch je Wohnung liegt in Erlangen somit bei rd. 2.900 kWh/a incl. Warmwasserbereitung und Heizung. Der Stromverbrauch in einem durchschnittlichen Privathaushalt (ohne Stromheizung und Warmwasserbereitung) teilt sich wie nachfolgend auf.

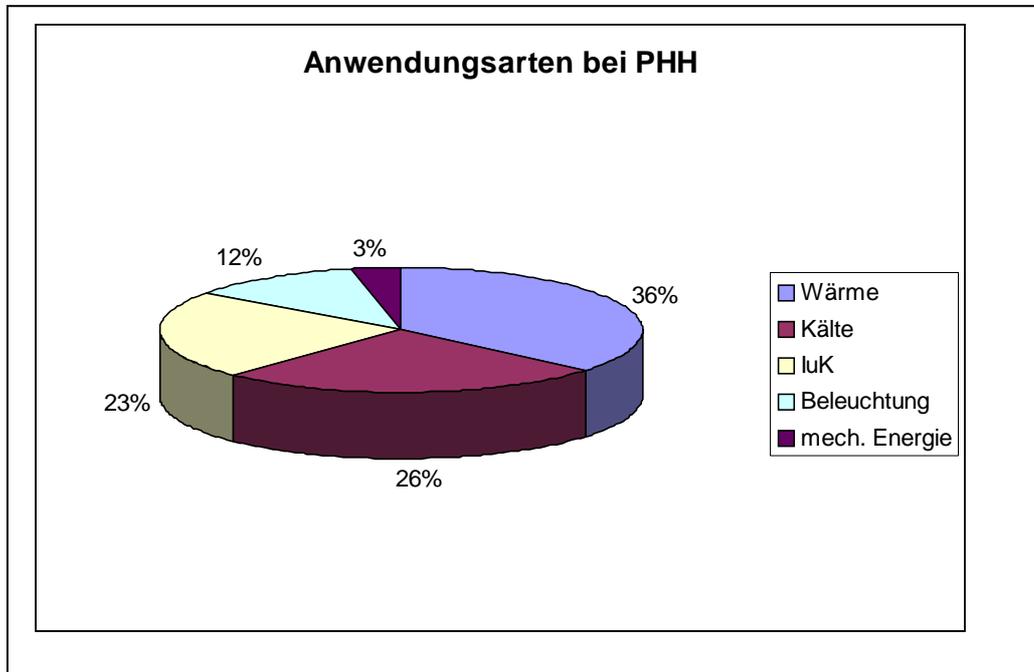


Abb. 3: Aufteilung des Stromverbrauchs eines durchschnittlichen Privathaushalts nach Anwendungsarten (ohne Warmwasser und Stromheizung)
(Quelle: Anwendungsbilanz 2008 für den Sektor Privathaushalte, RWI, 2011)

1.2 Stromerzeugung in Erlangen

1.2.1 Stromerzeugung durch fossile Kraft-Wärme-Kopplung

Stromerzeugung durch das Heizkraftwerk der Erlanger Stadtwerke

Im Jahr 2010 lag die Netto-Stromerzeugung im Heizkraftwerk der Erlanger Stadtwerke bei rd. 172.364.000 kWh, fast 24 % des Erlanger Stromverbrauchs.

Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung

Die installierte Leistung der dezentralen fossilen Kraft-Wärme-Kopplung hat sich in den letzten Jahren deutlich gesteigert. Ende 2010 lag diese bei über 2.500 kW. Damit wurde eine Strommenge von über 15.000.000 kWh/a erzeugt, welche größtenteils beim Eigenerzeuger verwendet wird.

Ins Netz eingespeist wurden davon 2010 rd. 940.000 kWh.

Insgesamt lag 2009 der Anteil der fossilen KWK beim Stromverbrauch bei rd. 25,5 %.

1.2.2 Stromerzeugung durch regenerative Energien

In nachfolgender Tabelle sind die Strommengen dargestellt, welche aus erneuerbaren Energien (gemäß EEG) in das öffentliche Netz in den letzten Jahren in Erlangen eingespeist wurden:

Energieträger	2008	2009	2010
Wasserkraft	5.203.832	4.696.759	5.544.417
Klärgas (Kläranlage Erlangen)	29.470	13.380	55.042
Biomasse (landwirtschaftl. Biomasse/Biogas)	686.133	2.106.986	1.717.658
Solare Strahlungs- energie (PV-Anlagen)	3.944.253	4.803.578	6.955.000
Summe	9.863.688	11.620.703	14.272.117

Tab. 3: Ins Netz eingespeiste Strommengen (Endenergie) aus erneuerbaren Energien in Erlangen, in kWh/a

Der Anteil der gemäß EEG eingespeisten Strommengen am gesamten Erlanger Stromverbrauch lag 2010 bei fast 2 % (Solarstrom: fast 1 %, Wasserkraft: 0,76 %, Biomasse: 0,2 %). Unter Hinzunahme des im Klärwerk eigen erzeugten Stroms ergibt sich ein Anteil des durch erneuerbare Energien erzeugten Stroms in Erlangen am Gesamtverbrauch von 2,5 %.

Die PV-Leistung betrug Ende 2010 über 10 MW. In den letzten fünf Jahren hat sich die Anschluss-Leistung vervierfacht.

2 Aktionsprogramm 2008 der Stadt Erlangen

Im Aktionsprogramm 2008 der Stadt Erlangen wurden auch Ziele zur Stromeffizienz bis 2025 vorgegeben.

Grundlage für die Zielvorgabe des Aktionsprogramm 2008 war das „realistische Szenario 4 - Fortsetzung des heutigen Trends, mit zusätzlicher Effizienzsteigerung, keine Mengensteigerung“ der **VDE-Studie 2008 für Deutschland** mit einer moderaten **Stromverbrauchsteigerung von 15 % von 2005 bis 2025**, welches für Erlangen übernommen wurde.

Allein von 2004 bis 2010 ist der Stromverbrauch um 5,5 % angestiegen. Somit verbleibt von 2009 bis 2025 ein „Stromsteigerungskontingent“ gemäß dem Aktionsprogramm von rd. 10 %. Die bisherigen Trends z. B. bei den Großverbrauchern weisen darauf hin, dass von 2009 bis 2025 noch mit einer moderaten Steigerung des Stromverbrauchs zu rechnen ist.

3 Maßnahmen

3.1 Stromverbrauch

3.1.1 „Großverbraucher“

Rd. 45 % des Erlanger Stromverbrauchs sind den „Großverbrauchern“ zuzuordnen. Die Stadt Erlangen informiert die großen Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und Planer mit regelmäßigen Veranstaltungen und Workshops seit 15 Jahren zu relevanten Themen der Stromeffizienz. Seit 2003 besteht die *Lenkungsgruppe EnergieeffizientER* u. a. mit der *AG Energiemanagement* (vorwiegend eine AG für große Einrichtungen und Unternehmen) wo über entsprechende Kooperationen vor allem auch bei der Stromeffizienz auf diese eingewirkt wird.

2009 wurden im Rahmen der *Erlanger Klimaallianz* Vereinbarungen auch zur Stromeffizienz mit der *Universität Erlangen-Nürnberg*, dem *Universitäts-Klinikum* und *SIEMENS* getroffen. Eine Bestandsaufnahme Anfang 2011 zeigte die Einhaltung bzw. „Übererfüllung“ der Vorgaben.

Es ist davon auszugehen, dass in Kürze weitere Unternehmen wie die *Sparkasse Erlangen* der Erlanger Klimaallianz beitreten werden.

3.1.2 Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Rd. 25 % des Erlanger Stromverbrauchs sind dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und mittlere und kleinere öffentliche Einrichtungen“ zuzuordnen.

Einzelbeispiele wie bei den Firmen „*Der Beck*“, *Lukas Hydraulik* und *REHAU* zeigen positive Entwicklungen zur Energieeffizienz bei mittleren Unternehmen.

Die Stadt Erlangen wird Ende des Jahres ihre Aktivitäten zur Energieeffizienz auf den gesamten Bereich „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und öffentliche Einrichtungen“ mit einer entsprechenden Kampagne (Workshops, Infos, Initialberatungsangebot) ausdehnen.

3.1.3 Stromeinsatz für Nichtwohngebäude

Ein wesentliches Potential zur Stromeffizienz liegt im Neubau, der umfassenden Modernisierung von Nichtwohngebäuden und bei einem entsprechenden energieoptimiertem Energiemanagement und Betriebsführung. Die Stromkosten haben bei Nichtwohngebäuden häufig den entscheidenden Anteil bei den Energiekosten. 40 – 80 % des Primärenergieverbrauchs eines Nichtwohngebäudes sind dem Stromverbrauch für Infrastruktur (Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung, sonstige technische Infrastruktur) zuzuordnen.

Die *EnergieEinsparverordnung* trägt dem hohen Stromanteil bei Nichtwohngebäuden Rechnung. Seit 2007 ist der Nachweis für die Einhaltung eines Höchstwertes des Jahres-Primärenergiebedarfs für Nichtwohngebäude für die Bereiche Wärme und Gebäudetechnik-Strom (Heizung, Kühlung, Dampf, Warmwasser, Beleuchtung, Hilfsenergien für Heizung, Kühlung, Lüftung, Befeuchtung, Warmwasser, Beleuchtung) zu erbringen. Der Höchstwert ist der auf die Nettogrundfläche bezogene Jahres-Primärenergiebedarf eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie und Nutzung. Dies beinhaltet die Chance, dass schon möglich frühzeitig der Entwurf eine energetische Beurteilung erhält und somit bezüglich des Strombedarfs eine Optimierung möglich ist.

Ein besonders positives Beispiel einer Bürogebäude-Sanierung ist das *FORUM** der Fa. *MAUSS*, wo mit einer umfassenden energetischen Sanierung eine Reduzierung des Primärenergiebedarfs um den Faktor 6 erreicht wurde. Nichtwohngebäudesanierungen bzw. komplette Gebäudeerneuerungen bei der Fa. *SIEMENS* erreichen eine Reduzierung des Stromverbrauchs um 15 – 20 %.

Durch eine laufende Optimierung der Betriebsführung und Verbesserungsmaßnahmen bei der Gebäudetechnik wird u. a. bei *SIEMENS*, der *Universität Erlangen-Nürnberg*, dem *Universitäts-Klinikum* und der *Stadt Erlangen (GME)* an der Minderung des Stromverbrauchs gearbeitet.

Neubau-Gebäude der Fa. *SIEMENS* haben einen Primärenergie-Bedarf, der etwa 30 % unter dem *EnEV 2009*-Standard liegt.

Besonders hin zuweisen ist auf den Büro-Greenbuilding-Komplex (am Bachgraben) mit rd. 60.000 m² Brutto-Geschoss-Fläche, der vor über einem Jahr in Betrieb genommen wurde.

Die Stadt Erlangen wirkt im Rahmen ihrer Möglichkeiten auf Investoren im Rahmen des Nichtwohngebäude-Neubaus hin, um so einen minimierten Stromverbrauch beim Gebäudebetrieb zu erreichen. Die Kühlung der *Erlanger Arcaden* erfolgt nicht mit elektrischen Kompressions-Kältemaschinen, sondern mit effizienten Absorptions-Kälte-Anlagen auf der Basis von Fernwärme (städtisches Heizkraftwerk).

3.1.4 Privathaushalte

Seit mehr als fünfzehn Jahren berät das *Energieberatungszentrum* der *Erlanger Stadtwerke* seine Kunden über Möglichkeiten der rationellen, sparsamen und sinnvollen Energieverwendung. Anhand von zahlreichen Ausstellungsexponaten kann die neueste Technik erläutert werden. Die Beratung im *Energieberatungszentrum* der *Erlanger Stadtwerke* liefert damit in Erlangen einen zur Information der Erlanger Haushalte im Bereich der Stromeffizienz bei Privathaushalten.

Stromheizung in Privathaushalten

12,3 % des Stromverbrauchs der Privathaushalte sind in Erlangen den Stromheizungen zuzuordnen.

Der Einsatz von Strom-Einzelheizungen hat im Mehrfamilienhausbereich einen Anteil von fast 5 % und Ein- und Zweifamilienhausbereich bei 2-3 %. Etwa 2.400 Wohnungen hatten 2009 noch eine Strom-Einzelheizung. 1987 waren noch deutlich über 3.000 Wohnungen in Mehrfamilienhäusern mit einer Stromheizung versorgt. Auf Grund der *EnEV (Energie-Einspar-Verordnung) 2009* -Vorgaben ist davon auszugehen, dass der Einsatz der Stromheizungen in den nächsten zehn Jahren weiter zurückgehen wird. So erfolgten in letzter Zeit bei einer Wohnungsgesellschaft in Mehrfamilienhäusern Heizungs-Umstellungen von Strom auf Fernwärme.

Dezentrale elektrische Warmwasserbereitung

Etwa 11,5 % des Stromverbrauchs der Privathaushalte sind in Erlangen der elektrischen dezentralen Warmwasserbereitung zuzuordnen. Eine erhebliche Anzahl von Gebäuden hat gegenwärtig Wohnungen (über 20 % des Wohnungsbestandes) mit dieser dezentralen Warmwasserbereitung. Systeme zur zentralen Warmwasserbereitung sind in den meisten

Fällen energetisch und ökonomisch günstiger als elektrische dezentrale Geräte. Darüber hinaus kann in ein zentrales Warmwasserbereitungssystem eine Solarwärmanlage oder eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage integriert werden.

Bei dem *GEWOBAU*-Wohnungsbestand mit Einzelheizungen aus den 50er und 60er Jahren wurden in den letzten 15 Jahren im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen die dezentralen elektrischen Warmwasserbereitungsanlagen durch Systeme mit zentraler Warmwasserbereitung substituiert. Eine erhebliche Anzahl von *GEWOBAU*-Gebäuden mit Zentralheizungen (nahezu der gesamte Gebäude-Bestand aus den 79er und 80er Jahren) hat gegenwärtig Wohnungen (42% der Wohnungen mit Zentralheizungen (2.867 Wohneinheiten)) mit dezentraler elektrischer Warmwasserbereitung. Mittel- und langfristig wird hier die Installation einer zentralen Warmwasserbereitung im Rahmen von Modernisierungsmaßnahmen angestrebt.

3.2 Stromerzeugung der ESTW

Die Stromerzeugung der ESTW soll in den nächsten Jahren kontinuierlich weiter ausgebaut werden. Der Stromeigenerzeugungsanteil soll innerhalb der nächsten 20 Jahre von derzeit ca. 25 % auf ca. 60 % gesteigert werden.

Erweiterungen sind sowohl im Heizkraftwerk als auch über den Zubau von Blockheizkraftwerken geplant. Die Regenerativen Energien werden künftig einen immer größeren Anteil einnehmen.

3.2.1 Heizkraftwerk/Fernwärme

Die Erweiterung des HKW's um eine weitere Gasturbine mit ca. 8 MW Leistung ist vorgesehen und soll bis Ende 2013 abgeschlossen sein.

Dadurch kann die Stromerzeugung mittels KWK im HKW innerhalb der nächsten 15 Jahre um ca. 130 Mio kWh gesteigert werden. **Voraussetzung hierfür ist jedoch der Anschluss weiterer großer Kunden an die Fernwärme.** Derzeit werden Gespräche mit der Universität, den Kliniken, der Firma *SIEMENS* sowie weiteren potentiellen Großkunden über den Anschluss weiterer Wärmeleistungen an das Fernwärmenetz geführt.

3.2.2 Ausbau der dezentralen fossilen Kraft-Wärme-Kopplung

Es ist angestrebt, neue Siedlungs- und Gewerbegebiete über Blockheizkraftwerke mittels Nahwärmenetzen zu versorgen.

Die neuen Baugebiete in Büchenbach bieten sich hierfür an. **Hier ist jedoch erforderlich, dass bei den städtebaulichen Konzepten für diese Baugebiete Nahwärmenetze eingeplant werden.**

Durch den Einsatz von kleinen KWK-Anlagen in Wohnanlagen, im gewerblichen Bereich und öffentlichen Einrichtungen und von Kleinst BHKW's in Ein- und Zweifamilienhäusern werden hier künftig nennenswerte Stromerzeugungspotentiale erschlossen.

Die Verknüpfung dieser Anlagen über schnelle intelligente Netze stellt hier eine neue, zusätzliche Herausforderung dar.

3.2.3 Regenerative Energien in Erlangen

Der Ausbau der Regenerativen Energien in Erlangen wird in erster Linie die Fotovoltaik betreffen. Allerdings ist davon auszugehen, dass der Ausbau künftig weniger dynamisch erfolgen wird als bisher, da die am besten geeigneten Dachflächen bereits vergeben bzw. belegt sind.

Der Beitrag der Fotovoltaik an der Stromversorgung wird künftig voraussichtlich zwischen 15 und 25 Mio kWh, entsprechend ca. 2 bis 3 % betragen.

Im Bereich der Wasserkraft ist ein geringes Ausbaupotential der vorhandenen Kraftwerke vorhanden.

3.2.4 Externe Stromerzeugung durch regenerative Energien

Der Ausbau der regenerativen Energien wird zum überwiegenden Teil auf dem Gebiet der Windkraft erfolgen. Die Windkraftanlagen werden außerhalb des Stadtgebietes von Erlangen errichtet werden.

Die ESTW werden über eigene Windkraftanlagen und mittels Beteiligungen an gemeinsamen Windkraftherzeugungsgesellschaften innerhalb der nächsten 15 Jahre ca. 100 Mio kWh Strom erzeugen.