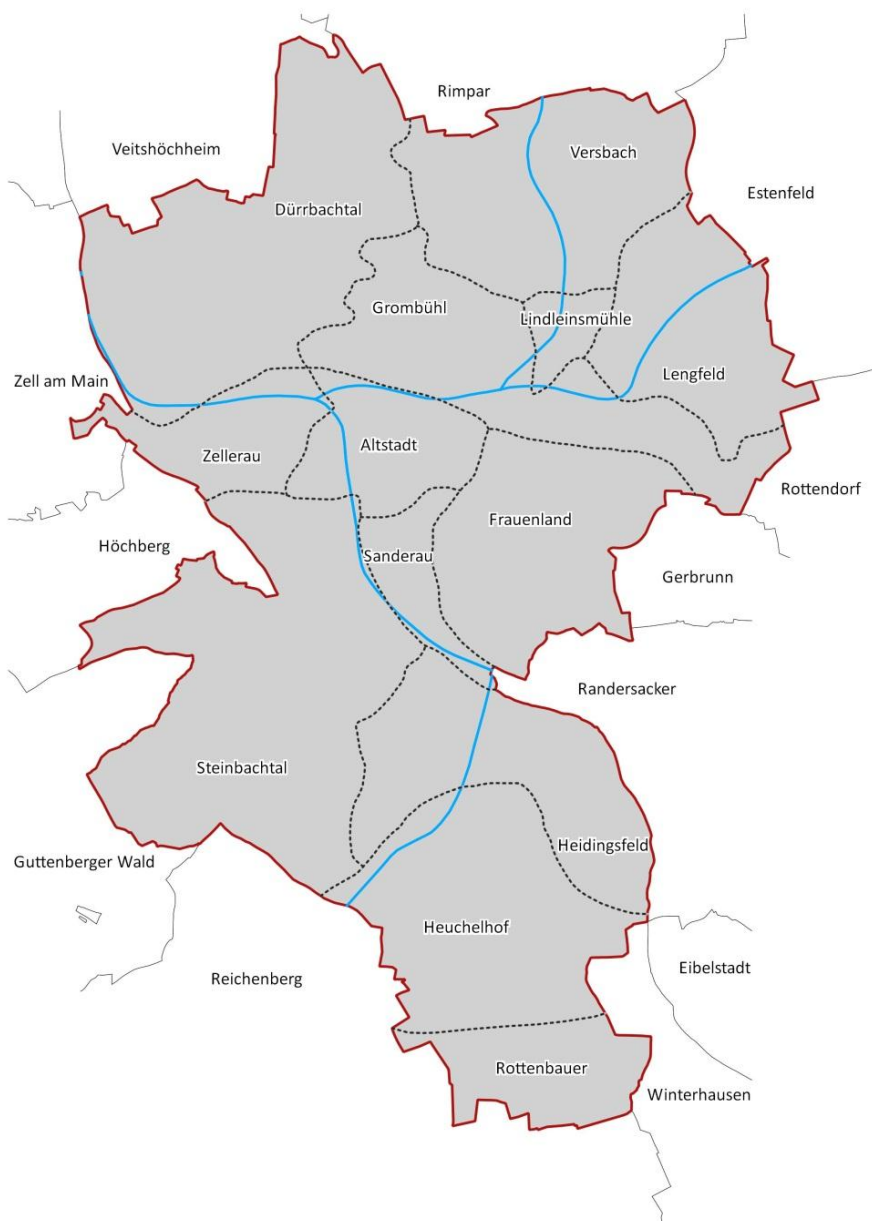


2012

# Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Würzburg



**B.A.U.M. Consult GmbH**

Ludwig Karg  
Michael Wedler  
Torsten Blaschke  
Denise Pielniok  
Martin Sailer  
Sandra Giglmaier

**Institut für Energietechnik IfE GmbH  
an der Hochschule Amberg-Weiden**

Prof. Dr. Markus Brautsch  
Maximilian Conrad

**Technische Universität München  
Fachgebiet für Siedlungsstruktur  
und Verkehrsplanung**

Prof. Dr.- Ing. Gebhard Wulfhorst  
Montserrat Miramontes

04.12.2012

## Impressum

### Bearbeitung

B.A.U.M. Consult GmbH  
Gotzinger Straße 48/50, 81371 München  
[www.baumgroup.de](http://www.baumgroup.de)



### In Zusammenarbeit mit:

Institut für Energietechnik (IfE)  
an der Hochschule Amberg-Weiden  
Kaiser-Wilhelm-Ring 23a, 92224 Amberg  
[www.ifeam.de](http://www.ifeam.de)



Technische Universität München  
Fachgebiet für  
Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung  
Arcisstraße 21, 80333 München  
[www.tum.de](http://www.tum.de)



### Auftraggeber

Stadt Würzburg  
Rückermainstraße 2, 97070 Würzburg  
[www.wuerzburg.de](http://www.wuerzburg.de)  
Projektbetreuung: Dr. Björn Dietrich, Christian Göpfert



### Förderung

Gefördert durch das  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit  
Förderkennzeichen: 03KS1468



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



DIE BMU  
KLIMASCHUTZ-  
INITIATIVE

### Dank

Das integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept wurde unter Beteiligung vieler regionaler Akteure erstellt: BürgerInnen, VertreterInnen von Verbänden und Vereinen, VertreterInnen aus Wirtschaft und Politik. Allen Mitwirkenden danken wir herzlich für das Engagement.

### Datengenauigkeit und Rundung

Bei der Berechnung der Ergebnisse wurde mit der höchst möglichen und sinnvollen Genauigkeit gerechnet. Dadurch entstehen bei auf kWh/MWh genau gerechneten Werten kleine Abweichungen durch die Rundung auf MWh/GWh bei der Summenbildung.

### Haftungsausschluss

Wir haben alle in dem hier vorliegenden Klimaschutzkonzept bereitgestellten Informationen nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und geprüft. Es kann jedoch keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen übernommen werden.

### Datum

04.12.2012

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>IMPRESSUM .....</b>                                                                                    | <b>1</b>  |
| <b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>                                                                           | <b>2</b>  |
| <b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>                                                                        | <b>5</b>  |
| <b>1 Zusammenfassung .....</b>                                                                            | <b>6</b>  |
| <b>2 Einleitung .....</b>                                                                                 | <b>10</b> |
| <b>3 Bestandsanalyse .....</b>                                                                            | <b>11</b> |
| 3.1 Grunddaten .....                                                                                      | 11        |
| 3.1.1 Flächenaufteilung .....                                                                             | 11        |
| 3.1.2 Einwohnerentwicklung und Bevölkerungsstruktur .....                                                 | 12        |
| 3.1.3 Beschäftigungszahlen .....                                                                          | 14        |
| 3.1.4 Wohnstruktur .....                                                                                  | 17        |
| 3.1.5 Fahrzeuge und Verkehr .....                                                                         | 19        |
| 3.2 Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz .....                                                            | 24        |
| 3.2.1 Energiebilanz .....                                                                                 | 24        |
| 3.2.2 CO <sub>2</sub> -Bilanz .....                                                                       | 30        |
| <b>4 Potenzialanalyse .....</b>                                                                           | <b>35</b> |
| 4.1 Erstellung eines Wärmekatasters für das Stadtgebiet Würzburg als Grundlage der Potenzialanalyse ..... | 36        |
| 4.2 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz .....                            | 37        |
| 4.2.1 Potenzialbetrachtung im Bereich der privaten Haushalte .....                                        | 37        |
| 4.2.2 Potenzialbetrachtung im Bereich der kommunalen Liegenschaften .....                                 | 40        |
| 4.2.3 Potenzialbetrachtung im Bereich GHD/Industrie .....                                                 | 46        |
| 4.2.4 Potenzialbetrachtung im Bereich Verkehr .....                                                       | 48        |
| 4.3 Potenziale zum Einsatz erneuerbarer Energien .....                                                    | 49        |
| 4.3.1 Biomasse .....                                                                                      | 50        |
| 4.3.2 Windkraft .....                                                                                     | 54        |
| 4.3.3 Direkte Nutzung der Sonneneinstrahlung .....                                                        | 54        |
| 4.3.4 Wasserkraft .....                                                                                   | 57        |
| 4.3.5 Geothermie .....                                                                                    | 57        |

|          |                                                                     |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5</b> | <b>Szenarien.....</b>                                               | <b>63</b>  |
| 5.1      | Wärme .....                                                         | 63         |
| 5.2      | Strom .....                                                         | 64         |
| 5.3      | Verkehr .....                                                       | 65         |
| 5.4      | Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen.....                    | 66         |
| 5.5      | Regionalwirtschaftliche Aspekte .....                               | 68         |
| 5.5.1    | Prognostizierte Investitionskosten.....                             | 68         |
| 5.5.2    | Kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau erneuerbarer Energien..... | 70         |
| <b>6</b> | <b>Ziele für das Handlungsprogramm.....</b>                         | <b>73</b>  |
| <b>7</b> | <b>Von der Strategie zu den Handlungsfeldern .....</b>              | <b>79</b>  |
| 7.1      | Strategieaussagen zu den Handlungsfeldern .....                     | 79         |
| 7.2      | Strategie im Handlungsfeld „Rund ums Haus“ .....                    | 79         |
| 7.3      | Strategie im Handlungsfeld „Rund um Energie“ .....                  | 83         |
| 7.4      | Strategie im Handlungsfeld „Rund um Unternehmen“ .....              | 86         |
| 7.5      | Strategie im Handlungsfeld „Rund um Mobilität“ .....                | 89         |
| 7.6      | Strategie im Handlungsfeld „Klimaanpassung“ .....                   | 98         |
| 7.6.1    | Globale und regionale Klimaszenarien.....                           | 98         |
| 7.6.2    | Auswirkungen des Klimawandels auf Würzburg und Mainfranken .....    | 103        |
| 7.6.3    | Im Fokus: Der "Hot Spot" Würzburg.....                              | 107        |
| 7.6.4    | Anpassung an den Klimawandel.....                                   | 109        |
| 7.6.5    | Klimafunktionskarte für die Stadt Würzburg .....                    | 111        |
| 7.6.6    | Strategien zur Klimaanpassung vor Ort .....                         | 114        |
| <b>8</b> | <b>Maßnahmenkatalog .....</b>                                       | <b>120</b> |
| 8.1      | Der Maßnahmenkatalog in der Übersicht .....                         | 120        |
| 8.2      | Maßnahmen aus dem Beteiligungsprozess.....                          | 122        |
| 8.2.1    | Handlungsbereich „Rund ums Haus“ .....                              | 122        |
| 8.2.2    | Handlungsbereich „Rund um Energie“ .....                            | 130        |
| 8.2.3    | Handlungsbereich „Rund um Unternehmen“ .....                        | 134        |
| 8.2.4    | Handlungsbereich „Rund um Mobilität“ .....                          | 141        |
| 8.2.5    | Handlungsbereich „Rund ums Stadtklima“ .....                        | 169        |
| 8.3      | Maßnahmen aus gutachterlichen Vorschlägen.....                      | 175        |
| 8.3.1    | Verbrauchergruppe private Haushalte .....                           | 175        |
| 8.3.2    | Verbrauchergruppe kommunale Liegenschaften.....                     | 178        |
| 8.3.3    | Verbrauchergruppe GHD/Industrie.....                                | 186        |

|           |                                                                                                                                         |                    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 8.4       | Verbrauchergruppenübergreifende Handlungsempfehlungen – Ermittlung möglicher Wärmeverbundlösungen auf Basis des Wärmekatasters .....    | 187                |
| 8.5       | Mögliche Nahwärmeverbundlösung: Matthias-Grünwald-Gymnasium / Franz-Oberthür-Schule / Goethe-Kepler-Grundschule .....                   | 189                |
| 8.5.1     | Mögliche Abwärmenutzung in der Kläranlage Würzburg .....                                                                                | 190                |
| 8.5.2     | Möglicher Nahwärmeverbund im Quartier Heidingsfeld .....                                                                                | 191                |
| <b>9</b>  | <b>Öffentlichkeitskonzept und KlimaMarketing: <i>Climate City MOVEMENT 3.0</i>: Informieren · Vernetzen · Zukunfts-Orientieren.....</b> | <b>192</b>         |
| 9.1       | Ausgangslage .....                                                                                                                      | 192                |
| 9.1.1     | Klimaziele in Würzburg .....                                                                                                            | 192                |
| 9.1.2     | Theoretisches Wissen vorhanden .....                                                                                                    | 192                |
| 9.1.3     | EnergieverbraucherInnen vom Wissen zum Handeln bewegen – Climate City Movement .....                                                    | 192                |
| 9.2       | Ziel der Öffentlichkeitsarbeit .....                                                                                                    | 193                |
| 9.3       | Auf bestehende Öffentlichkeitsarbeit aufbauen .....                                                                                     | 193                |
| 9.4       | Zielgruppen .....                                                                                                                       | 194                |
| 9.4.1     | Menschen – Ihre Lebenswelten und Motivation .....                                                                                       | 194                |
| 9.4.2     | Multikausalität von Verhaltensentscheidungen .....                                                                                      | 194                |
| 9.4.3     | Bedeutende Teilgruppen und Klimaschutzakteure .....                                                                                     | 195                |
| 9.5       | Potenziale zur Veränderung des Klimaverhaltens – Interventionsstrategien.....                                                           | 197                |
| 9.5.1     | Die Motivation – vom NEIN zum JA .....                                                                                                  | 198                |
| 9.5.2     | Würzburg 100 % plus.....                                                                                                                | 201                |
| 9.6       | Zusammenfassung.....                                                                                                                    | 203                |
| 9.6.1     | Hot-Spot „Netzwerke und Kooperation“ .....                                                                                              | 203                |
| 9.7       | Regionale Struktur und Empfehlungen .....                                                                                               | 203                |
| <b>10</b> | <b>Monitoring &amp; Controlling.....</b>                                                                                                | <b>206</b>         |
| 10.1      | Parameter und Rahmenbedingungen für das Monitoring von Teilzielen .....                                                                 | 206                |
| 10.2      | Überwachung des Maßnahmenpakets .....                                                                                                   | 209                |
| 10.3      | Rhythmus der Datenerhebung .....                                                                                                        | 210                |
|           | <b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>                                                                                                       | <b>211</b>         |
|           | <b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>                                                                                                       | <b>214</b>         |
|           | <b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>                                                                                                        | <b>217</b>         |
|           | <b>ANHANG .....</b>                                                                                                                     | <b>ANLAGENBAND</b> |

## Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung          | Benennung                                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| BAFA               | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle                   |
| BHKW               | Blockheizkraftwerk                                              |
| bzgl.              | bezüglich                                                       |
| CH <sub>4</sub>    | Methan                                                          |
| CO <sub>2</sub>    | Kohlendioxid                                                    |
| eea®               | European Energy Award®                                          |
| EEG                | Erneuerbare-Energien-Gesetz                                     |
| EW                 | EinwohnerInnen                                                  |
| GHD                | Gewerbe, Handel, Dienstleistungen                               |
| GWh/a              | Gigawattstunde pro Jahr                                         |
| HFKW               | wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe                      |
| HWK                | Handwerkskammer                                                 |
| IHK                | Industrie- und Handelskammer                                    |
| IKK                | Integriertes Klimaschutzkonzept                                 |
| KFZ                | Kraftfahrzeug                                                   |
| KRD                | Krafträder und Leichtkrafträder                                 |
| KWK                | Kraft-Wärme-Kopplung                                            |
| LCA                | Life Cycle Assessment/Life Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse) |
| LKW                | Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen                           |
| LRA                | Landratsamt                                                     |
| m <sup>2</sup>     | Quadratmeter                                                    |
| m <sup>2</sup> /EW | Quadratmeter pro EinwohnerIn                                    |
| MWh/a              | Megawattstunde pro Jahr                                         |
| MWh/(EW · a)       | Megawattstunde pro EinwohnerIn und Jahr                         |
| MWh/(ha · a)       | Megawattstunde pro Hektar und Jahr                              |
| N <sub>2</sub> O   | Distickstoffoxid                                                |
| PFKW               | Perfluorkohlenwasserstoffe                                      |
| PKW                | Personenkraftwagen                                              |
| PV                 | Photovoltaik                                                    |
| SF <sub>6</sub>    | Schwefelhexafluorid                                             |
| t/a                | Tonnen pro Jahr                                                 |
| Tsd.               | Tausend                                                         |
| vgl.               | vergleiche                                                      |
| WEA                | Windenergieanlage                                               |
| WVV                | Würzburger Versorgungs- und Verkehrs GmbH                       |
| WZ                 | Wirtschaftszweig                                                |
| ZM                 | Zugmaschine                                                     |

## 1 Zusammenfassung

Als moderner und zukunftsöffener Lebensraum und Wirtschaftsstandort leistet die Stadt Würzburg ihren ambitionierten Beitrag zu Klimaschutz und Energiewende in Deutschland. Gemäß ihrer politischen Beschlusslage strebt sie eine Halbierung ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2020 an (Bezugsjahr 1990). Sie mobilisiert dafür alle verfügbaren Einspar-, Effizienz- und Erzeugungspotenziale in den Bereichen klimafreundliche Stromerzeugung, effizienter Umgang mit Wärme und nachhaltige Mobilitätsentwicklung.

Mit dem integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept verfügt die Stadt Würzburg nun über ein kompaktes Handlungsprogramm, um ihr im obigen Leitbild eingefasstes ambitioniertes **Ziel einer Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020** zu erreichen.

Im Rahmen des hier vorliegenden Klimaschutzkonzeptes sind die direkt lokal verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus energetischen Wandlungsprozessen entsprechend der Bilanzierungsmethode (Territorialprinzip, Verursacherprinzip) mit Hilfe der internetbasierte Software ECORegion<sup>smart DE</sup> betrachtet worden. Darüberhinausgehende Abschätzungen von Treibhausgasemissionen, die aus dem Konsumverhalten und dem Anteil „grauer Energie“ in Waren und Lebensmitteln herrühren, bzw. die aus der Landbewirtschaftung erwachsen, sind bewusst nicht einbezogen worden, um mit einem sauber definierten methodischen Ansatz zu arbeiten und für die Zukunft monitorbare Auswertungsprozesse beizubehalten.

Auf der Basis einer fortschreibbaren Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für die unterschiedlichen Sektoren Haushalte, Wirtschaft, kommunale Liegenschaften und Verkehr sind die Handlungsoptionen zur Energieeinsparung, Energieeffizienz und erneuerbaren Energieerzeugung als **realistische Potenziale** ausgewiesen. Mit der Umstellung des Kraftwerksparkes von Kohle auf Erdgasbetrieb konnten die Emissionen bereits in den letzten Jahren um 33 % (gegenüber 1990) gemindert werden. Die Szenarien orientieren sich an dem politischen Ziel der Stadt Würzburg, ob und wie die Emissionen weiter (um 17 %-Punkte) reduziert werden können:

- Die größten Potenziale liegen darin, den **Energieverbrauch zu senken** (10 %-Punkte).
- Die **erneuerbaren Energien** tragen naturgemäß aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit der Stadt zu einem geringeren Teil bei (5 %-Punkte).
- Die **Kraft-Wärme-Kopplung** eröffnet weitere Optionen (2 %-Punkte), durch die Bereitstellung klimafreundlicher Koppelwärme oder den Einsatz CO<sub>2</sub>-neutraler Brennstoffe (erneuerbares Methan<sup>1</sup>) das angestrebte Ziel einer Halbierung vollständig zu erreichen.

Die Stadtverwaltung, die mit rund zwei Prozent am Energieverbrauch, bzw. CO<sub>2</sub>-Ausstoß beteiligt ist, kann in ihrem direkten Wirkungsbereich (kommunale Liegenschaften) vorbildliche und **öffentlichkeitswirksame Beispiele** geben (Einsparpotenzial rund 3.000 t CO<sub>2</sub>/a) und verfügt mit ihren Stadtwerken über einen schlagkräftigen Schlüsselakteur.

**Die Energiewende gelingt allerdings nur mit der Zusammenarbeit aller.** Viele verschiedene Akteure in der Stadt in verschiedenen Handlungsfeldern sind gefordert und müssen künftig mobilisiert werden.

---

<sup>1</sup> Die Stadtwerke prüfen bei jeder BHKW-Betrachtung auch die Biomethanvariante und falls diese wirtschaftlicher ist als Erdgas, wird auch Biomethan eingesetzt.

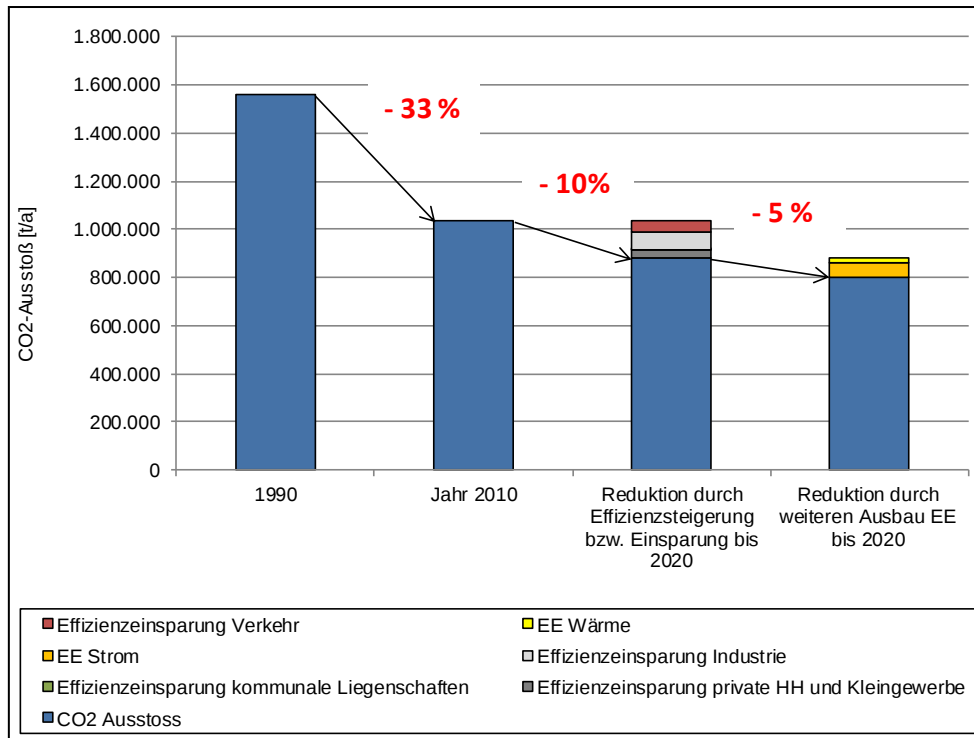


Abbildung 1: Die CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012)

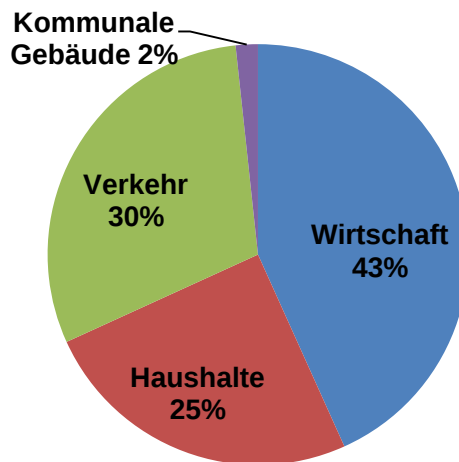


Abbildung 2: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen im Jahr 2010 (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

Rund ums Haus: „Energieeinsparung als erste Bürgerpflicht in Sachen Klimaschutz.“ Private Haushalte, die mit rund einem Viertel am Energieverbrauch, bzw. CO<sub>2</sub>-Ausstoß beteiligt sind, tragen durch bewussten und effizienten Umgang mit Energie und vor allem durch die **energetische Optimierung** (Annahme Sanierungsrate 2%) ihrer Häuser zur Energieeinsparung bei (Einsparpotenzial rund 24.000 t CO<sub>2</sub>/a). Überdies nutzen sie ihre Möglichkeiten zum Einsatz erneuerbarer Energien (Solarenergie und Erdwärme)

Rund um die Unternehmen: „Energieeffizienz als profitabler Klimaschutz.“ Die heimischen Betriebe, die mit über 40 % am Energieverbrauch, bzw. CO<sub>2</sub>-Ausstoß beteiligt sind, schöpfen ihre **Effizienzpotenziale** aus, indem sie sich gemeinsam und gegenseitig qualifizieren und mit professionellem Energiemanagement Kosten sparen (Einsparpotenzial rund 68.000 t CO<sub>2</sub>/a).

Rund um die Mobilität: „*Mehr Mobilität bei weniger Verkehr*“. Der Verkehr verursacht rund ein Drittel des Energieverbrauchs, bzw. des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Die Stärkung der **Nahmobilität** zu Fuß und mit dem Rad, eine **Verlagerung auf den ÖPNV** und der konsequente Einsatz **klimafreundlicher Fahrzeuge und Treibstoffe** (Bio-Methan, Biokraftstoffe und Grünstrom basierend ggf. auf überregionalen Quellen) sind die Stellschrauben, die vor Ort und gegen den allgemeinen Trend eines weiter steigenden Verkehrsaufkommens gesetzt werden (Einsparpotenzial rund 50.000 t CO<sub>2</sub>/a).

| Effizienzsteigerung      |                                           | Endenergie<br>Ist-Zustand | Maßnahme                                                           | Einspar-<br>poten-<br>zial | Einspar-<br>poten-<br>zial | CO <sub>2</sub> -<br>Minde-<br>rung |
|--------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|                          |                                           | [MWh/a]                   |                                                                    | [%]                        | [MWh/a]                    | [t/a]                               |
| Private<br>Haushalte     | Endenergie<br>thermisch                   | 866.249                   | Wärmedämmmaßnahmen<br>Sanierungsrate 2 % pro<br>Jahr auf EnEV 2009 | 12%                        | 104.207                    | 23.360                              |
|                          | Endenergie<br>elektrisch                  | 165.875                   | Steigerung der Elektroeffi-<br>zienz                               | 15%                        | 24.881                     | 9.941                               |
| Kommunale Liegenschaften | Endenergie<br>thermisch                   | 38.087                    | Wärmedämmmaßnahmen<br>Sanierungsrate 3 % pro<br>Jahr auf EnEV 2009 | 17%                        | 6.475                      | 1.340                               |
|                          | Endenergie<br>elektrisch                  | 10.063                    | Steigerung der Elektroeffi-<br>zienz                               | 15%                        | 1.509                      | 603                                 |
|                          | Kläranlage/<br>Entwässer-<br>ungs-betrieb | 8.643                     | Ertüchtigung aller Pumpen                                          | 20%                        | 1.729                      | 691                                 |
|                          | Straßen-<br>beleuchtung                   | 6.122                     | Umrüstung auf LED                                                  | 51%                        | 3.127                      | 1.249                               |
| GHD/<br>Industrie        | Endenergie<br>thermisch                   | 1.057.922                 | Effizienzsteigerung                                                | 15%                        | 158.688                    | 37.908                              |
|                          | Endenergie<br>elektrisch                  | 498.357                   | Steigerung der Elektroeffi-<br>zienz                               | 15%                        | 74.754                     | 29.868                              |
| Verkehr                  | Endenergie<br>mobil                       | 1.059.211                 | Effizienzsteigerung,<br>persönliches Verhalten                     | 16%                        | 168.558                    | 50.000                              |
| <b>Summe</b>             | <b>Endenergie<br/>gesamt</b>              | <b>3.710.528</b>          |                                                                    | <b>15%</b>                 | <b>543.928</b>             | <b>154.961</b>                      |

**Tabelle 1: Übersicht der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz (IfE, 2012)**

Rund um die Energie: „*Erneuerbare Energieerzeugung als gemeinsame Sache*“. Stadtwerke und BürgerInnen **kooperieren und profitieren** bei der Realisierung von Energieerzeugungsprojekten, wie Bürgersolaranlagen und ggf. Windenergieanlagen. (Einsparpotenzial rund 76.000 t CO<sub>2</sub>/a). Die einzusetzenden Mittel zur Realisierung der Energiewende sind erheblich für BürgerInnen, Unternehmen und die Stadt. Allein die Gebäudesanierung wird bis zum Jahr 2020 über 300 Mio. € erfordern. Zum Aufbau erneuerbarer Energieanlagen sind **Investitionen** in Höhe von rund 200 Mio. € zu veranschlagen. Demgegenüber stehen allerdings Kaufkraftgewinne aus nicht benötigter Energie und **regionale Wertschöpfungseffekte**

aus der erzeugten heimischen Energie. Allein daraus lassen sich für die Stadt kommunale Wertschöpfungseffekte von über 4 Mio. € ableiten.

Unter Beteiligung von BürgerInnen und ExpertInnen an Themenworkshops sind im Zuge der Konzepterstellung über 30 konkrete Projekte erarbeitet worden. Ein mit gutachterlichen Vorschlägen ergänzter **Maßnahmenkatalog** gibt nun für die Umsetzungsphase richtungsweisende und konkrete Ansatzpunkte, benennt erste Schritte und verantwortliche Akteure sowie den damit verbundenen Aufwand für die Stadt Würzburg.

Vertiefende Untersuchungen der **städtischen Liegenschaften** zeigen am Beispiel der Stadtbücherei konkrete Einsparpotenziale und übergeordnete strategische Handlungsmaßnahmen auf. Mit dem nun vorliegenden **Wärmekataster für alle Straßen** verfügen die Stadt und die Stadtwerke über eine strategische Planungsgrundlage zum weiteren Ausbau ihrer Energienetze. Mit dem **Konversionsprojekt** Hubland liegt ein Musterbeispiel vor, wie verschiedene Aspekte der Stadt-, Verkehrs-, und Energieversorgungsplanung im Sinne eines integrierten (Klimaschutz-)Ansatzes zusammenfließen.

Zudem behandelt das Konzept die **Wirkungen des Klimawandels auf die Stadt**. Hier stehen die kleinklimatischen Veränderungen im Vordergrund. Um bevölkerungsbelastenden Überhitzungen einzelner „Hot Spots“ entgegenzuwirken, sind weitere städtebauliche Untersuchungen und erste geeignete Maßnahmen zur Vorbeugung und Klimaanpassung geplant.

Viele Initiativen sind in der Stadt Würzburg bereits unterwegs. Auf viele Erfolge der Stadt und privater Projekte kann aufgebaut werden. Nun steht die schwierige Aufgabe an, die **Energiewende und den Klimaschutz in die Breite** zu tragen und auch ferne Zielgruppen mit den richtigen Argumenten zu erreichen (vgl. **Öffentlichkeitskonzept**). Die Vernetzung der Akteure ist dabei eine wesentliche Aufgabe der Stadt. Das Klimaschutzkonzept gibt Orientierung, welche Maßnahmen wesentliche Beiträge zur Zielerreichung leisten können und wie erfolgversprechende Aktivitäten konsequent verfolgt werden können (vgl. **Controllingkonzept**). Das notwendige Prozessmanagement und Controlling ist dank eines engagierten Teams in der Stadtverwaltung in guten Händen.

## 2 Einleitung

Die Stadt Würzburg hat sich im Dezember 2009 zum aktiven Klimaschutz auf lokaler Ebene verpflichtet und einen ehrgeizigen Beschluss gefasst: Die gesamtstädtischen CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Basisjahr 1990 halbiert werden. Um die künftigen Aktivitäten auf eine solide strategische Grundlage zu stellen, wurde ein integriertes kommunales Klimaschutzkonzept (IKK) erarbeitet, aus dem Ausgangssituation, Ziele und Handlungsoptionen hervorgehen. Seit September 2011 war die B.A.U.M. Consult GmbH zusammen mit dem Institut für Energietechnik an der Hochschule Amberg-Weiden und dem Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung der Technischen Universität München mit der Erstellung des Konzeptes für die Stadt Würzburg betraut.

Die Erstellung des integrierten kommunalen Klimaschutzkonzeptes erforderte mehrere Schritte. Zuerst wurde eine Bestandsaufnahme vorgenommen, um eine fortschreibbare Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz zu erhalten. Hierzu wurden Grunddaten und Verbräuche der Sektoren öffentliche Verwaltung, Haushalte, Wirtschaft und Verkehr aufgenommen sowie die Emissionen in den Sektoren bestimmt. Dargestellt wird neben dem bestehenden Energiemix auch der Anteil erneuerbarer Energien. Zudem wurden die noch ungenutzten Potenziale zur Energieeinsparung, zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien ermittelt. Daraus konnten Handlungsoptionen und Ziele für die Region abgeleitet werden. Um Handlungsoptionen zu verdeutlichen und damit einen Entwicklungspfad von der heutigen Energiesituation zu dem angestrebten künftigen Sollzustand aufzuzeigen, wurden Szenarien für den Zeitraum bis zum Jahr 2030 erstellt.

Im Rahmen mehrerer Rückkopplungsprozesse (Auftaktveranstaltung, Workshops, Steuerungsgruppentreffen, Einzelgespräche, Abschlussveranstaltung) wurden lokale ExpertInnen und interessierte BürgerInnen in die Entwicklung des Konzeptes einbezogen sowie Ziele, Handlungsoptionen und Maßnahmen auf Regionsebene gebündelt.

Auf Grundlage der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen, der Potenzialbetrachtung, der Zielsetzungen und Akteursbeteiligung wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt. Mit Hilfe eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit wird aufgezeigt, wie das integrierte Klimaschutzkonzept der Öffentlichkeit nahe gebracht werden kann und wie BürgerInnen, Vereine und Verbände sowie Unternehmen in die Umsetzung des Konzeptes einbezogen werden können. Zur Gewährleistung einer nachhaltigen Verankerung in den verwaltungsinternen Abläufen ist darüber hinaus ein Controllinginstrument erarbeitet worden. Damit kann der Reifegrad der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes überprüft und gegebenenfalls korrigierend eingelenkt werden.

Zur Nachvollziehbarkeit der ermittelten Werte sind Grunddaten, Methodik, Datengrundlage und relevante Annahmen angegeben<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Nach dem Artikel 4, Absatz 1 des Bayerischen Datenschutzgesetzes sind personenbezogene Daten Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse bestimmter oder bestimmbarer natürlicher Personen (Betroffene) (Bayerischer Landtag, 2009). Deswegen müssen die zur Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes erforderlichen Daten zusammengefasst und anonymisiert werden.

### 3 Bestandsanalyse

#### 3.1 Grunddaten

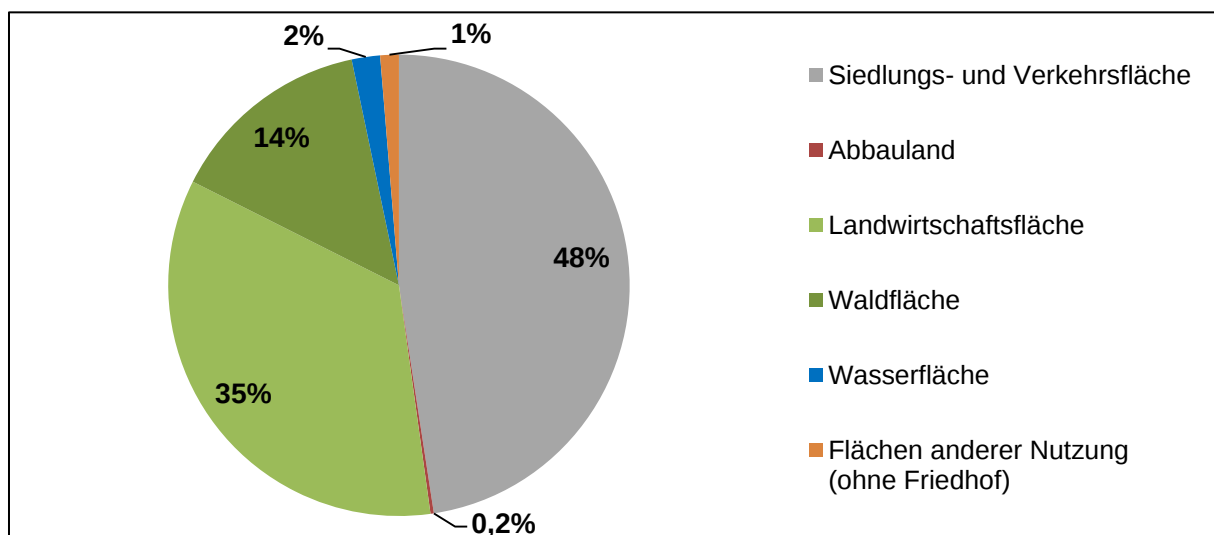
##### 3.1.1 Flächenaufteilung

###### Datengrundlage

Die Flächenaufteilung der Stadt Würzburg wurde der Landesdatenbank GENESIS-Online des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung entnommen. Zum Vergleich wurden die Flächenaufteilungen in Bayern und Deutschland, bezogen über die Bundesdatenbank GENESIS-Online des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden, herangezogen. GENESIS-Online ist ein von den Statistischen Landesämtern und dem Statistischen Bundesamt gemeinsam entwickeltes Datenbanksystem für die amtliche Statistik Deutschlands.

###### Ergebnisse

Abbildung 3 zeigt die Flächenaufteilung der Stadt Würzburg im Jahr 2010. Erwartungsgemäß nehmen Siedlungs- und Verkehrsflächen mit einem Flächenanteil von 48 % an der gesamten Bodenfläche (8.763 ha im Jahr 2010) die meisten Flächen ein. Im bayerischen Durchschnitt sind dies ca. 11 % und in Deutschland ca. 13 % der Fläche. Die Stadt verfügt mit 3.032 ha Landwirtschaftsfläche, 1.253 ha Wald und 174 ha Wasserflächen jedoch auch über einen beträchtlichen Anteil an Kultur- und Landschaftsflächen. Diese nehmen 51 % des Stadtgebiets ein. Innerhalb dieser Flächen wurde der „Irtenberger und Guttenberger Wald“ im Südwesten des Stadtgebiets als Flora-Fauna-Habitat nach der NATURA 2000-Richtlinie ausgewiesen. Hier befindet sich auch das Naturschutzgebiet Waldkugel, während das Naturschutzgebiet Bromberg-Rosengarten im Südosten der Stadt liegt (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2012).



**Abbildung 3: Flächenaufteilung nach Art der tatsächlichen Nutzung im Jahr 2010 (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)**

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der Flächen nach Art der tatsächlichen Nutzung. Im Zeitraum von 1992 bis 2010 hat die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 8,2 % zugenommen. Die Zunahme erfolgte auf Kosten der Landwirtschaftsflächen, die im gleichen Zeitraum um 12,8 % abgenommen haben.

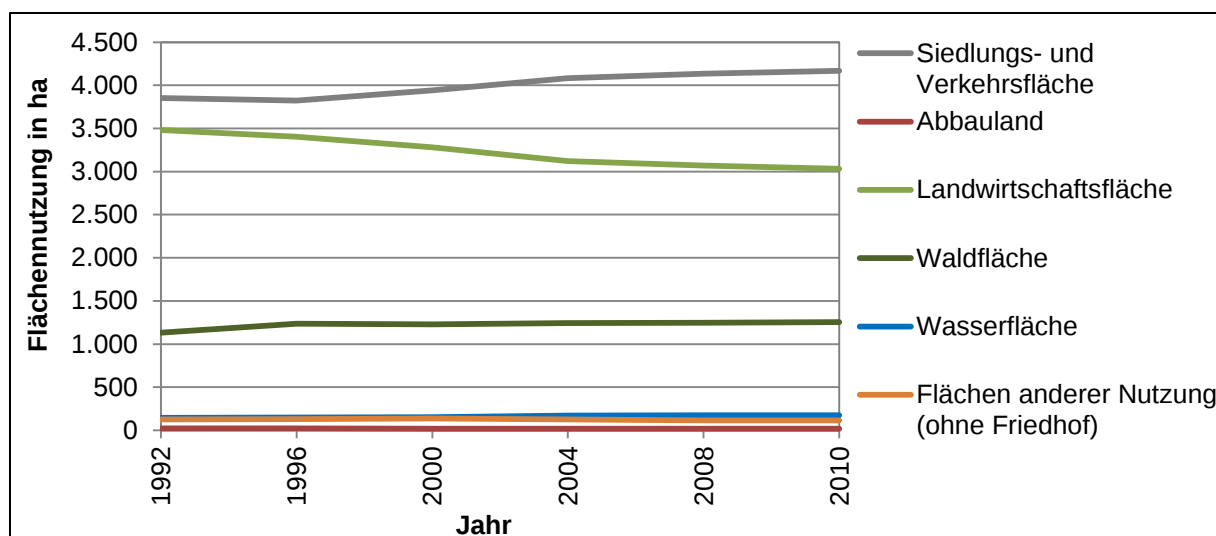


Abbildung 4: Flächenentwicklung nach Art der tatsächlichen Nutzung in den Jahren 1992 bis 2010 (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)

### 3.1.2 Einwohnerentwicklung und Bevölkerungsstruktur

Ein wesentlicher Faktor für die Einordnung des Energieverbrauchs ist die Kenntnis der Entwicklung von Einwohnerkennzahlen über den Betrachtungszeitraum. Es ist davon auszugehen, dass sich Energieverbrauchsdifferenzen und Verbrauchsentwicklungen infolge der Bevölkerungsentwicklung auf die Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz auswirken. Ein Zuwachs der Bevölkerung verursacht höhere absolute Energieverbräuche und eine höhere Flächenkonkurrenz.

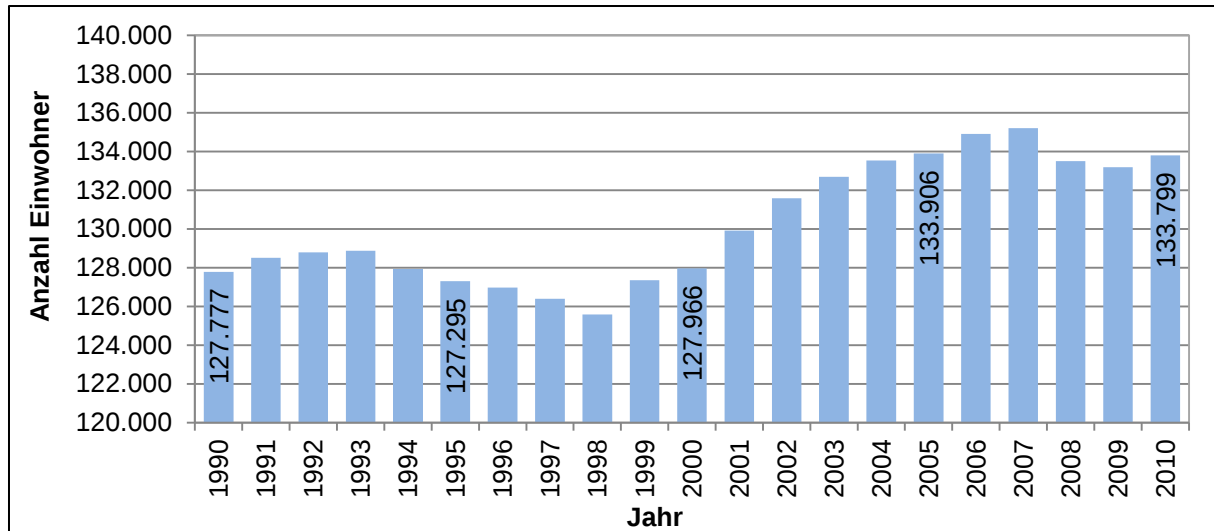
#### Datengrundlage

Die Einwohnerzahlen Würzburgs wurden der Landesdatenbank GENESIS-Online des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung entnommen. Darin enthalten sind die EinwohnerInnen, die mit dem Hauptwohnsitz in der Stadt Würzburg gemeldet sind. Stichtag der Datenerhebung ist der 31. Dezember des jeweiligen Jahres. Zum Vergleich wurden die Einwohnerentwicklungen in Bayern und Deutschland, bezogen über die Bundesdatenbank GENESIS-Online des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden, herangezogen.

#### Ergebnisse

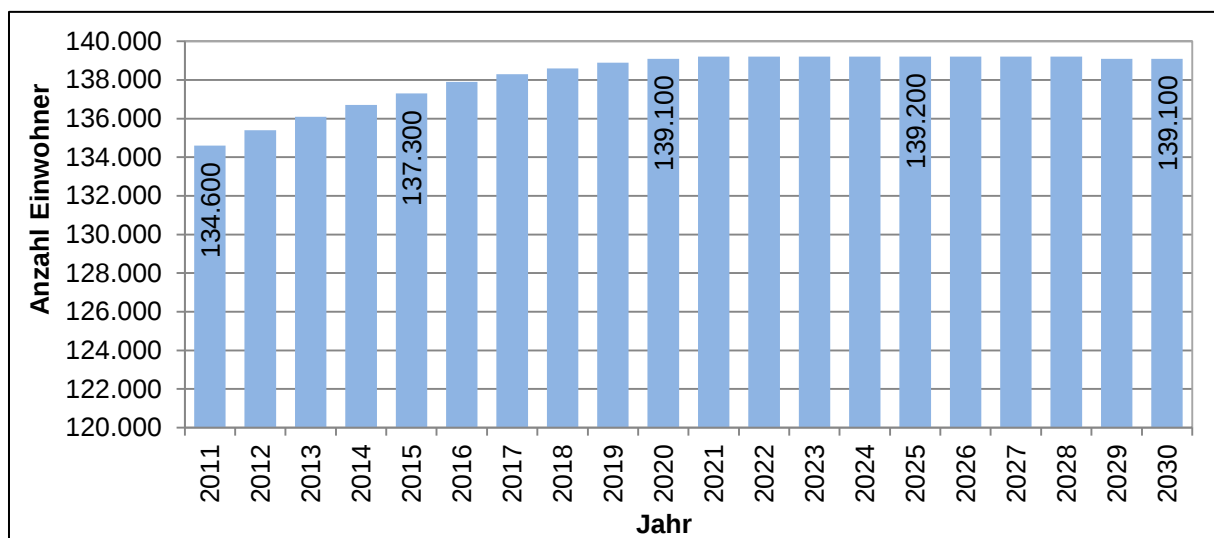
Die Anzahl der EinwohnerInnen, die mit dem Hauptwohnsitz in der Stadt Würzburg gemeldet sind, hat seit 1990 mit damals 127.777 Personen auf 133.799 im Jahr 2010 zugenommen (siehe Abbildung 5). Die Bevölkerungszunahme setzte jedoch erst ab dem Jahr 2000 ein. Seit 2008 stagniert die Einwohnerentwicklung (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012).

Die Bevölkerungsvorausberechnung bis 2030 wird in Abbildung 4 gezeigt, so dass auch die längerfristige Entwicklungslinie erkennbar ist. Angesichts des gegenwärtigen Trends rückläufiger Zuwachszahlen wird bis 2030 eine Bevölkerungszunahme um moderate 3,3 % prognostiziert. Bereits im Jahr 2021 wird mit 139.200 Personen das Bevölkerungsmaximum erwartet. Ab 2029 muss nach der aktuellen Statistik sogar mit einem leichten Bevölkerungsrückgang gerechnet werden. Aufgrund des moderaten Zuwachses und der prognostizierten Trendwende 2030 werden die Energieverbräuche im Jahr 2030 ohne Bevölkerungszuwachs berechnet.



**Abbildung 5: Einwohnerentwicklung der Stadt Würzburg in den Jahren 1990 bis 2010 (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)**

Ein Vergleich mit den Bevölkerungsvorausberechnungen von Bund und Land zeigt jedoch die bleibende Attraktivität von Städten. So wird bis 2030 für Bayern ein Bevölkerungsrückgang um 0,2 % erwartet, während für Deutschland je nach Szenario sogar ein Rückgang um ca. 3 % bis 5 % im Vergleich zu 2011 berechnet wird (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012).



**Abbildung 6: Einwohnervorausberechnung der Stadt Würzburg für die Jahre 2011 bis 2030 (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)**

Die Einwohnerstruktur der Stadt Würzburg nach Altersklassen ist in Abbildung 7 für das Jahr 2010 dargestellt. Demzufolge sind ca. 19 % der EinwohnerInnen in der Stadt Würzburg älter als 64 Jahre und ein weiteres Sechstel ist mindestens 50 Jahre alt. Der Anteil der jungen Bevölkerung unter 30 Jahren beträgt hingegen 35,4 %. Im Zuge des demografischen Wandels verschiebt sich das Verhältnis zwischen der Bevölkerung im Erwerbsalter (20 Jahre bis unter 65 Jahre) und der Bevölkerung im Rentenalter (65 Jahre und älter), abgebildet durch den sogenannten Altenquotienten (Anzahl 65-Jährige oder Ältere je 100 Personen im Alter von 20 bis 64 Jahren). Der Altenquotient lag in Würzburg im Jahr 2010 bei 28,6. Im Jahr 2030 werden 100 Personen im erwerbsfähigen Alter statistisch gesehen bereits für 38 Personen im Rentenalter aufkommen müssen. Dennoch weist die Bevölkerungspyramide in der Stadt Würzburg (siehe Anlagenband) nicht die für Industrieländer typische Urnenform auf,

die eine Überalterung in diesen Ländern anzeigt. So wird für Bayern und Deutschland bis 2030 mit Altenquotienten von 47 bzw. 53 gerechnet (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER, 2011).

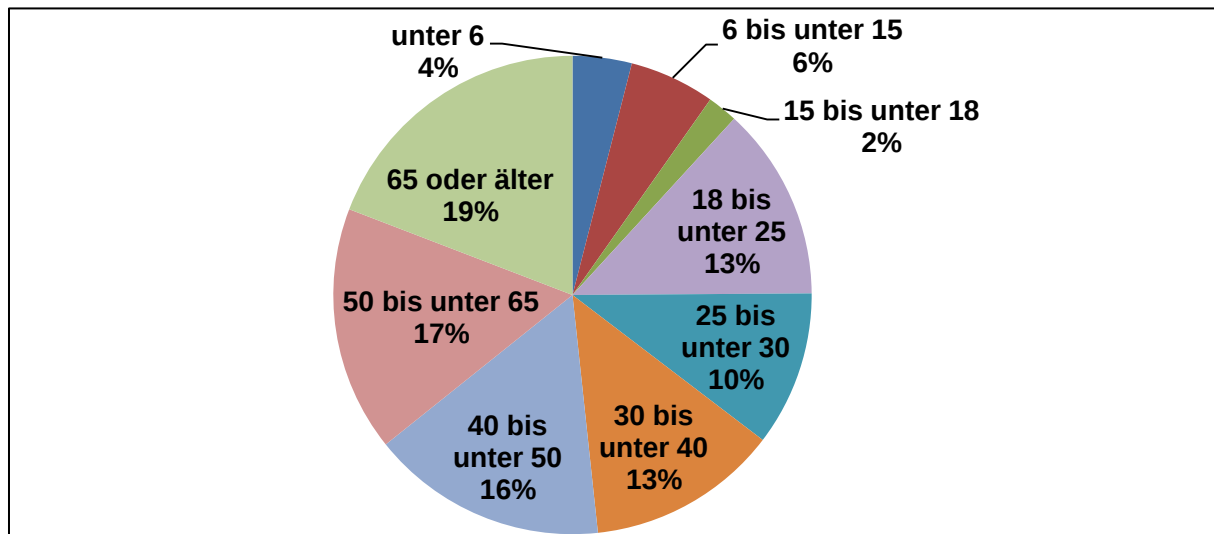


Abbildung 7: Einwohnerstruktur der Stadt Würzburg im Jahr 2010 nach Altersklassen (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)

### 3.1.3 Beschäftigungszahlen

Die Beschäftigtenzahlen fließen in die Berechnung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in den Bereichen Wirtschaft und Verkehr sowie in die Berechnung der Pro-Kopf-Bilanzen der Stadt Würzburg ein. Sie dienen in Kombination mit den Energieträgern der Hochrechnung des Energieverbrauchs der Wirtschaft und in Kombination mit regionalen Kennwerten und Bevölkerungszahlen der Berechnung von Fahrleistungen.

#### Methodik

Die Erfassung und Weiterverarbeitung der Daten zu sozialversicherungspflichtig Beschäftigten erfolgt entsprechend der offiziellen Wirtschaftszweige (WZ). Generell dient die Aufteilung in Wirtschaftszweige dazu, die wirtschaftlichen Tätigkeiten in allen amtlichen Statistiken einheitlich zu erfassen. Eine direkte Vergleichbarkeit wird aber erschwert, da die Aufteilung der Wirtschaftszweige bereits mehrfach geändert wurde. Daher werden die Klassifikationen WZ'73, WZ'93, WZ'03 und WZ'08, die jeweils die Änderungszeitpunkte angeben, unterschieden. Die Änderungen waren erforderlich, um die Statistik an die aktuellen Gegebenheiten anzupassen und somit die Beschäftigten realitätsnah abzubilden. Bei Wirtschaftszweigklassifikationen spielen ökonomische Veränderungen, der technologische Wandel sowie die Anpassung an internationale Referenzklassifikationen eine entscheidende Rolle.

Um die Beschäftigtenzahlen unterschiedlicher Wirtschaftsbereiche in einer Zeitreihe darzustellen und vergleichen zu können, müssen sie auf einen Wirtschaftszweig umgerechnet werden. Dabei kann die Umrechnung nicht eindeutig erfolgen, da mit der Neugestaltung der WZ-Klassifikationen Unterbereiche von Wirtschaftszweigen in andere verschoben wurden und diese tieferliegende Ebene nicht bekannt ist. Zudem wurde die Systematik der Zuordnung von Wirtschaftszweigen geändert, was zu Sprüngen in den Beschäftigtenzahlen führen kann. Die resultierenden Abweichungen sind demnach keine Berechnungsfehler, sondern durch die Strukturumstellung bedingt.

## Datengrundlage

Beschäftigtenzahlen nach ihrer offiziellen Aufteilung in Wirtschaftszweige werden von den zuständigen Bundesagenturen für Arbeit erhoben. Für die Stadtebene sind die Beschäftigtenzahlen zudem beim jeweiligen Landesamt für Statistik in der Datenbank GENESIS-Online abrufbar. Die Beschäftigtenzahlen der Stadt Würzburg wurden über die GENESIS-Online Datenbank des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung für die Wirtschaftszweige WZ'93 und WZ'08 zum Stichtag 30.06. erhoben. Zur Weiterverwendung in der Berechnung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz werden die Daten nach WZ'08 auf den Wirtschaftszweig WZ'93 umgerechnet. Die Umrechnung und Weiterverarbeitung erfolgen mit dem Programm ECORegion<sup>smart DE</sup>. ECORegion ist ein Online-Werkzeug zur Berechnung und Simulation von Energie- und Treibhausgasbilanzen, welches im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes Anwendung findet.

## Ergebnisse

Die Beschäftigtenzahlen der Stadt Würzburg nach Wirtschaftszweigen sind in Abbildung 8 dargestellt. Einige Wirtschaftszweige weisen eine hohe Dynamik auf. So sind die Beschäftigtenzahlen im verarbeitenden Gewerbe seit 1998 um ca. ein Drittel eingebrochen, während Erziehung und Gesundheit ein stetiges Wachstum aufweisen. Die drei zahlenstärksten Wirtschaftszweige, das „Gesundheits- und Sozialwesen“, „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kfz“ sowie das „verarbeitende Gewerbe“ nahmen 2010 ca. 47 % aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf. Die konstant ansteigenden Beschäftigtenzahlen im Gesundheits- und Sozialwesen können als Indikator einer alternden Gesellschaft gewertet werden, auch wenn die Statistik bis 2007 den Bereich Erziehung mit einbezieht und somit nicht eindeutig zu interpretieren ist. Insgesamt sind die Arbeitsplatzzahlen nach einem ersten Maximum im Jahr 2000 zunächst bis 2005 um ca. 4,0 % zurückgegangen. Bis 2010 konnte der Arbeitsmarkt wieder um 6 % auf ein neues Maximum von 77.533 Beschäftigten zulegen. Die Arbeitsmarktzahlen im Jahr 2011 (78.995 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte) zeigen eine Fortsetzung des positiven Trends.

Der Strukturwandel vom primären und sekundären Wirtschaftssektor (produzierendes und verarbeitendes Gewerbe) hin zum Dienstleistungssektor geht selbst bei gleichbleibenden Beschäftigtenzahlen mit einer relativen Abnahme des Energieverbrauchs einher.

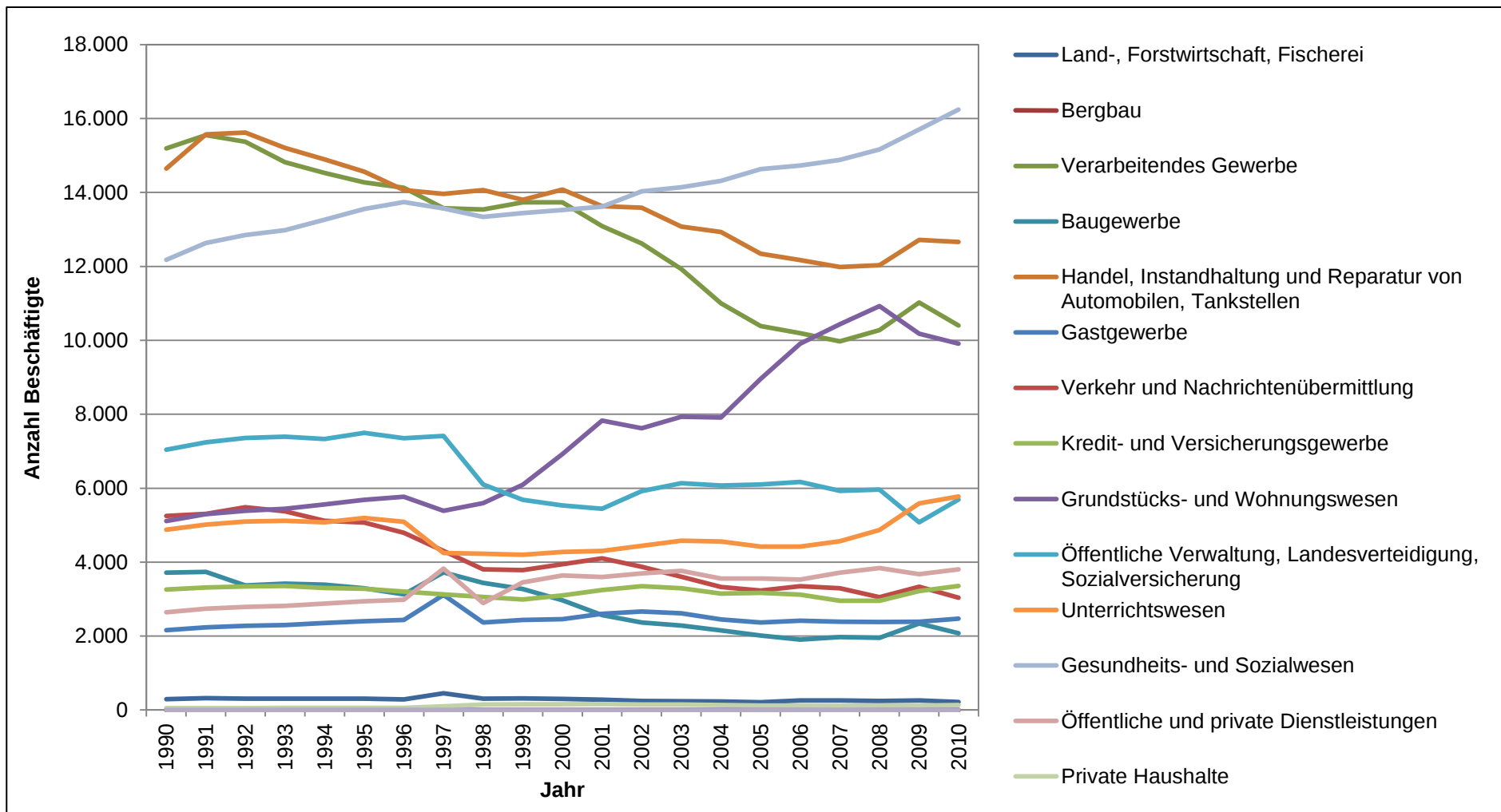


Abbildung 8: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen von 1993 (WZ'93) (Stichtag 30.06.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)

### 3.1.4 Wohnstruktur

Die Anzahl der Wohngebäude sowie die Wohnflächen in Wohngebäuden fließen bei der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes in die Berechnung der bislang ungenutzten Potenziale zum Einsatz von oberflächennaher Geothermie ein. Mit Hilfe der Anzahl der Wohngebäude wird der mögliche Anteil von Wohngebäuden, die für den Einsatz oberflächennaher Geothermie geeignet sind, ermittelt (siehe Kapitel 4.3.5).

#### Datengrundlage

Zur Abbildung der Wohnstruktur in der Stadt Würzburg werden die Anzahl der Wohngebäude und die Wohnflächen herangezogen. Die Daten wurden der Landesdatenbank GENESIS-Online des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung entnommen. Zum Vergleich wurde die Wohnstruktur in Bayern und Deutschland, bezogen über das Bayerische Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung und die Bundesdatenbank GENESIS-Online des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden, herangezogen. Dabei sind die statistischen Daten für Deutschland erst ab dem Jahr 1995 (statt 1990) verfügbar. Es wurde jeweils die Fortschreibung des Wohngebäude- und Wohnungsbestandes betrachtet, die aus der jeweils letzten allgemeinen Gebäude- und Wohnungszählung in Kombination mit den Ergebnissen der Bautätigkeitsstatistik (Baufertigstellungen und Bauabgänge) von den statistischen Ämtern der Länder zum 31.12. eines Jahres festgestellt worden ist.

#### Ergebnisse

In Abbildung 9 ist die Anzahl der Wohngebäude in Würzburg dargestellt. Von 1990 bis 2010 ist die Anzahl der Wohngebäude stetig gestiegen, wobei die Bautätigkeit in den 1990er Jahren generell höher lag als im neuen Jahrhundert. Seit 1990 nahm die Anzahl der Wohngebäude in Würzburg um rund 15 % auf zuletzt 19.212 Wohngebäude im Jahr 2010 zu. Im gleichen Zeitraum lag der Zubau im Freistaat Bayern bei rund 24 %. In Deutschland liegt der Zuwachs von 1995 bis 2010 bei ca. 15 % (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012)

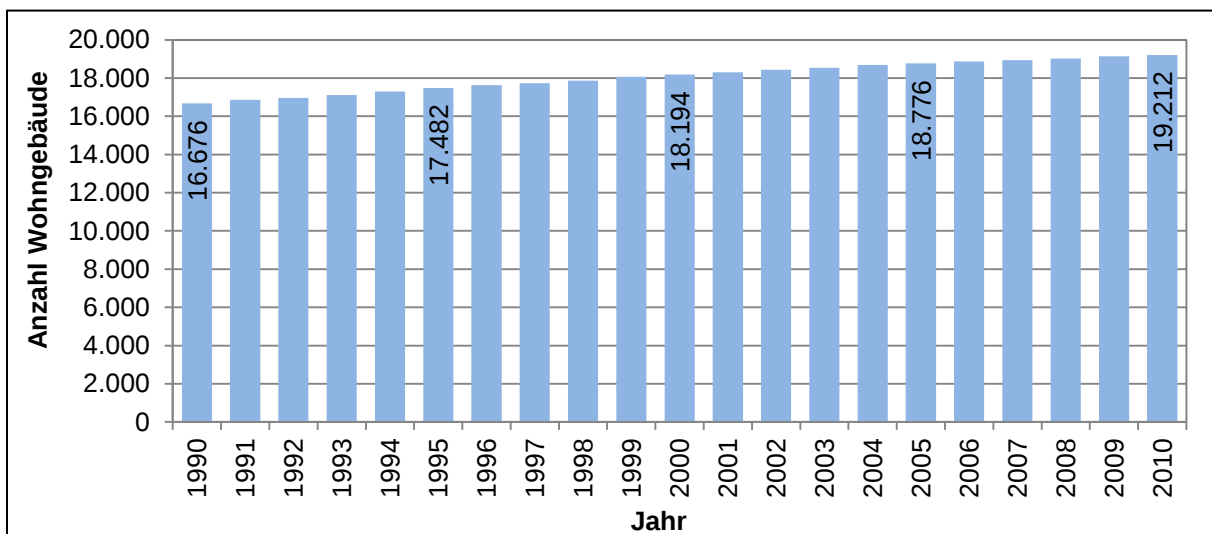
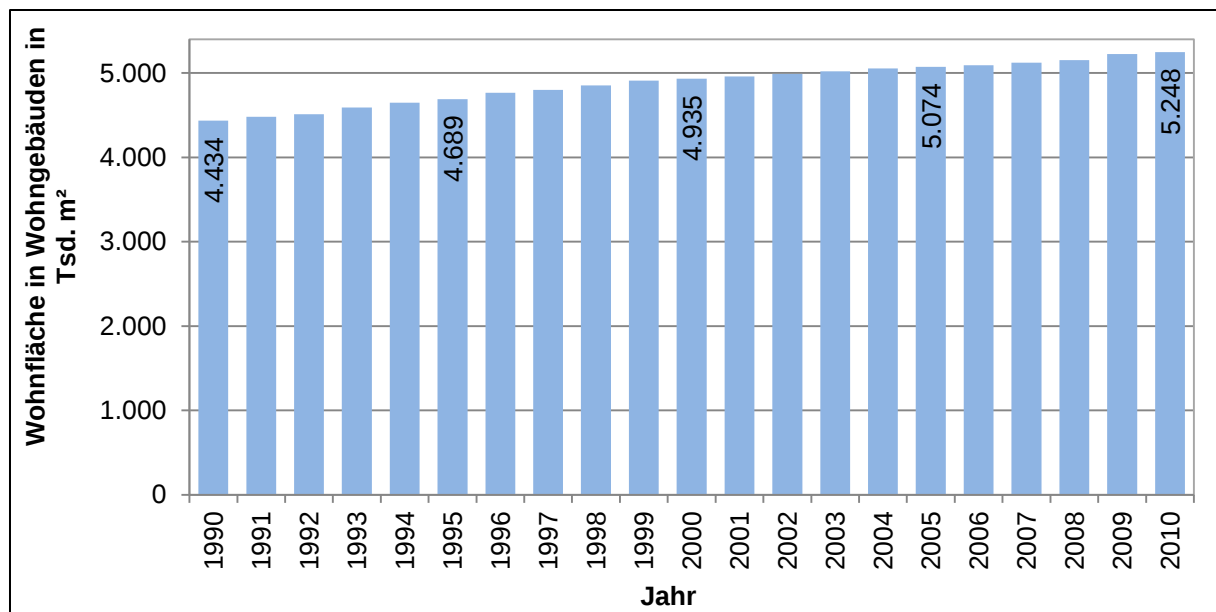


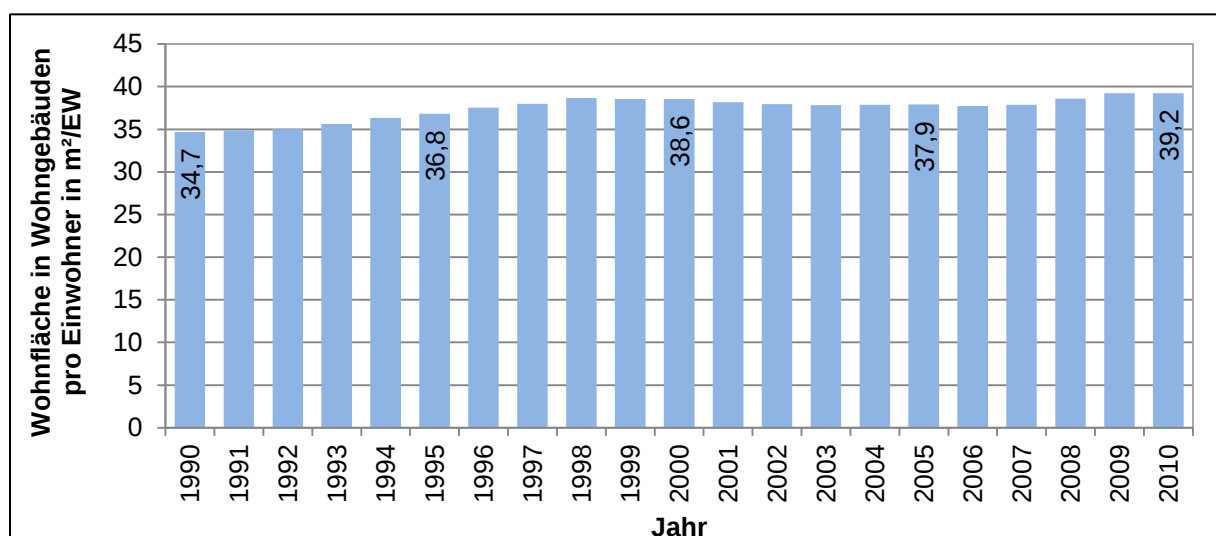
Abbildung 9: Anzahl der Wohngebäude in Würzburg (1990 - 2010) (Stichtag 31.12.)  
(BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)



**Abbildung 10: Wohnfläche in der Stadt Würzburg (1990 - 2010) (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)**

Die Wohnfläche der Wohngebäude hat im Zeitraum von 1990 bis 2010 von insgesamt 4.433.708 m² auf 5.248.261 m² um 18,4 % zugenommen (siehe Abbildung 10). Das Land Bayern weist für diesen Zeitraum erneut eine deutlich höhere Zunahme um ca. 31 % auf. Seit 1995 hat die Wohnfläche in Würzburg um knapp 13 %, in Bayern um ca. 20 % und in Deutschland um 16 % zugenommen. In Anbetracht der im Vergleich zu Land und Bund positiveren Einwohnerentwicklung in Würzburg ist die geringere Bautätigkeit nicht Ausdruck einer mangelnden Attraktivität, sondern vielmehr ein Indikator für einen bestehenden Flächenmangel (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012).

Parallel zur Zunahme der Wohngebäude stieg auch die Wohnfläche pro EinwohnerIn. Während im Jahr 1990 im Stadtgebiet 34,7 m² Wohnfläche pro EinwohnerIn zur Verfügung standen, sind es im Jahr 2010 bereits 39,2 m².



**Abbildung 11: Wohnfläche pro EinwohnerIn in Würzburg (1990 - 2010) (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)**

Nach einer ersten starken Zunahme in den 1990er Jahren war dieser Kennwert zwischen 1998 und 2006 jedoch wieder rückläufig, um anschließend sein neues Maximum zu erreichen. Führt man sich vor Augen, dass jeder BürgerIn in Deutschland durchschnittlich sogar ca. 43 m<sup>2</sup> zur Verfügung stehen, zeigt sich erneut das begrenzte Wohnungsangebot im städtischen Raum.

Die spezifische Zunahme der Wohnfläche führt jedoch auch in Würzburg zu einem Anstieg der Energie- und Wärmeverbräuche in Haushalten und verschlechtert so die individuelle Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz.

### **3.1.5 Fahrzeuge und Verkehr**

Die zugelassenen Fahrzeuge fließen in die Berechnung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Verkehrssektors der Stadt Würzburg ein. Sie dienen in Kombination mit regionalen Kennwerten und Bevölkerungszahlen der Berechnung von Fahrleistungen und in Kombination mit dem Treibstoff-Mix der Hochrechnung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor. Auf der Grundlage eines Verkehrsmodells für die Stadt Würzburg aus dem Jahre 2008/2009 sind die spezifischen Fahrleistungen und der ModalSplit auf Basis von Wegelängen einbezogen worden.

#### **Methodik**

Die Darstellung des Verkehrsaufkommens in Würzburg erfolgt nach verschiedenen Fahrzeugtypen. Es wird nach Personenkraftwagen (PKW), Kraftomnibussen (KOM), Krafträdern (KRD), Lastkraftwagen (LKW) und Zugmaschinen (ZM) unterteilt. Dies ist wichtig, da die Aufteilung in Fahrzeugtypen für die Berechnung des Treibstoffverbrauchs benötigt wird. Des Weiteren wird die Verkehrsentwicklung der Jahre 2000 bis 2010 der einzelnen Typen im zeitlichen Verlauf aufgezeigt und verglichen.

#### **Datengrundlage**

Die Daten der zugelassenen Fahrzeuge basieren auf dem örtlichen Fahrzeugregister. Dazu wurde eine Befragung bei der KFZ-Zulassungsbehörde der Stadt Würzburg durchgeführt. So konnten Daten in einer Zeitreihe ab dem Jahr 2000 bis zum Jahr 2010 erfasst werden. Ab dem 1.1.2008 werden die zugelassenen Fahrzeuge von den Statistikämtern jedoch ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge (etwa 12 %) erfasst, so dass die Werte vom 1.1.2008 mit den früheren Werten nicht mehr vergleichbar sind. Zum Vergleich wurden die Zulassungszahlen in Bayern und Deutschland, bezogen über das Bayerische Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung und die Bundesdatenbank GENESIS-Online des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden, herangezogen.

#### **Ergebnisse**

Die Struktur der zugelassenen Fahrzeuge im Jahr 2010 wird in Abbildung 12 aufgezeigt. Daraus ist zu erkennen, dass PKWs mit 84,2 % den weitaus größten Anteil der insgesamt zugelassenen Fahrzeuge aufweisen. 7,6 % der Fahrzeuge sind Krafträder, 7 % Lastkraftwagen. Zugmaschinen und Busse spielen der Anzahl nach keine Rolle.

Bei insgesamt 67.707 Fahrzeugen und einer Einwohnerzahl von 133.799 ergibt sich für die Stadt Würzburg für das Jahr 2010 ein spezifischer Wert von 0,51 Fahrzeugen pro EinwohnerIn. Damit liegt die Fahrzeugdichte in Würzburg unter den Werten für Bayern und Deutschland mit 0,69 bzw. 0,61 Fahrzeugen pro EinwohnerIn. Hierin zeigt sich die bessere Erreichbarkeit im Stadtraum durch geographische Nähe und ein öffentliches Nahverkehrsangebot

(BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012; STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012).

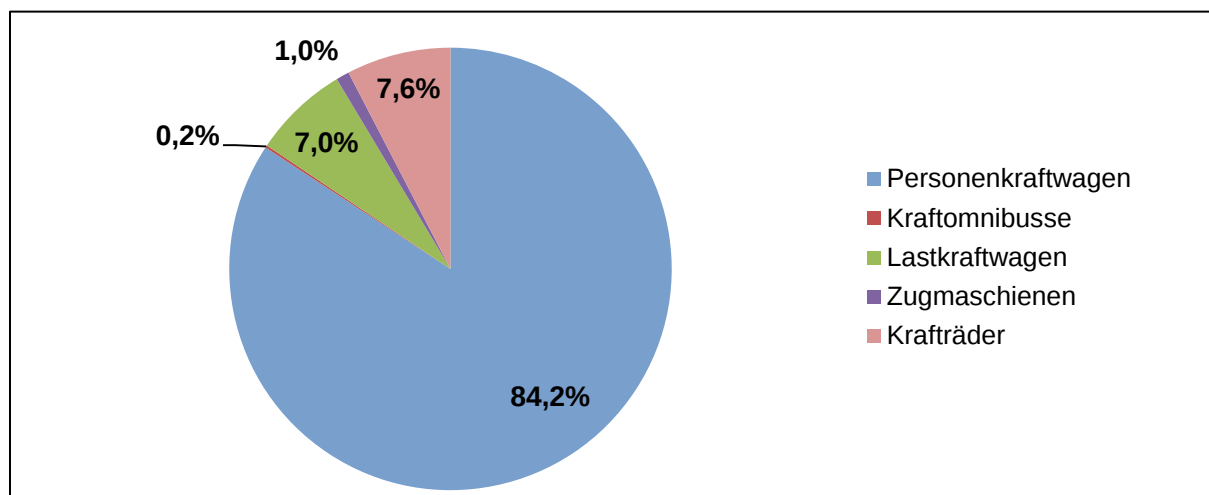


Abbildung 12: Zugelassene Fahrzeuge in Würzburg im Jahr 2010 nach Fahrzeugtypen (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)

| Zugelassene Fahrzeuge    | 2010          |
|--------------------------|---------------|
| Personenkraftwagen (PKW) | 57.039        |
| Kraftomnibusse (KOM)     | 118           |
| Lastkraftwagen (LKW)     | 4.730         |
| Zugmaschinen (ZM)        | 656           |
| Krafträder (KRD)         | 5.164         |
| <b>SUMME</b>             | <b>67.707</b> |

Tabelle 2: Zugelassene Fahrzeuge in Würzburg im Jahr 2010 nach Fahrzeugtypen (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)

Seit 1990 ist der Fahrzeugbestand je EinwohnerIn in Würzburg von einem Ausgangswert von 0,46 um ca. 9 % gestiegen. Die vermeintliche Abnahme des PKW-Bestandes (und aller anderen Fahrzeugarten) nach 2007 ist hingegen der veränderten Statistik geschuldet und nicht Ausdruck eines veränderten Mobilitätsverhaltens.

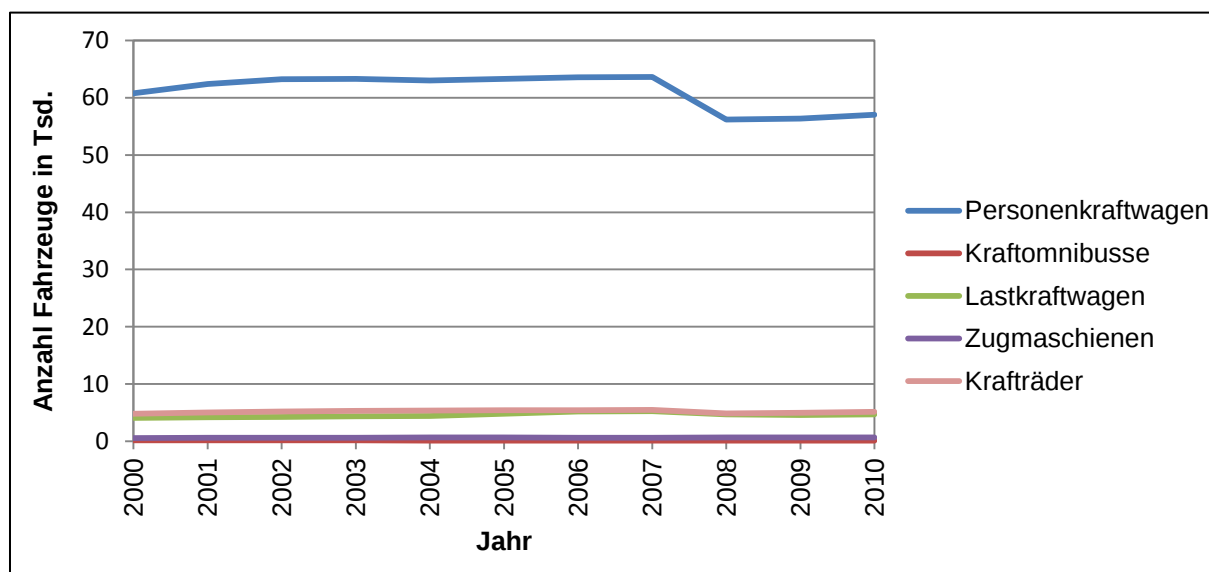


Abbildung 13: Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge in Würzburg nach Fahrzeugtypen (2000 – 2010) (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)

## **Städtischer Güterverkehr**

Die Logistikbranche zählt in Deutschland zu den Wirtschaftszweigen mit dauerhaft guten Wachstumsaussichten. Nach Einschätzung der Deutsche Bank Research (Frankfurt/M.) können die deutschen Logistikunternehmen bis zum Jahr 2020 mit einem nominalen Wachstum von rund vier Prozent pro Jahr rechnen (WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG DER STADT WÜRZBURG, 2011).

Die Bundesrepublik ist aus vielen Gründen als Logistikstandort prädestiniert: Die Größe und der Wohlstand des Landes machen es zu einem bedeutenden Nachfrager auf dem Gütermarkt. Die zentrale Lage in Europa begünstigt eine Rolle als Verkehrsknotenpunkt und die polyzentrische Wirtschaftsstruktur erfordert Transportleistungen. Der hohe Industrialisierungsgrad und die Handelsoffenheit rufen zusätzliche Warenströme hervor.

Nicht zuletzt sind die hohe Netzdichte und Qualität der Verkehrsinfrastruktur im europäischen Vergleich einzigartig.

Alle diese Standortvorteile finden sich auch in der Region Würzburg in exzellenter Ausprägung. Neben regionalen und nationalen Versorgungsaufgaben gewinnt die verkehrslogistische Verknüpfung mit den internationalen Beschaffungs- und Absatzmärkten immer mehr an Bedeutung. Dabei erfüllt die hiesige Logistikwirtschaft nicht nur reine Transportaufgaben, sondern bietet viele zusätzliche Dienstleistungen (WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG DER STADT WÜRZBURG, 2011).

Damit ist zu erwarten, dass die Güterverkehrsleistung in Würzburg auch in Zukunft weiter zunehmen wird.

## **Mobilitätsverhalten**

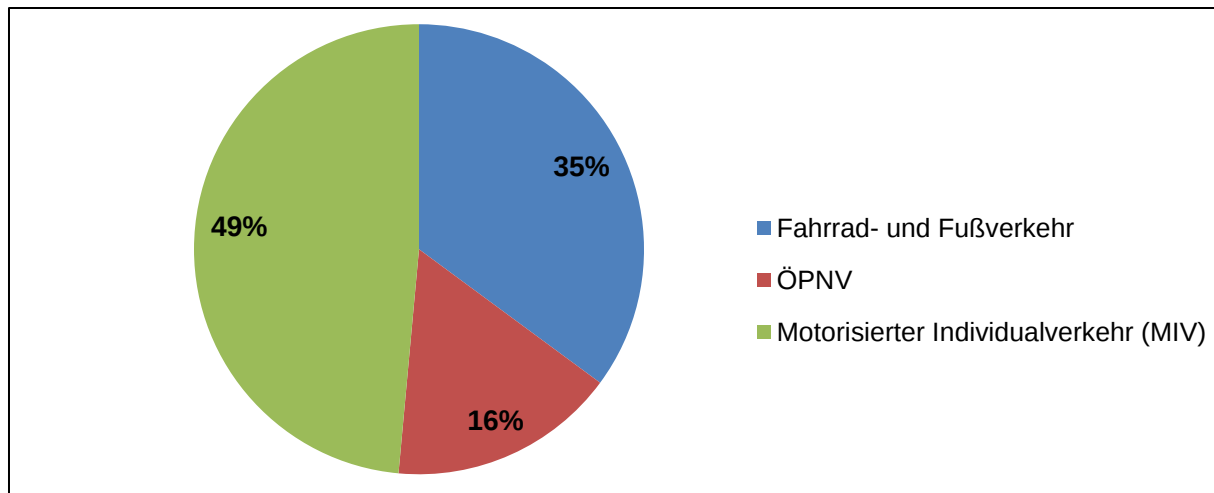
In diesem Kapitel soll dargestellt werden, welche Informationen es zu der gegenwärtigen Ausprägung des Mobilitätsverhaltens in Würzburg gibt. Wesentliche Einflussgrößen dazu sind die Verkehrsmittelwahl, die Wegelänge, die PKW-Besetzungsgrade bzw. ÖPNV-Auslastung sowie die Antriebs- und Klimaeffizienz der Fahrzeuge.

Dazu liegen für die Stadt Würzburg detaillierte Informationen des Ingenieurbüros WVI GmbH aus Braunschweig vor. Für Datensätze, die nicht auf aktuellen, lokalen Datengrundlagen beruhen, wird ein Vergleich zu deutschlandweiten Mittelwerten vorgenommen.

## **Verkehrsmittelwahl**

In der folgenden Abbildung 14 ist die Verkehrsmittelwahl (sog. Modalsplit) der Würzburger Bevölkerung zum Basisjahr 2008 nach den Daten aus dem Verkehrsmodell von WVI dargestellt.

Diese Werte basieren auf einer Abschätzung für die Stadt Würzburg aus aktuellen Durchschnittswerten der nationalen Erhebungen zum Mobilitätsverhalten „Mobilität in Deutschland“ (MiD 2008), da die letzte lokale Erhebung auf der Grundlage einer Haushaltsbefragung bereits im Vorfeld des Verkehrsentwicklungsplans 1995 durchgeführt worden ist.

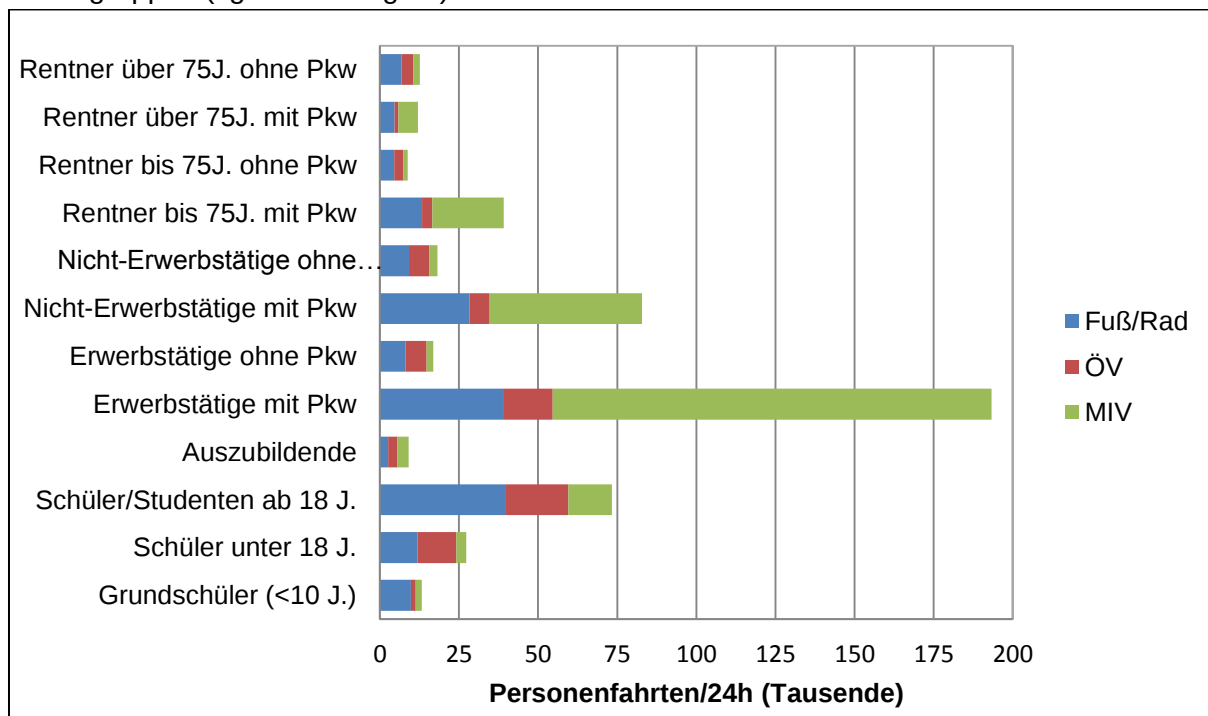


**Abbildung 14: Modal-Split der BewohnerInnen der Stadt Würzburg.**(VERKEHRSMODELL WVI, 2008) (TUM, 2012)

Etwa die Hälfte aller Wege wird im Motorisierten Individualverkehr (MIV) zurückgelegt. Mehr als ein Drittel aller Wege finden im nicht-motorisierten Verkehr statt (Fahrrad- und Fußverkehr). Es wird auch ersichtlich, dass der Anteil des öffentlichen Verkehrs (ÖPNV) mit 16 % in Würzburg – auch dank des hochwertigen ÖV-Angebotes – über dem bundesdeutschen Durchschnitt liegt.

### Modalsplit je Personengruppe der BewohnerInnen der Stadt Würzburg

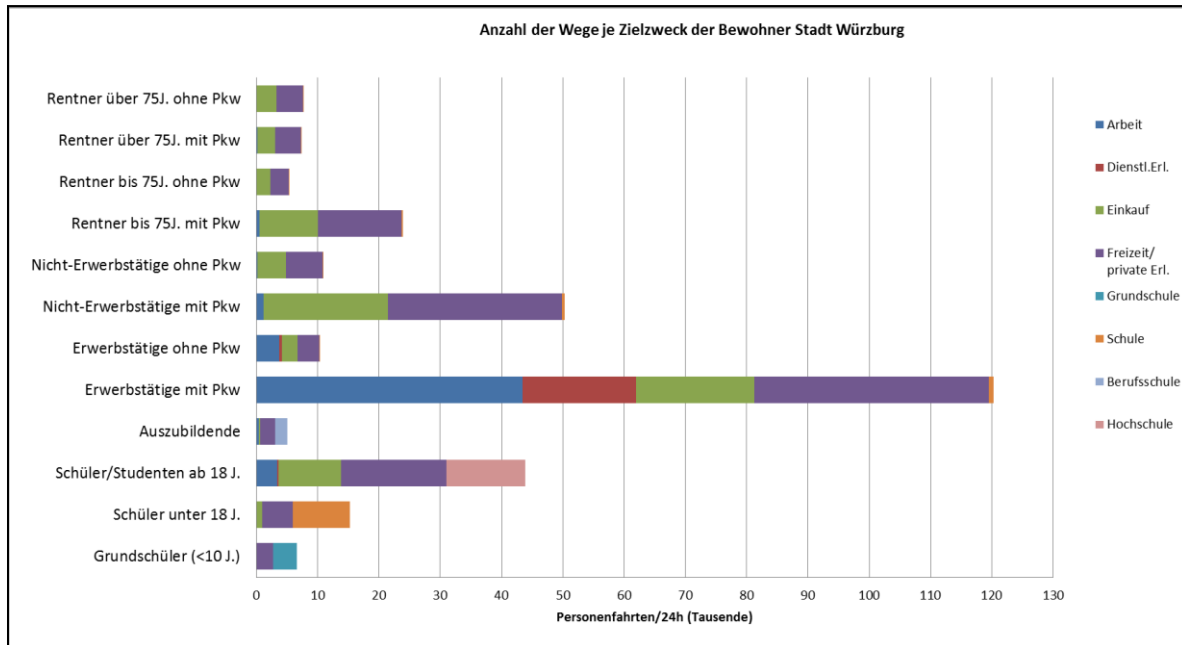
Die Entscheidung von Personen/Haushalten für oder gegen den privaten PKW-Besitz bzw. hinsichtlich der Anzahl der verfügbaren PKW gehört zu den langfristigen Mobilitätsentscheidungen und stellt einen wichtigen und bestimmenden Faktor für die alltägliche Verkehrsmittelwahl dar. Dies zeigt sich deutlich in der Analyse der Verkehrsmittelwahl ausgewählter Personengruppen (vgl. Abbildung 15).



**Abbildung 15: Anzahl der Wege je Personengruppe der BewohnerInnen Stadt Würzburg.** (VERKEHRSMODELL WVI, 2008) (TUM, 2012)

Die Personengruppe „Erwerbstätige mit PKW“ hat insgesamt den größten Anteil der Wege (38 % von allen Wegen) und ebenso den größten Anteil von Wegen im MIV (56 %). Auch alle anderen Personengruppen weisen „mit PKW“ deutliche höhere MIV-Anteile auf. Alleine Personengruppen „ohne PKW“ haben einen größeren Anteil in der ÖV-Nutzung.

## Wegezwecke



**Abbildung 16: Anzahl der Wege je Zielzweck der BewohnerInnen Stadt Würzburg. (VERKEHRS-MODEL WVI, 2008) (TUM, 2012)**

In Bezug auf die unterschiedlichen Wegezwecke haben die Freizeitwege (hier einschließlich private Erledigungen) mit 42 % den größten Anteil an allen Wegen, gefolgt vom Einkaufsverkehr mit insgesamt 25 %. Wege zur Arbeit und dienstliche Erledigungen machen mit 16 % bzw. 6 % nur einen relativ geringen Anteil aus (und beschränken sich weitgehend auf die Personengruppe der Erwerbstätigen). Hinzu kommen die ebenfalls aufgrund der jeweiligen Lebenssituation vorgegebenen Schul- und Ausbildungswege.

Die größten Potenziale in Bezug auf ein klimafreundliches Mobilitätsverhalten liegen damit im Einkaufs- und Freizeitverkehr einschließlich der privaten Erledigungen (Arztbesuch, Behördengänge etc.).

## Wegelänge

Die durchschnittliche Wegelänge aller Wege innerhalb der Stadt Würzburg beträgt 6,12 km/Tag im MIV und 4,87 km/Tag im ÖV.

|            | Durchschnittliche Wegelänge pro Weg in km |      |          |               |            |        |
|------------|-------------------------------------------|------|----------|---------------|------------|--------|
|            | WVI 2008                                  |      | MiD 2008 |               |            |        |
|            | ÖV                                        | MIV  | ÖV       | MIV Mitfahrer | MIV Fahrer | Gesamt |
| Mittelwert | 4,87                                      | 6,12 | 21,3     | 18,3          | 14,7       | 11,5   |

Grundlage für die Angaben von WVI 2008 ist der Verkehr der BewohnerInnen in Würzburg, ermittelt auf der Grundlage der Verkehrsverflechtungen innerhalb des Stadtgebietes, also im Binnenverkehr der Stadt Würzburg. Die Werte der Erhebung „MiD 2008“ stellen bundesweite Durchschnittswerte dar.

Aus der Gegenüberstellung der lokalen Daten zu den bundesweiten Durchschnittswerten wird deutlich, dass die im Verkehrsmodell berücksichtigten Wegelängen lediglich die lokalen Verkehrsbeziehungen widerspiegeln. Die tatsächlichen Verkehrsleistungen im KFZ-Verkehr sowie im ÖPNV gehen deutlich darüber hinaus – und können demnach auch nur bedingt durch lokale Maßnahmen der Stadt Würzburg selbst beeinflusst werden.

## 3.2 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

In diesem Kapitel wird die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Würzburg dargestellt. Für die Bilanz werden zunächst die Energieverbräuche in den Bereichen Haushalte, kommunale Liegenschaften und Wirtschaft für die Nutzungsarten Wärme, Strom und Treibstoffe analysiert. Folgend wird die aktuelle Situation der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen beleuchtet. Abschließend werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Stadt Würzburg bilanziert und ausgewertet.

Um die Entwicklung von Energieverbrauch und Klimaschutz nachweisen und überprüfen zu können, ist eine regelmäßige Bilanzierung der durch den Energieverbrauch bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen unerlässlich. Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz dient als Bezugsgröße für kommunale Reduktionsziele und zur Identifikation von Handlungsschwerpunkten im Klimaschutz. Ihre Fortschreibung dient dem Monitoring der ergriffenen Maßnahmen.

### 3.2.1 Energiebilanz

#### Methodik

Für die Erstellung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wird die internetbasierte Software ECORegion<sup>smart DE</sup> verwendet. Diese Software wird vom Europäischen Klima-Bündnis<sup>3</sup>, dem European Energy Award<sup>®4</sup> und dem Konvent der Bürgermeister (Covenant of Mayors)<sup>5</sup> empfohlen. Entwickelt wurde sie unter Berücksichtigung der neuesten international etablierten Standards und Methoden sowie der aktuellen Umweltdaten von der Züricher Firma ECOSPEED AG<sup>6</sup>.

In einem ersten Schritt werden für die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungen bundesweite Durchschnittswerte herangezogen und auf die jeweilige Region heruntergebrochen (Territorialprinzip). Die Einwohnerzahlen, die Beschäftigtenzahlen und die Zahl der zugelassenen Fahrzeuge bilden die wichtigsten Eingangsgrößen für die Ermittlung des Energieverbrauchs nach dem Territorialprinzip. Die Bilanzierungsmethode nach ECORegion<sup>smart DE</sup> kombiniert das

---

<sup>3</sup> Das Europäische Klima-Bündnis ist ein Netzwerk von mehr als 1.600 Städten, Gemeinden und Landkreisen in 18 europäischen Ländern, die sich verpflichtet haben, das Weltklima zu schützen. Bundesländer, Verbände und andere Organisationen wirken als assoziierte Mitglieder mit. Auch die Stadt Würzburg ist Mitglied im Klimabündnis. Siehe <http://www.klimabuendnis.org>.

<sup>4</sup> Der European Energy Award® (eea®) ist ein Programm für eine umsetzungsorientierte Energie- und Klimaschutzpolitik in Städten, Gemeinden und Landkreisen. Der eea® ist ein Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren, mit dem die Energie- und Klimaschutzaktivitäten der Kommune erfasst, bewertet, geplant, gesteuert und regelmäßig überprüft werden können. Siehe <http://www.european-energy-award.de>.

<sup>5</sup> Der Konvent der Bürgermeister ist eine offizielle europäische Bewegung, im Rahmen derer sich die beteiligten Städte freiwillig zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung nachhaltiger Energiequellen verpflichten. Selbst auferlegtes Ziel der Unterzeichner des Konvents ist es, die energiepolitischen Vorgaben der Europäischen Union zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 20 % bis zum Jahr 2020 zu übertreffen. Siehe [http://www.konventderbuergermeister.eu/index\\_de.html](http://www.konventderbuergermeister.eu/index_de.html).

<sup>6</sup> Siehe <http://www.ecospeed.ch>.

Territorialprinzip mit der Möglichkeit, regionale Daten je nach Verfügbarkeit im Verursacher- und Absatzprinzip zu ergänzen (siehe Abbildung 17). In einem zweiten Schritt werden daher regionale Daten eingepflegt, wodurch die Aussagekraft der Bilanzierung weiter gesteigert wird.

Durch die Verwendung von ECORegion können die Ergebnisse der Stadt Würzburg mit anderen Regionen, deren Bilanz ebenfalls mit diesem Werkzeug erstellt wurde, verglichen werden. Die Vergleichbarkeit resultiert aus der vorgegebenen Struktur, den methodischen Vorgaben und der umfangreichen und aktuellen Datenbank für Energie-, Emissions- und vielen anderen Umweltfaktoren, die im Programm hinterlegt ist und regelmäßig aktualisiert wird. Bereits die Startbilanz nach dem Territorialprinzip weicht in der Regel um weniger als 10 % von herkömmlichen, aufwändigeren Bottom-up-Bilanzen ab. Durch die Nutzung dieses Standardtools kann ein angemessener Aufwand bei der Datenerhebung gewahrt werden, da die detaillierte lokale Grunddatenermittlung ein Vielfaches an Aufwand bedeuten würde, der Mehrwert für die Strategieentwicklung mit dem gewonnenen Genauigkeitsgrad jedoch kaum zunimmt. ECORegion ermöglicht auch über mehrere Jahre hinweg einen transparenten Bilanzierungsprozess. Änderungen in den Datengrundlagen oder der Methodik können jederzeit nachvollzogen werden. So lassen sich energie- und klimapolitische Maßnahmen mit Hilfe der Software überprüfen.

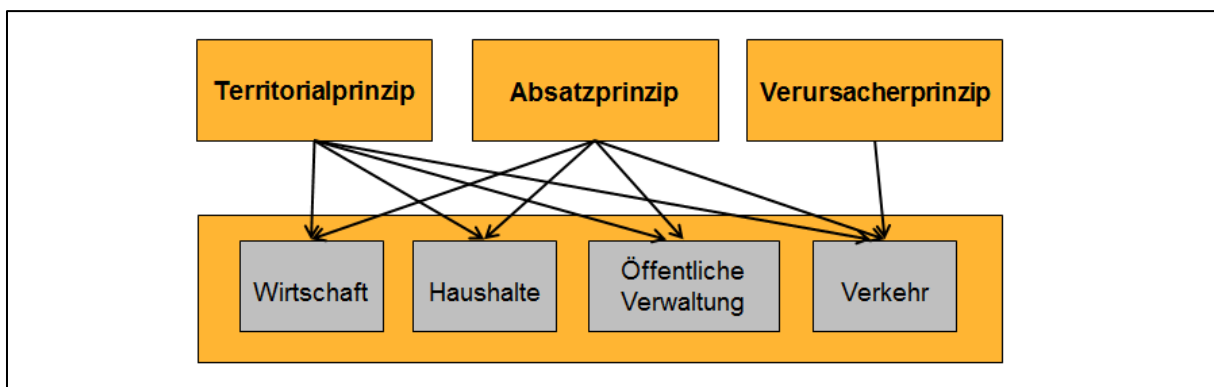


Abbildung 17: Bilanzierungsprinzipien der angewandten Methode (B.A.U.M., 2012)

Die vorliegenden Bilanzierungen der Energieverbrauchswerte geben den jeweiligen Energieverbrauch der Region als Endenergie an. Im Gegensatz zur Primärenergiebilanzierung erfasst die Endenergiebilanzierung den gesamten Energiekonsum nach Energieträgern beim Endverbraucher (vergleiche Abbildung 18). Verbrauchswerte gehen demnach ab Steckdose, Zapfsäule, Öltank, Gashahn, etc. in die Berechnung ein. Der Energieverbrauch der Bereitstellungskette (Herstellung und Vertrieb der Energie) wird dabei nicht berücksichtigt. Es ist zu beachten, dass der Energieträger Strom in die Endenergiebilanz als emissionsfrei eingeht, da die Emissionen aus der vorgelagerten Umwandlung der Primärenergieträger (z. B. Kohle, Erdgas, Erdöl) in den Endenergieträger Strom resultieren.

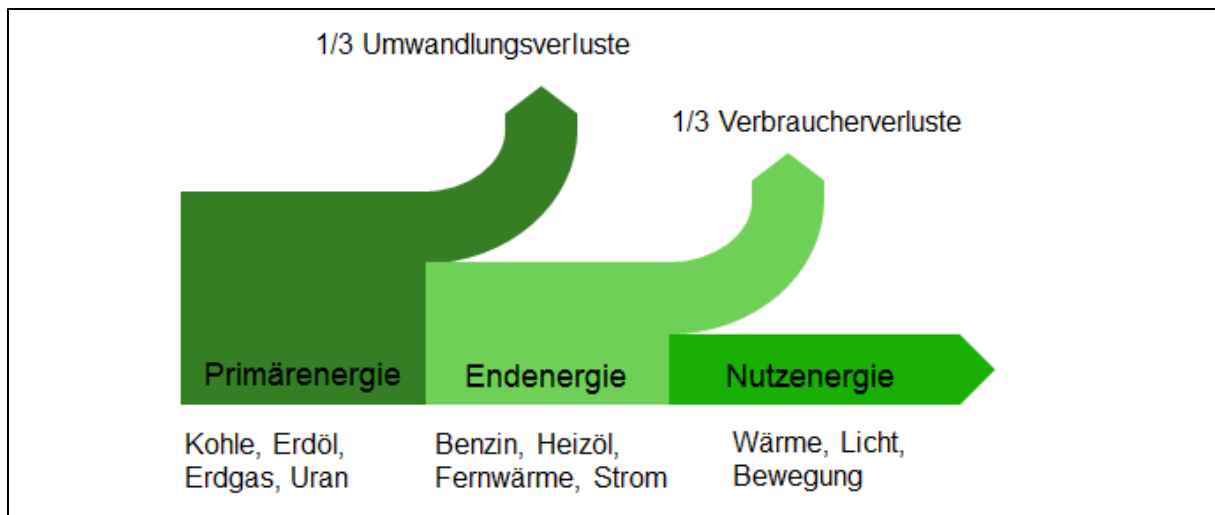


Abbildung 18: Energiearten und -verluste bei der Erzeugung (B.A.U.M., 2012)

Die Bilanz im Bereich Verkehr erfasst den Energieverbrauch einheitlich für alle Verkehrsmittel und Verkehrsarten (auch für den ÖPNV– und Güterverkehr) nach dem Verursacherprinzip, d. h. es gehen alle Verbrauchswerte der BürgerInnen und Unternehmen der Region in die Berechnung ein, auch wenn die zurückgelegten Wegstrecken außerhalb des Gebietes liegen. Die Anwendung des Verursacherprinzips wurde an dieser Stelle dem Territorialprinzip vorgezogen, da auch für die Emissionen außerhalb der Stadt BürgerInnen und Unternehmen aus der Region verantwortlich sind. Zudem liegt für den Kfz-Verkehr keine umfassende kommunale Verkehrszählung vor, die Voraussetzung für die Anwendung des Territorialprinzips ist.

### Datengrundlage

Bei Arbeitsaufnahme im Herbst 2011 lagen die aktuellsten, vollständigen Daten für das Jahr 2010 vor, welche als Grundlage der Erfassung des energetischen Ist-Zustandes herangezogen wurden (Aus methodischen Gründen kann eine Aktualisierung der Bilanzen stets nur auf Werten des (Vor-)Vorjahres aufbauen). Mit dem Stichjahr 2010 erfolgt somit eine schlüssige Fortführung der Beschlussfassung des Stadtrates im Dezember 2009, die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitraum 1990-2020 um 50 % zu mindern. Für die Erstellung der Entwicklungsszenarien konnte für das Konzept eine kompakte Betrachtung der Dekade 2010-2020 vorgenommen werden.

Die Einwohnerzahlen, die Beschäftigtenzahlen und die Zahl der zugelassenen Fahrzeuge bilden die wichtigsten Eingangsgrößen für die Ermittlung des Energieverbrauchs nach dem Territorialprinzip. Diese werden durch regionale Verbrauchsdaten (bezogen von örtlichen Energieversorgern und Verbrauchern) ergänzt. Verbrauchsdaten für die öffentliche Hand werden erst ab dem Jahr 2010 statistisch erfasst, während sie zuvor mit dem Bereich Wirtschaft zusammengefasst wurden.

### Ergebnisse

Auf den Bereich Wirtschaft entfielen im Jahr 2010 42 % und auf den Verkehr 28 % des Endenergieverbrauchs der Stadt Würzburg, genau wie auf den Bereich der Haushalte. Die öffentliche Hand hat einen Anteil von zwei Prozent (siehe Abbildung 19). Der absolute Endenergieverbrauch ist von 4.193 GWh/a im Jahr 1990 auf 3.711 GWh/a im Jahr 2010 um rund 11 % gefallen (siehe Abbildung 20).

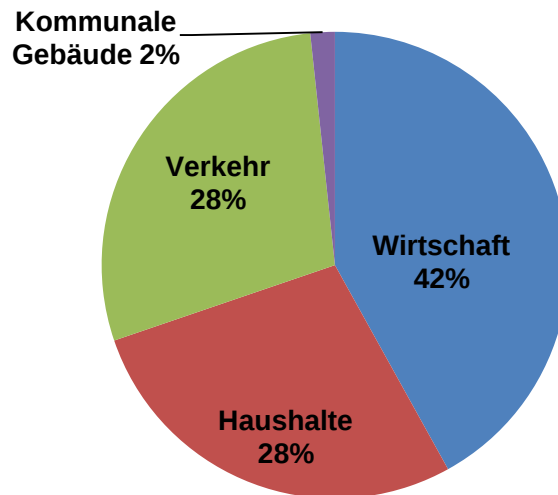


Abbildung 19: Endenergieverbrauch im Jahr 2010 nach Bereichen der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

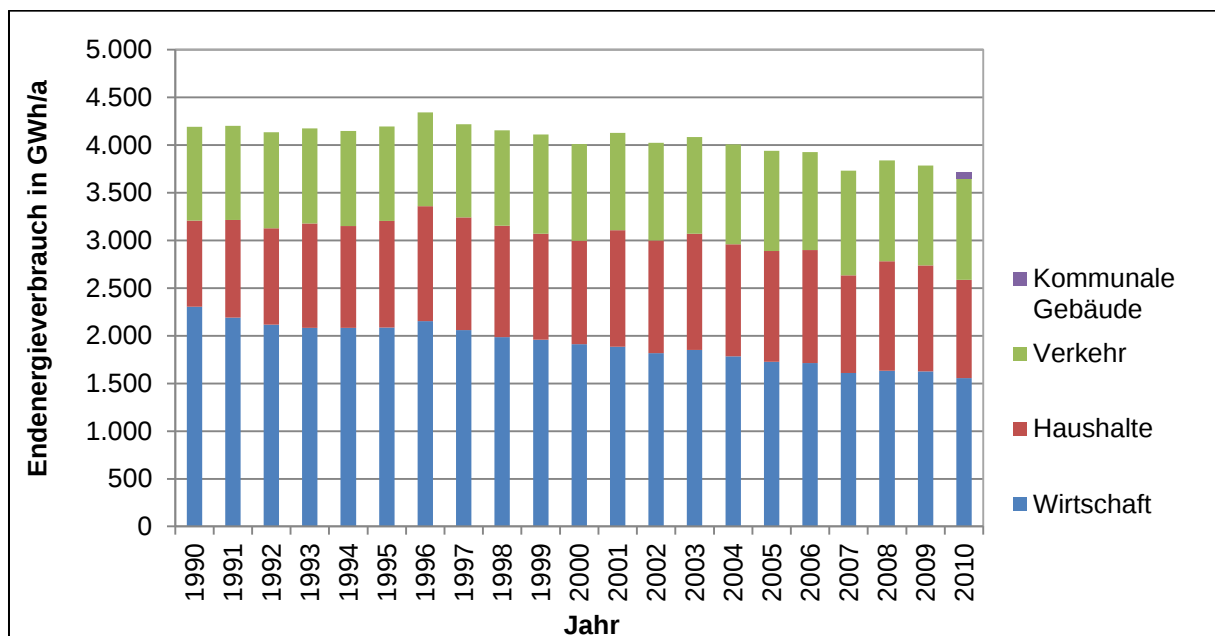


Abbildung 20: Endenergieverbrauch nach Bereichen in MWh/a der Stadt Würzburg (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

| Bereich           | 1990         | 2000         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Wirtschaft        | 2.304        | 1.914        | 1.728        | 1.715        | 1.609        | 1.634        | 1.626        | 1.556        |
| Haushalte         | 904          | 1.082        | 1.161        | 1.185        | 1.026        | 1.148        | 1.111        | 1.032        |
| Verkehr           | 985          | 1.016        | 1.052        | 1.029        | 1.098        | 1.056        | 1.048        | 1.059        |
| Kommunale Gebäude | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 63           |
| <b>Summe</b>      | <b>4.193</b> | <b>4.012</b> | <b>3.941</b> | <b>3.928</b> | <b>3.732</b> | <b>3.838</b> | <b>3.784</b> | <b>3.711</b> |

Tabelle 3: Endenergieverbrauch nach Bereichen in GWh/a (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

Der Rückgang des Endenergieverbrauchs seit 1990 geht mit einem Bevölkerungszuwachs von rund 4,7 % einher (vergleiche Kapitel 3.1.2, Seite 12). Daher werden folgend die demografisch bereinigten Verbrauchswerte (siehe Tabelle 4 und Abbildung 21) betrachtet. Der Endenergieverbrauch pro EinwohnerIn betrug im Jahr 1990 32,8 MWh/(a · EW) und

28 MWh/(a · EW) im Jahr 2010 und ist somit nur leicht zurückgegangen. Verbrauchsminde-  
rungen in der Wirtschaft um ca. 32,5 % stehen dabei Steigerungen im Verkehr um 7,6 %  
gegenüber. Die Verbräuche der Haushalte steigerten sich um 14 %, während die kommuna-  
len Verbräuche absolut gesehen kaum eine Rolle spielen.

Die Verbrauchsminderungen im Wirtschaftssektor sind neben den Effizienzsteigerungen auf-  
grund des technischen Fortschrittes auf den Strukturwandel zurückzuführen. Weniger ener-  
gieintensive wirtschaftliche Tätigkeiten in den produzierenden und verarbeitenden Branchen  
stehen nun mehr Dienstleistungen mit geringem Energiebedarf gegenüber.

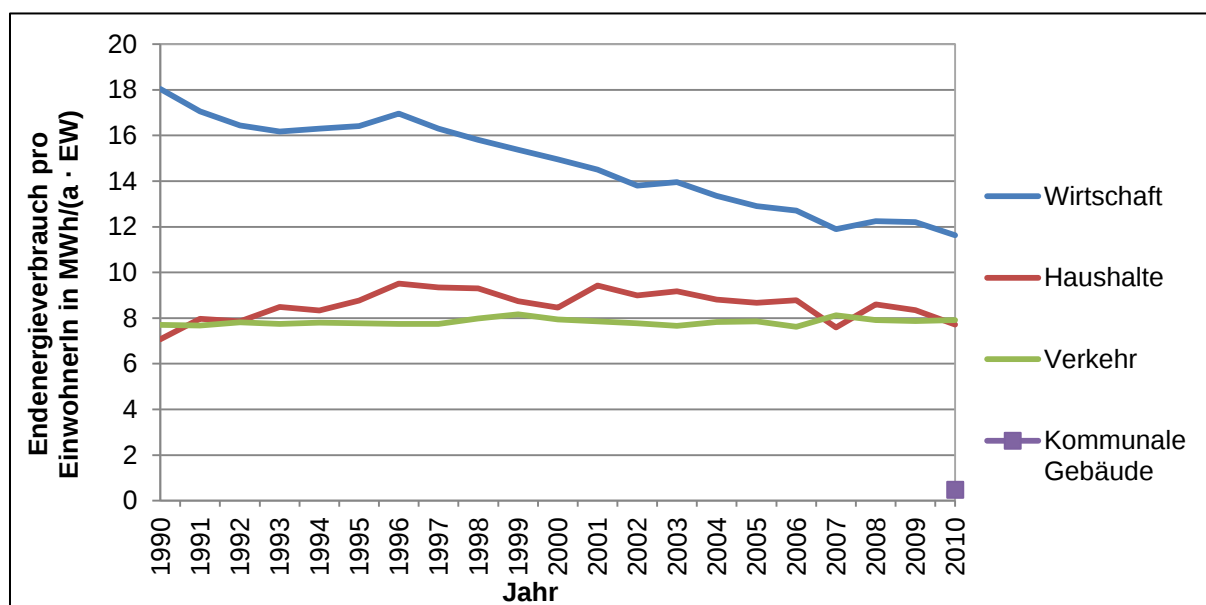


Abbildung 21: Endenergieverbrauch pro EinwohnerIn nach Bereichen in MWh/(a · EW) der Stadt Würzburg (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

| Bereich           | 1990        | 2000        | 2005        | 2006        | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Wirtschaft        | 18,0        | 15,0        | 12,9        | 12,7        | 11,9        | 12,2        | 12,2        | 11,6        |
| Haushalte         | 7,1         | 8,5         | 8,7         | 8,8         | 7,6         | 8,6         | 8,3         | 7,7         |
| Verkehr           | 7,7         | 7,9         | 7,9         | 7,6         | 8,1         | 7,9         | 7,9         | 7,9         |
| Kommunale Gebäude | -           | -           | -           | -           | -           | -           | -           | 0,5         |
| <b>Summe</b>      | <b>32,8</b> | <b>31,4</b> | <b>29,4</b> | <b>29,1</b> | <b>27,6</b> | <b>28,8</b> | <b>28,4</b> | <b>27,7</b> |

Tabelle 4: Endenergieverbrauch pro EinwohnerIn nach Bereichen in MWh/(a · EW) (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

Durch die Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Nutzungsarten (siehe Abbildung 22, Abbildung 23 und Tabelle 5) wird deutlich, dass mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs für die Bereitstellung von Wärme verwendet wird. Strom hat einen Anteil von 19 % am Verbrauch, Treibstoffe nehmen 28 % ein. Auch in Deutschland wird mehr als die Hälfte der Endenergie für Wärme aufgewendet (vergleiche hierzu Abbildung 24).

Am deutlich rückläufigen Wärmeverbrauch sind sowohl der Wirtschaftssektor als auch die privaten Haushalte gleichermaßen beteiligt. In der Wirtschaft, die Wärme teils als Prozesswärme, teils als Heizwärme in ihren Gebäuden und Hallen benötigt, ist dies auf den oben angesprochenen Strukturwandel hin zu energieextensiveren Wirtschaftszweigen und steigender Energieproduktivität zurückzuführen. In den privaten Haushalten haben die Effizienzerfolge im Bereich der Wärmeversorgung (bundesweit insbesondere die Einführung der Brennwertkessel) ihre Wirkung gezeigt. Diese technologischen Fortschritte und daraus be-

gründeten geringeren Wärmebedarfe fließen in die Bilanzierungen für die Stadt Würzburg mit ein.

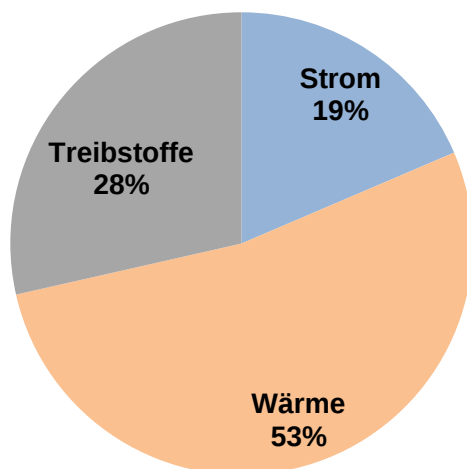


Abbildung 22: Endenergieverbrauch im Jahr 2010 nach Nutzungsarten der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

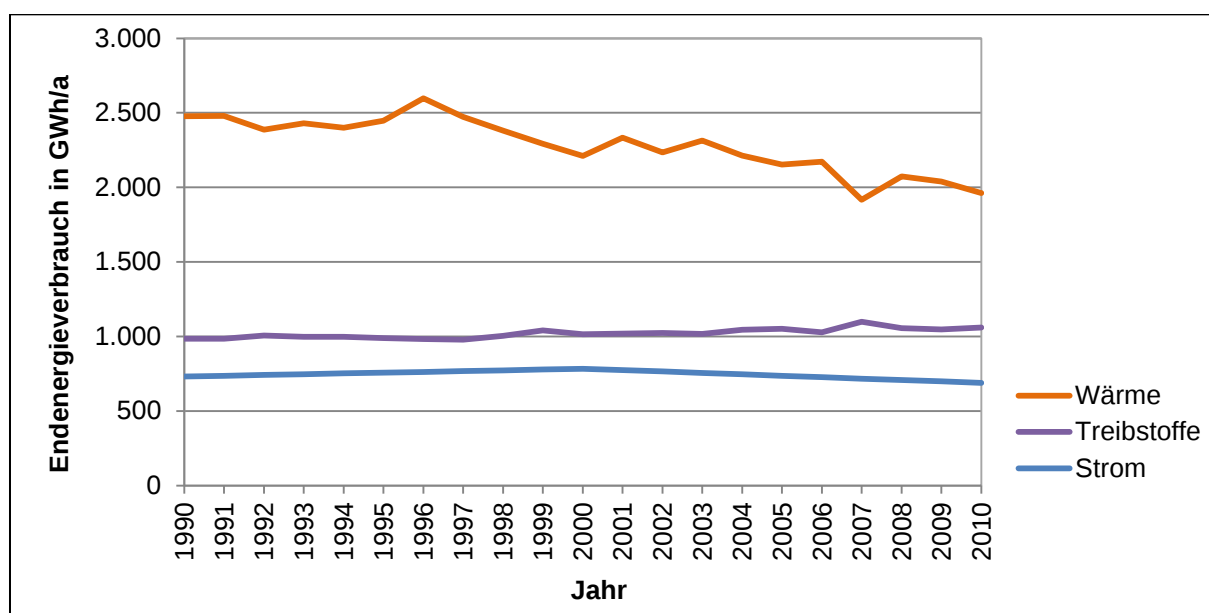
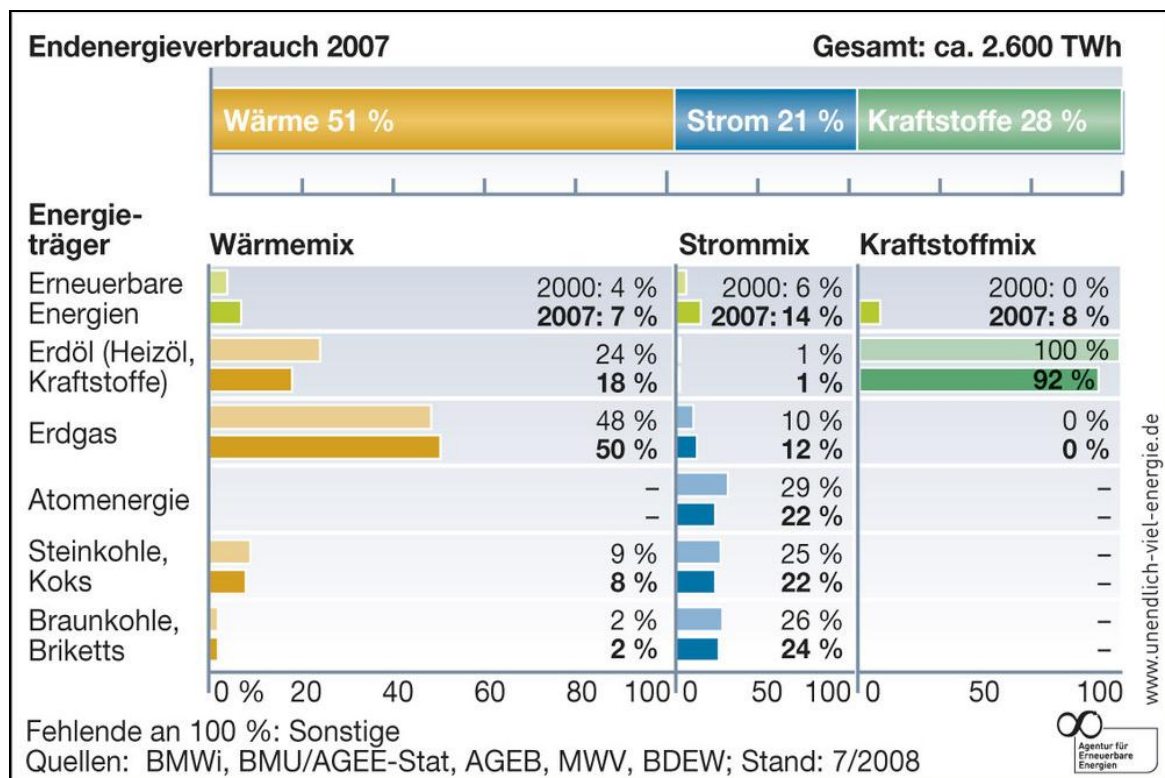


Abbildung 23: Endenergieverbrauch nach Nutzungsarten in MWh/a (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

| Energieträger | 1990         | 2000         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Strom         | 731          | 784          | 737          | 727          | 718          | 708          | 699          | 689          |
| Wärme         | 2.477        | 2.212        | 2.153        | 2.173        | 1.917        | 2.074        | 2.038        | 1.962        |
| Treibstoffe   | 985          | 1.016        | 1.052        | 1.029        | 1.098        | 1.056        | 1.048        | 1.059        |
| <b>Summe</b>  | <b>4.193</b> | <b>4.012</b> | <b>3.941</b> | <b>3.928</b> | <b>3.732</b> | <b>3.838</b> | <b>3.784</b> | <b>3.711</b> |

Tabelle 5: Endenergieverbrauch nach Nutzungsarten in GWh/a (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)



**Abbildung 24: Energiemix in Deutschland 2000-2007 (AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN, 2011)**

### 3.2.2 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Um die Entwicklung des Energieverbrauchs und der Klimaschutzaktivitäten nachweisen und überprüfen zu können, ist eine regelmäßige Bilanzierung der durch den Energieverbrauch bedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen unerlässlich. Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz dient als Bezugsgröße für kommunale Reduktionsziele und zur Identifikation von Handlungsschwerpunkten im Klimaschutz. Ihre Fortschreibung dient dem Monitoring der ergriffenen Maßnahmen.

#### Methodik

Die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Würzburg stellt die Emissionen des Treibhausgases Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) für den Zeitraum von 1990 bis 2010 dar. 1990 ist das Bezugsjahr, an dem seit dem Kyoto-Protokoll die Entwicklung im Klimaschutz üblicherweise gemessen wird. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz basiert auf dem Energieverbrauch der Bevölkerung, Betriebe, Fahrzeuge und kommunalen Liegenschaften der Region. Für die Erstellung der Bilanz wird die internetbasierte Software ECORegion<sup>smart DE</sup> verwendet (siehe Erläuterungen zu Beginn dieses Kapitels ab Seite 21).

Nach dem Kyoto-Protokoll müssen die Industrieländer ihre Emissionen der sechs Treibhausgase Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFKW) und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) bis 2012 um durchschnittlich 5,2 % reduzieren. Die einzelnen Treibhausgase tragen dabei in unterschiedlichem Maße zu dieser Entwicklung bei. Im Jahr 2010 war die Freisetzung von Kohlendioxid mit einem Anteil von 86 % Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen (UMWELTBUNDESAMT, 2011). Diese stammen größtenteils aus der stationären und mobilen Verbrennung fossiler Energieträger. In den meisten Bundesländern werden statt der gesamten Treibhausgasemissionen üblicherweise die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen erfasst,

da diese in Deutschland den größten Teil der Treibhausgase ausmachen und damit repräsentativ für die Treibhausbilanzierung insgesamt sind.

Die vorliegende CO<sub>2</sub>-Bilanz basiert auf dem Primärenergieverbrauch der Stadt Würzburg. Entsprechende Aufwendungen fallen lokal, national und auch global an. Es gilt dabei in erster Linie das Territorialprinzip, d. h. die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden aus den Primärenergieverbrauchswerten der einzelnen Energieträger berechnet, die innerhalb des Gebietes verbraucht werden. Für die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung wurde dieser Methode der Vorzug gegeben, da – im Gegensatz zur Endenergie-Bilanzierung – der Energieträger Strom nicht als emissionsfrei eingeht. Hierbei berücksichtigt die Primärenergiebilanz auch die für die Erzeugung und Verteilung der Endenergie notwendigen Energieaufwendungen (siehe Abbildung 18, Seite 26). Eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Strom-Mix vermindert somit auch die berechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen, da erneuerbare Energien weniger CO<sub>2</sub> emittieren als fossile Energieträger. Da auch die Emissionen in der Vorkette der Energieproduktion mit einbezogen werden, wird diese Methode als LCA-Methode (LCA = Life Cycle Assessment = Lebenszyklusanalyse) bezeichnet.

### Datengrundlage

Bei Arbeitsaufnahme lagen die aktuellsten, vollständigen Daten für das Jahr 2010 vor. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Energieeinheit für die einzelnen Energieträger, ebenso wie die Umrechnungskoeffizienten zur Ermittlung der Primärenergie auf Basis der Endenergie sind in dem verwendeten Software Tool ECOREGION<sup>smart DE</sup> hinterlegt.

### Ergebnisse

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Bereichen zeigen Abbildung 25, Abbildung 26 und Tabelle 6. Die Wirtschaft verursachte 43 % und der Verkehr verursachte 30 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2010, die Haushalte 25 % und die kommunalen Gebäude 2 %. Nach Nutzungsarten unterteilt, entfallen 44 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Nutzung von Wärme, 30 % auf die Treibstoffe und 26 % auf die Stromnutzung (siehe Abbildung 27 und Tabelle 7).

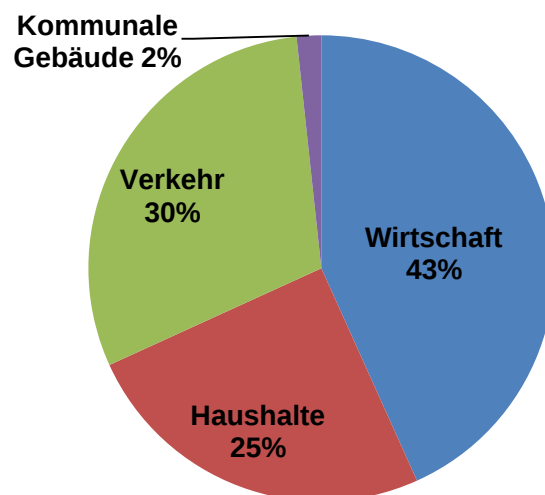


Abbildung 25: CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen im Jahr 2010 der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

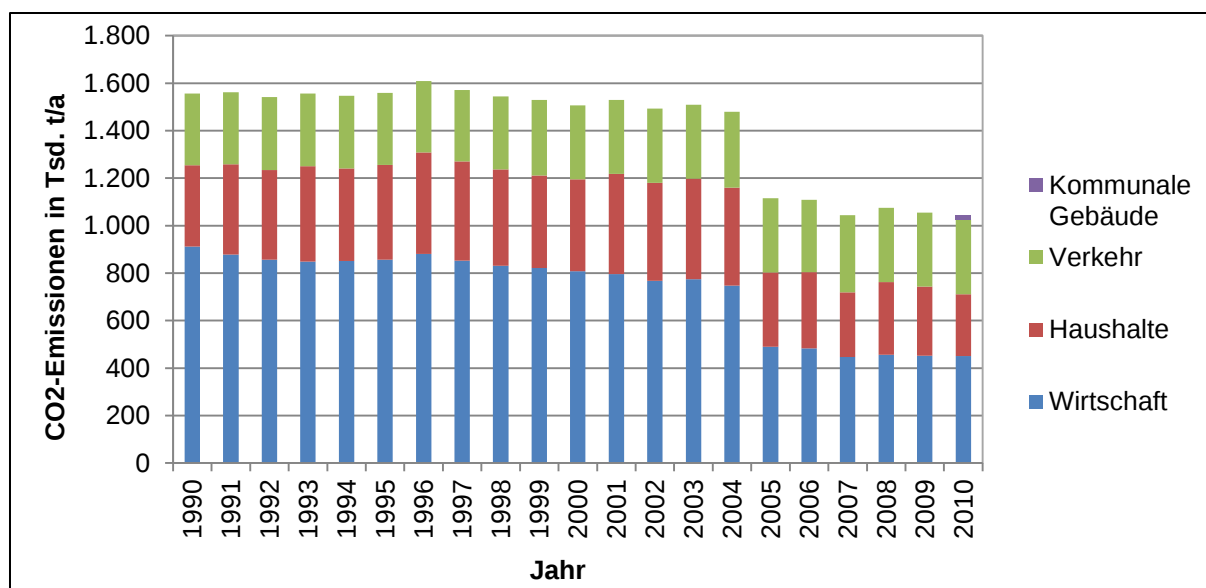


Abbildung 26: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen in t/a (1990 – 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

| Bereich           | 1990         | 2000         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Wirtschaft        | 911          | 808          | 490          | 484          | 446          | 456          | 452          | 451          |
| Haushalte         | 343          | 387          | 313          | 320          | 272          | 306          | 291          | 260          |
| Verkehr           | 302          | 311          | 312          | 305          | 326          | 313          | 311          | 314          |
| Kommunale Gebäude | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 18           |
| <b>Summe</b>      | <b>1.557</b> | <b>1.506</b> | <b>1.115</b> | <b>1.109</b> | <b>1.044</b> | <b>1.075</b> | <b>1.054</b> | <b>1.043</b> |

Tabelle 6: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Würzburg Tausend in t/a entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

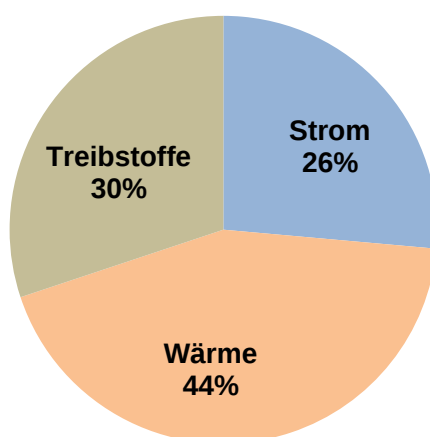


Abbildung 27: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Nutzungsarten im Jahr 2010 (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

| Nutzungsart  | 1990         | 2000         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Strom        | 578          | 619          | 295          | 291          | 287          | 283          | 279          | 276          |
| Wärme        | 677          | 576          | 508          | 513          | 431          | 478          | 464          | 454          |
| Treibstoffe  | 302          | 311          | 312          | 305          | 326          | 313          | 311          | 314          |
| <b>SUMME</b> | <b>1.557</b> | <b>1.506</b> | <b>1.115</b> | <b>1.109</b> | <b>1.044</b> | <b>1.075</b> | <b>1.054</b> | <b>1.043</b> |

Tabelle 7: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Würzburg in Tausend t/a entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Nutzungsarten (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

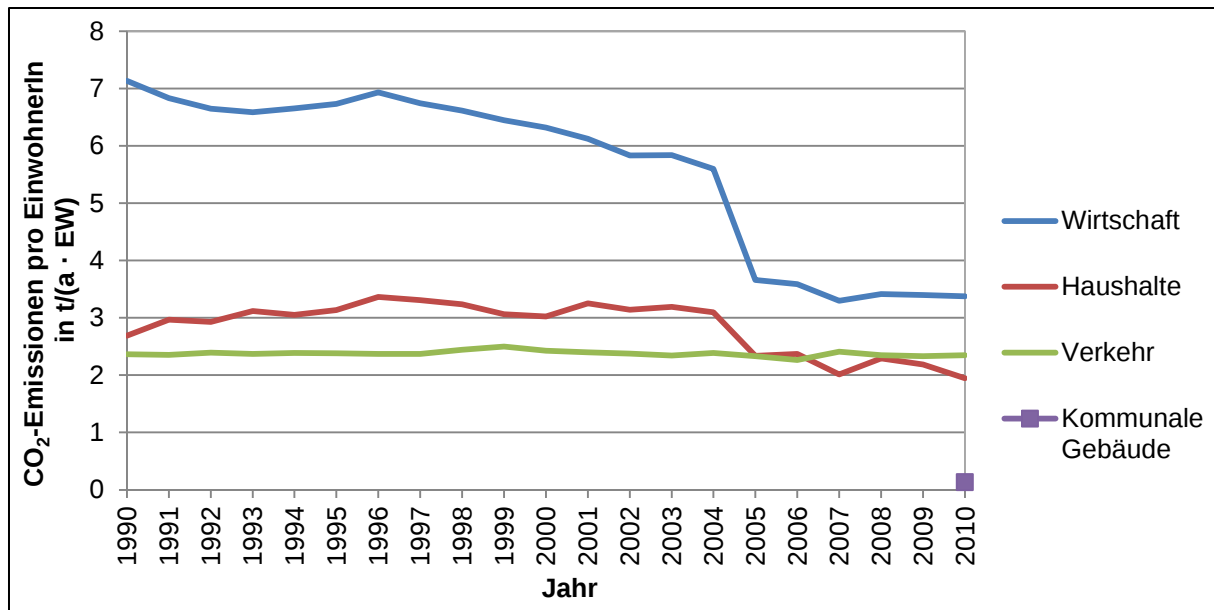


Abbildung 28: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) pro EinwohnerIn nach Bereichen in t/(a · EW) (1990 – 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

| Bereich           | 1990        | 2000        | 2005       | 2006       | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       |
|-------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Wirtschaft        | 7,1         | 6,3         | 3,7        | 3,6        | 3,3        | 3,4        | 3,4        | 3,4        |
| Haushalte         | 2,7         | 3,0         | 2,3        | 2,4        | 2,0        | 2,3        | 2,2        | 1,9        |
| Verkehr           | 2,4         | 2,4         | 2,3        | 2,3        | 2,4        | 2,3        | 2,3        | 2,3        |
| Kommunale Gebäude | -           | -           | -          | -          | -          | -          | -          | 0,1        |
| <b>SUMME</b>      | <b>12,2</b> | <b>11,8</b> | <b>8,3</b> | <b>8,2</b> | <b>7,7</b> | <b>8,1</b> | <b>7,9</b> | <b>7,8</b> |

Tabelle 8: CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) pro EinwohnerIn in t/a/EW nach Bereichen der Stadt Würzburg (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)

### Erläuterung

Aufgrund der globalen wirtschaftlichen Krise sind die Emissionen in Deutschland von 2008 auf 2009 um ca. 6 % gesunken. Im Jahr 2010 sind sie jedoch wieder angestiegen und der Rückgang seit 2008 beträgt nun mehr 3 % (UMWELTBUNDESAMT, 2012).

Der relative Anteil des Stroms an den CO<sub>2</sub>-Emissionen ist größer als sein Anteil am Energieverbrauch der Stadt. Dies liegt an den höheren spezifischen CO<sub>2</sub>-Lasten pro kWh (vgl. Abbildung 27 und Abbildung 22).

Die auffällige Reduktion (nahezu Halbierung) der strombedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2004 auf 2005 (Abbildung 26) ist auf die Umstellung des städtischen Kraftwerkparks von Kohle- auf Gasbetrieb zurückzuführen.

Mit Hilfe der demografisch bereinigten CO<sub>2</sub>-Emissionen pro EinwohnerIn (siehe Abbildung 28, Tabelle 8) wird deutlich, dass insbesondere die Wirtschaft den CO<sub>2</sub>-Ausstoß merklich reduziert hat. Von 1990 bis 2010 betrug die Reduktion des Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ca. 36 %.

Im Jahr 2010 betrug der Pro-Kopf-Ausstoß der Stadt Würzburg insgesamt 7,8 t/(a · EW) CO<sub>2</sub>. Dies liegt rund 2 Tonnen unter dem Bundesdurchschnitt von ca. 10,2 t/(a · EW) im Jahr 2010 (ECOREGION, 2011; UMWELTBUNDESAMT, 2012).

Eine detaillierte Analyse der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich auf der Grundlage des Würzburger Verkehrsmodells zeigt, dass die lokal von der Würzburger Bevölkerung verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Personenverkehr etwa 75.000 Tonnen CO<sub>2</sub>/Jahr betragen, dabei sind ca. 72.000 Tonnen dem MIV und 3000 Tonnen dem ÖV zuzuordnen.

Damit wird einerseits deutlich, wie wichtig es ist, den Verkehrssektor in die Klimaschutzziele zu integrieren. Andererseits muss festgestellt werden, dass der direkte Einflussbereich von Maßnahmen auf lokaler Ebene relativ begrenzt ist.

In jedem Fall ist es für den Erfolg des kommunalen Klimaschutzkonzeptes entscheidend, dass die möglichen CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale aus lokalen Maßnahmen und die damit verbundenen Fragen der Siedlungs- und Mobilitätsentwicklung vor Ort erkannt und genutzt werden.

## 4 Potenzialanalyse

Verschiedene Potenzialbegriffe ermöglichen eine Vergleichbarkeit und eine differenzierte Betrachtung von Potenzialuntersuchungen. Die gängigste Unterscheidung geht auf Kaltschmitt (KALTSCHMITT, 2003) zurück und unterscheidet den Potenzialbegriff in vier Kategorien, welche folgend vorgestellt werden (siehe Abbildung 29).

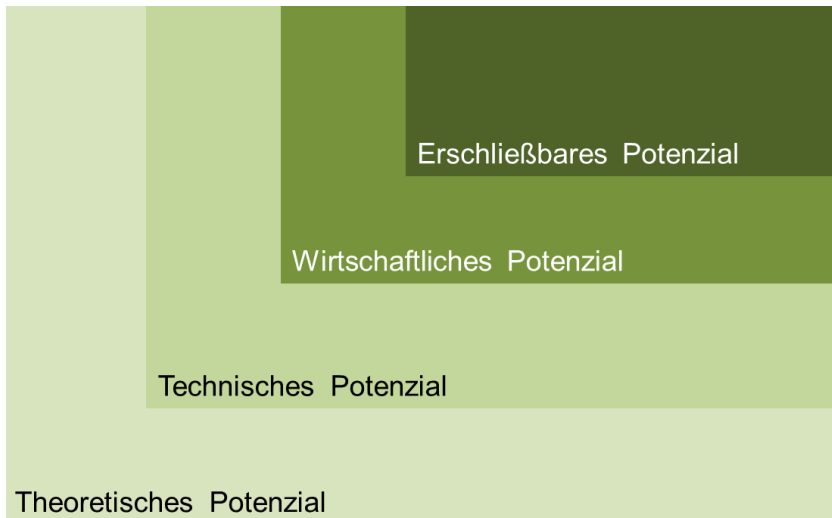


Abbildung 29: Potenzialbegriffe nach Kaltschmitt (B.A.U.M., 2012)

### Das theoretische Potenzial

Das theoretische Potenzial ist als das physikalisch vorhandene Energieangebot einer bestimmten Region in einem bestimmten Zeitraum definiert (deENet, 2010). Das theoretische Potenzial ist demnach z. B. die Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres, die nachwachsende Biomasse einer bestimmten Fläche in einem Jahr oder die kinetische Energie des Windes im Jahresverlauf. Dieses Potenzial kann als eine physikalisch abgeleitete Obergrenze aufgefasst werden, da aufgrund verschiedener Restriktionen in der Regel nur ein deutlich geringerer Teil nutzbar ist.

### Das technische Potenzial

Das technische Potenzial umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter den gegebenen Energieumwandlungstechnologien und unter Beachtung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen erschlossen werden kann. Im Gegensatz zum theoretischen Potenzial ist das technische Potenzial veränderlich (z. B. durch Neu- und Weiterentwicklungen) und vom aktuellen Stand der Technik abhängig (deENet, 2010).

### Das wirtschaftliche Potenzial

Als wirtschaftliches Potenzial wird der Teil des technischen Potenzials bezeichnet, „der unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen interessant ist“ (deENet, 2010).

### Das erschließbare Potenzial

Bei der Ermittlung des erschließbaren Potenzials werden neben den wirtschaftlichen auch ökologische Aspekte, Akzeptanzfragen und institutionelle Fragestellungen berücksichtigt.

Das vorliegende integrierte Klimaschutzkonzept **orientiert sich bei der Potenzialbetrachtung am erschließbaren Potenzial**, bei dem zwischen bereits genutztem und noch ungenutztem Potenzial differenziert wird. Das genutzte Potenzial verdeutlicht, welchen Beitrag die

bereits in Nutzung befindlichen erneuerbaren Energieträger liefern. Das noch ungenutzte Potenzial zeigt, welchen zusätzlichen Beitrag erneuerbare Energiequellen bis zum Jahr 2030 leisten können. Es wird durch Recherchen und Erfahrungswerte ermittelt und anschließend durch verschiedene Workshops und Gespräche mit relevanten Akteuren vor Ort auf Plausibilität und Akzeptanz geprüft.

Als Grundlage für die thermische Potenzialanalyse ist ein Wärmekataster für das gesamte Stadtgebiet Würzburg erstellt worden.

### 4.1 Erstellung eines Wärmekatasters für das Stadtgebiet Würzburg als Grundlage der Potenzialanalyse

Im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes wird ein Wärmekataster für die Stadt Würzburg erstellt. Mithilfe dieses Wärmekatasters können Bereiche/Straßen lokalisiert werden, die sich durch einen hohen spezifischen Wärmebedarf auszeichnen. Hierdurch können mögliche Sanierungsszenarien bzw. der Ausbau erneuerbarer Energien z. B. in Nahwärmeverbundlösungen straßenweise identifiziert werden. Das Wärmekataster bildet somit die Grundlage für die in den nächsten Kapiteln ausgearbeitete Potenzialanalyse zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz.

Für die Erstellung des Wärmekatasters wurde auf umfassende Daten der WVV zurückgegriffen, welche anschließend anhand von weitergehenden Berechnungen durch das IfE aufbereitet wurden. Als Ergebnis wurde der Wärmebedarf jeder Straße in Würzburg bestimmt. Dieser Wärmebedarf dient als Grundlage zur Ermittlung der straßenweisen Wärmebelegung. Dieser Kennwert bildet schließlich die Datenbasis für das Wärmekataster.

Die Wärmebelegung pro Straße wird durch Division des Wärmebedarfs mit der zugehörigen Straßenlänge ermittelt. Die gesamte Netzlänge, die zur Erschließung der Liegenschaften notwendig ist, erhält man durch Addition der Straßenlängen und einer Pauschale für die Hausanschlussleitung. Die Wärmebelegung beschreibt das Verhältnis der jährlich benötigten Wärmemenge zur Länge des für die Erschließung notwendigen Netzes (Trassenlänge). In Tabelle 9: sind die Abstufungen der Wärmebelegung mit der zugehörigen Füllfarbe dargestellt. Nach Bestimmung der Wärmebelegung der einzelnen Straßen werden diese digitalisiert.

| Wärmebelegung<br>[kWh <sub>th</sub> /m*a] | Füllfarbe |
|-------------------------------------------|-----------|
| < 1.500                                   | keine     |
| 1.500 - 2.500                             | gelb      |
| 2.500 - 3.500                             | orange    |
| > 3.500                                   | rot       |

**Tabelle 9: Die Abstufung anhand der unterschiedlichen Wärmebelegung (IfE, 2012)**

Abbildung 30 zeigt einen Ausschnitt des Wärmekatasters mit einer Anschlussdichte von 100 %. Hierbei wird angenommen, dass sich jeder Wärmeverbraucher in der Stadt Würzburg bei einer potenziellen zentralen Wärmeverbundlösung an diesen Wärmeverbund anschließt. Da sich erfahrungsgemäß aber nicht jeder Wärmeverbraucher in einer Straße für eine eventuelle Nahwärmeverbundlösung entscheidet, wurden zusätzlich Wärmekataster für Anschlussdichten von 70 % und 40 % erstellt.

Dieses Kataster wurde in den folgenden Kapiteln als Basis für die Berechnungen einer realistisch und technisch sinnvoll umsetzbaren Potenzialanalyse genutzt. Zudem dient es im Maßnahmenkatalog (siehe Kapitel 8.3) als Grundlage für mögliche Ausbauszenarien der bestehenden Fernwärmeversorgung bzw. der Dimensionierung neuer Wärmeversorgungsvarianten.

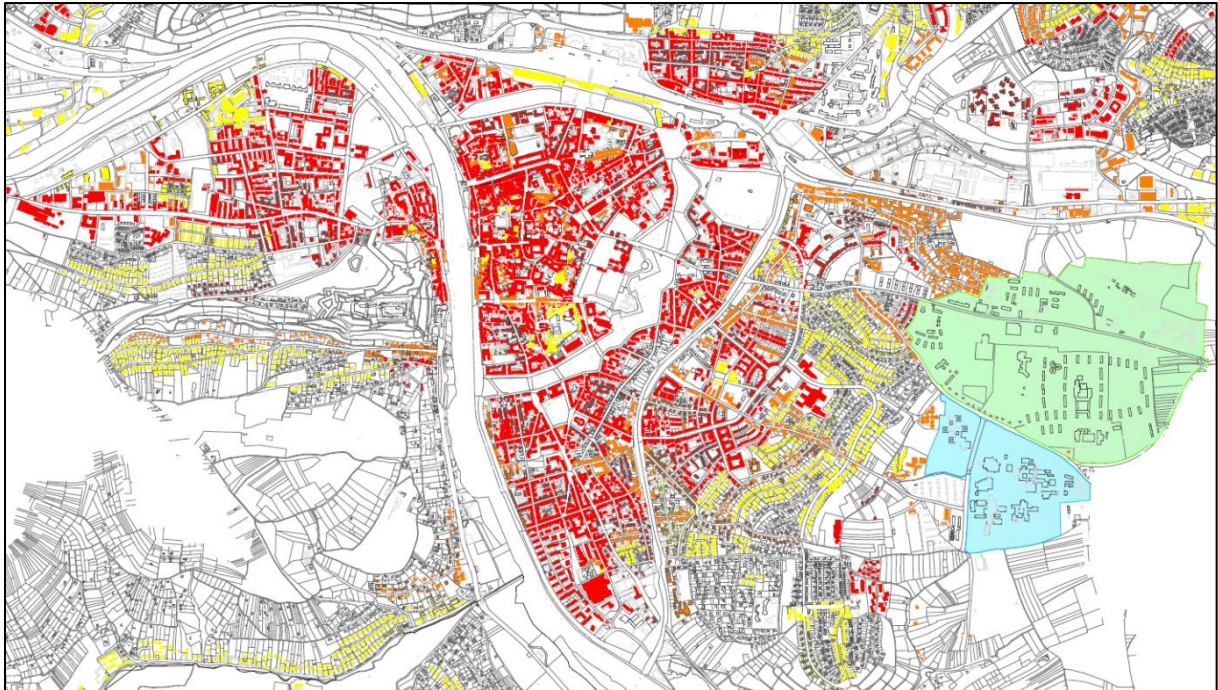


Abbildung 30: Das Wärmekataster für die Stadt Würzburg (Anschlussdichte 100%) (IfE, 2012)

## 4.2 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

### 4.2.1 Potenzialbetrachtung im Bereich der privaten Haushalte

Die Verbrauchergruppe der privaten Haushalte bietet sehr viele Möglichkeiten, elektrische und thermische Energie einzusparen und folglich den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in dieser Verbrauchergruppe zu minimieren.

Die nachfolgenden Kapitel zeigen die einzelnen Potenziale zur Energiereduzierung und somit der Reduzierung der CO<sub>2</sub> – Emissionen in den einzelnen Bereichen der privaten Haushalte auf. Als Datenbasis dienen das erstellte Wärmekataster und die Baualtersstruktur der Stadt Würzburg.

#### 4.2.1.1 Sanierung von Bestandsgebäuden

Ausgehend vom thermischen Energieverbrauch im Ist-Zustand (siehe Wärmekataster), dem Gebäudebestand und der Gebäudealtersstruktur im Stadtgebiet Würzburg wird das energetische Einsparpotenzial berechnet, das durch verschiedene Gebäudesanierungsszenarien erreicht werden kann. Die Analyse wird für verschiedene Baualterklassen durchgeführt. Nachfolgend ist die Gebäudealterstruktur im Stadtgebiet Würzburg dargestellt. (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 1987; BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2010)

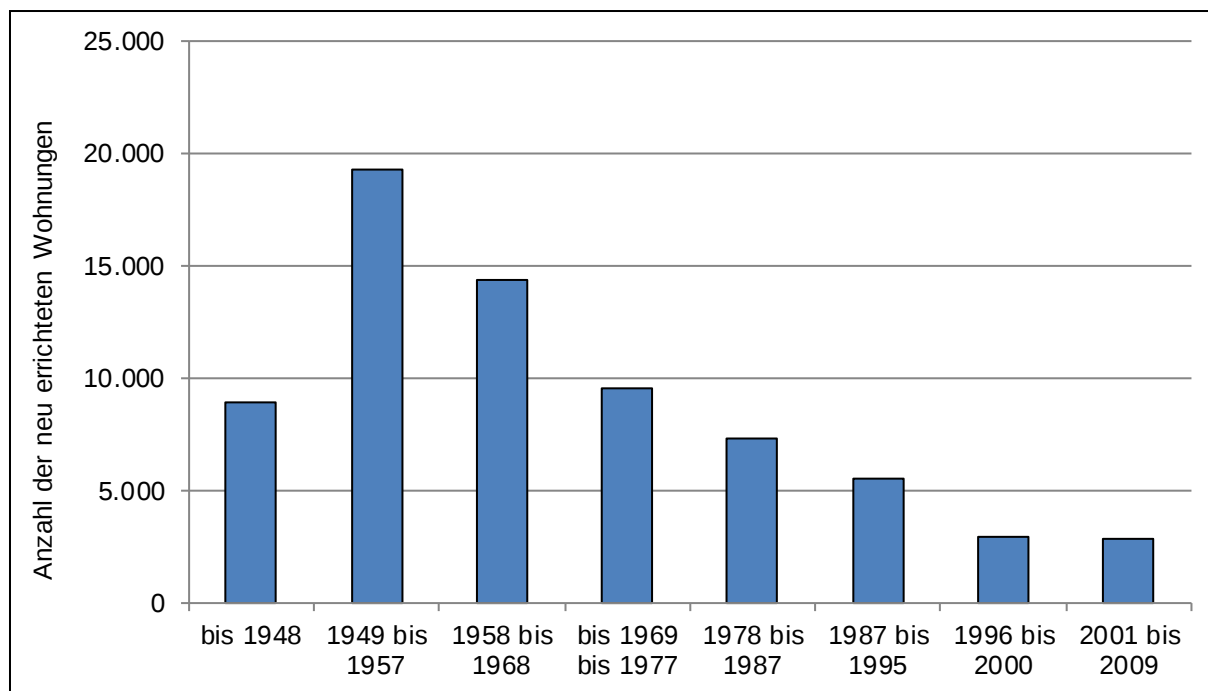


Abbildung 31: Die Baualtersstruktur im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012)

Im Anhang dieses Konzeptes ist die Berechnung der Heizenergieeinsparung an einem Mustergebäude der Baualtersklasse I dargestellt. Diese Bewertung, mit welcher je nach Baualtersklasse die Heizenergieeinsparung durch die Sanierung nach dem EnEV-Standard 2009 berechnet werden kann, wurde für jede Baualtersklasse separat durchgeführt. Zudem werden allgemeine Informationen bzgl. der Wärmeerzeugung, -verteilung und -regelung dargestellt.

Für die Gebäudesanierung bzw. Wärmedämmmaßnahmen an den Wohngebäuden werden zwei Szenarien betrachtet:

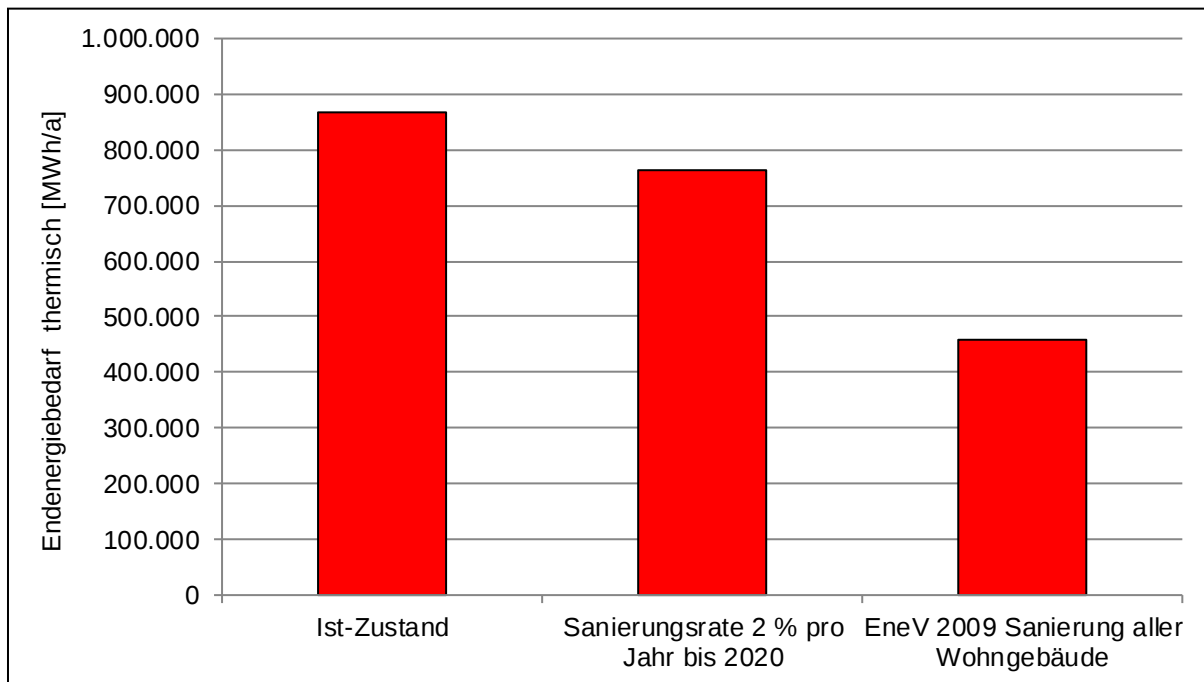
- Sanierung 1:  
Sämtliche Wohngebäude (Stand 2009) werden nach dem EnEV 2009 Standard saniert. Hierbei wird das energetische Einsparpotenzial wie in der Beispielrechnung für jede Baualtersklasse separat ermittelt.
- Sanierung 2:  
Es wird ab dem Jahr 2010 mit einer mittleren Sanierungsrate von 2 % pro Jahr auf den EnEV 2009 Standard gerechnet. Die Betrachtung wird hierbei bis zum Jahr 2020 durchgeführt.

Auch dieses Szenario stellt eine ehrgeizige Aufgabe dar. Die mittlere Sanierungsrate in Deutschland liegt derzeit lediglich bei rund 1 % (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, 2011).

Das Ergebnis der Potenzialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden im Betrachtungsgebiet ist in Abbildung 32 dargestellt.

In Summe kann der thermische Endenergiebedarf im Bereich der Wohngebäude im Betrachtungsgebiet durch eine EnEV 2009 Sanierung mit einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % bis zum Jahr 2020 um rund 104.207 MWh gesenkt werden. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 23.360 Tonnen pro Jahr (Szenario 2). Durch eine Sanierung aller Wohngebäude (Stand 2009) nach EnEV-Standard bis zum Jahr 2020 könnte der thermische

Endenergiebedarf um rund 409.681 MWh nahezu halbiert werden, was eine jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung in Höhe von rund 91.800 Tonnen hervorrufen würde (Szenario 1).



**Abbildung 32: Die Potenzialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden (IfE, 2012)**

Unter der Annahme, dass Sanierungen (Sanierungsrate rund 1 %) bereits getätigt wurden, verbleiben im Sanierungsszenario 2 (Sanierungsrate 2 % bis 2020) noch rund 1.070.000 m<sup>2</sup> an sanierungsbedürftiger Wohnfläche. Unter der Annahme von spezifischen Investitionskosten in Höhe von 300 €/m<sup>2</sup> ergeben sich Investitionskosten von rund 322.000.000 Euro.

#### 4.2.1.2 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch

Auch der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauches und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei. Nachfolgend werden einige Energiesparmaßnahmen aufgezeigt. Im Anhang (Kapitel 14.2) dieser Studie werden die einzelnen Punkte vertieft erläutert.

- Ertüchtigung der stufengeregelten Heizungsumwälzpumpen durch geregelte Pumpen
- Einsatz effizientester Kühl-/Gefrierschränke/-truhen
- Einsatz effizientester Waschmaschinen
- Einsatz effizientester Beleuchtung (Energiesparlampen, LED)
- Vermeidung des Stand-By Betriebs

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des **elektrischen Energieverbrauchs** in den privaten Haushalten ist davon auszugehen, dass eine Einsparung von durchschnittlich rund 15 % des derzeitigen Stromverbrauchs in der Verbrauchergruppe ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil erreicht werden kann (entsprechend den Vorgaben der neuen EU-Energieeffizienzrichtlinie mit einer Einsparung in Höhe von 1,5 % pro Jahr).

#### Hinweis:

Als Anreiz und Fördermöglichkeit zur Effizienzsteigerung bietet sich an, eine Energieeffizienzberatung durch einen regionalen Energieberater und den Einsatz effizientester Geräte (mindestens Effizienzklasse A) kommunal zu fördern und zu bezuschussen.

Neben dem positiven Effekt der Energieeinsparung durch einen Förderanreiz werden zugleich die regionale Wertschöpfung und das regionale Handwerk gefördert.

#### 4.2.1.3 Zusammenfassung

In Summe kann der **thermische Endenergiebedarf** im Bereich der Wohngebäude im Betrachtungsgebiet durch eine EnEV 2009 Sanierung mit einer von Experten als technisch und wirtschaftlich machbaren Sanierungsrate von 2 % pro Jahr (bis zum Jahr 2020) im Vergleich zum Ist-Zustand um rund 104.207 MWh gesenkt werden. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 23.360 Tonnen pro Jahr.

Wie bereits in Kapitel 4.2.1.2 aufgezeigt, ist in den privaten Haushalten davon auszugehen, dass durchschnittlich eine Einsparung von rund 15 % des derzeitigen **Stromverbrauchs** ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil erreicht werden kann. Bei einer Umsetzung bis zum Jahr 2020 müsste eine jährliche Einsparung von 1,5 Prozentpunkten erreicht werden. Dies entspricht auch dem Entwurf der neuen EU-Energieeffizienzrichtlinie, in der Energieversorger verpflichtet werden sollen, Maßnahmen zu ergreifen, welche ihren Kunden eine jährliche Energieeinsparung von mind. 1,5 % ermöglichen.

Absolut würde sich hierdurch – ausgehend vom derzeitigen Verbrauch von ca. 165.875 MWh/a – im Bereich der privaten Haushalte ein Einsparpotenzial von rund 24.881 MWh/a an elektrischer Endenergie, bzw. rund 9.941 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr ergeben.

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauches und der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, nicht mit einem tatsächlich sinkenden Stromverbrauch rechnen zu können, da erzielte Einsparungen bisher meist durch neue „Anwendungsbereiche“ ausgeglichen wurden.

#### 4.2.2 Potenzialbetrachtung im Bereich der kommunalen Liegenschaften

Aus Sicht der EU und des Bundes kommt den Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen zu. Nur auf der kommunalen Ebene besteht die Möglichkeit einer direkten Ansprache der Akteure. Die Motivation für Kommunen zur eigenen Zielsetzung und zum Mitwirken bei der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen kann dabei auf mehrere Ebenen untergliedert werden:

- Die Selbstverpflichtung aus Überzeugung in die Notwendigkeit des Handelns
- Die Vorbildfunktion für alle BürgerInnen
- Die wirtschaftliche Motivation

Zudem können die Aktivitäten, dem Klimawandel und seinen Herausforderungen eine aktive Handlungsbereitschaft und eine klare Zielsetzung entgegenzusetzen, auch Vorteile im Zusammenhang mit privaten und unternehmerischen Standortentscheidungen hervorrufen.

Die Kommune bildet somit das Verbindungsglied zwischen EU, Bund, Land und dem Endverbraucher.

#### **4.2.2.1 Energetische Gebäudesanierung und Wärmedämmung / Steigerung der Elektroeffizienz in den kommunalen Liegenschaften**

Nach der Berechnungsgrundlage des Einsparpotenzials im Bereich der Wohngebäude ergibt sich auch für die kommunalen Gebäude ein erhebliches Potenzial in der energetischen Gebäudesanierung. Angriffspunkte stellen in erster Linie die Schulen dar, welche die Hauptwärmeverbraucher im Bereich der kommunalen Liegenschaften sind (rund 57 % des Gesamtwärmebedarfs in dieser Verbrauchergruppe).

Maßnahmen zur energetischen Sanierung kommunaler Liegenschaften werden derzeit durchgeführt, z. B. mit Mitteln des Konjunkturpaketes II, bzw. sind in Planung oder bereits abgeschlossen. Nachfolgend werden einige Beispiele exemplarisch aufgeführt (Auszug):

- Klara Oppenheimer Schule
- Don Bosco Schule
- Maria Stern Schule
- Matthias Grünewald Gymnasium

Alle bereits unter Kapitel 4.2.1 aufgeführten Energieeinsparmaßnahmen in Bezug auf die Energieeffizienz (Anlagentechnik, Heizungspumpen, etc.) zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gelten ebenfalls für die kommunalen Liegenschaften. In den kommunalen Gebäuden ergeben sich zusätzlich Möglichkeiten im Bereich der Beleuchtung durch intelligente Lichttechnik, z. B. tageslichtabhängige Bewegungsmelder oder Zeitsteuerung.

Die EU-Energieeffizienzrichtlinie sieht in ihrem bisherigen Entwurf vor, dass jährlich 3 % aller Gebäude der Zentralregierung auf einen Mindestenergiestandard gebracht werden müssen. Im Rahmen dieses Konzeptes wird in Abstimmung mit den kommunalen VertreterInnen ebenfalls eine Sanierungsrate in dieser Höhe veranschlagt und als Berechnungsgrundlage verwendet. Der Sanierung kommunaler Gebäude kommt eine große Vorbildfunktion zu, weswegen eine Ausführung nach den effizientesten Technologien angestrebt wird.

Wird entsprechend den Vorgaben eine Sanierungsrate der noch nicht sanierten kommunalen Liegenschaften von rund 3 % jährlich bis 2020 erreicht, so ergibt sich eine Einsparung von jährlich rund 1.340 Tonnen CO<sub>2</sub>-Ausstoß, bzw. eine Endenergieeinsparung von rund 6.475 MWh/a.

Ausgehend von einer jährlichen Steigerung der Elektroeffizienz in den kommunalen Liegenschaften um 1,5 Prozentpunkte kann bis zum Jahr 2020 der elektrische Verbrauch um jährlich 1.509 MWh gesenkt werden, was einem CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial von rund 603 Tonnen entspricht.

#### **4.2.2.2 Straßenbeleuchtung**

Nach Auskunft der Stadt Würzburg sind im Betrachtungsgebiet insgesamt 23.901 Leuchtmittel installiert, welche einen Stromverbrauch von rund 6.122 MWh verursachen. Eine detaillierte Auflistung der Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand ist in Tabelle 10 aufgeführt. (STADT WÜRZBURG 2011/2012)

Es ist ersichtlich, dass noch 9.017 Leuchten mit Quecksilberhochdrucklampen (HQL) bestückt sind. Es sind jedoch bereits 5.435 Leuchten mit NAV und 162 Leuchtmittel mit LED ausgestattet. Mittelfristig wird die Umrüstung aller HQL-Leuchten auf effiziente Natriumdampflampen (NAV) betrachtet.

| Straßenbeleuchtung    |                |                   |                  |              |                   |           |              |
|-----------------------|----------------|-------------------|------------------|--------------|-------------------|-----------|--------------|
|                       | [Einheit]      | [Quelle]          | Quecksilberdampf | Natriumdampf | Leuchtstoffröhren | LED       | Summe        |
| Anzahl Leuchtmittel   | [-]            | [Stadt Wü]        | 9.017            | 5.435        | 9.287             | 162       | 23.901       |
| Gesamtleistung        | [kW]           | [Stadt Wü]        | 710              | 863          | 400               | 3         | 1.976        |
| <b>Stromverbrauch</b> | <b>[MWh/a]</b> | <b>[Stadt Wü]</b> | <b>2.261</b>     | <b>2.675</b> | <b>1.175</b>      | <b>11</b> | <b>6.122</b> |

Tabelle 10: Die Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand (IfE, 2012)

Langfristig (bis zum Jahr 2020) wird im Rahmen dieser Studie die Umrüstung aller Straßenleuchten auf die moderne LED-Technik betrachtet. LED Lampen stehen weltweit vor der Markteinführung im Bereich der Straßenbeleuchtung. Sie sind besonders energieeffizient ( $> 150$  Lumen/Watt) und umweltschonend. Darüber hinaus besitzen sie eine deutlich längere Lebensdauer als eine konventionelle Beleuchtungstechnik.

In Tabelle 10 ist die Anzahl der Straßenleuchten der einzelnen Beleuchtungstechniken, sowie der Gesamtstromverbrauch der Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand dargestellt. Zudem wird der berechnete Energieverbrauch nach der Umsetzung der beschriebenen mittelfristigen Energieeinsparmaßnahmen und der langfristigen Umrüstung auf die LED-Technik aufgeführt.

Die Technologie der Quecksilber-Hochdruckdampflampen (HQL) gilt mittlerweile als überholt, wodurch sich bereits durch einen Austausch bzw. Ersatz von Lampen, Vorschaltgeräten bzw. der Leuchten mit verbesserten Reflektoren gegenüber dem aktuellen Stand erhebliche Einsparpotenziale ergeben. Bei Umsetzung der beschriebenen mittelfristigen Energieeinsparmaßnahmen können in Summe rund 791 MWh pro Jahr (entsprechend rund 13 %) im Vergleich zum Ist-Zustand eingespart werden. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Einsparung in Höhe von rund 316 Tonnen pro Jahr.

| Energieeinsparpotenziale der Straßenbeleuchtung |              |                |                  |                |                  |                |
|-------------------------------------------------|--------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| Anzahl                                          | Ist-Zustand  |                | mittelfristig    |                | langfristig      |                |
| Leuchtmittel                                    | Beleuchtung  | Stromverbrauch | Beleuchtung      | Stromverbrauch | Beleuchtung      | Stromverbrauch |
|                                                 | [Typ]        | [MWh/a]        | [Typ]            | [MWh/a]        | [Typ]            | [MWh/a]        |
| [Quelle]                                        | [Stadt Wü]   |                | [Berechnung IfE] |                | [Berechnung IfE] |                |
| 9.017                                           | HQL          | 2.261          | NAV              | 1.470          | LED              | 791            |
| 5.435                                           | NAV          | 2.675          | NAV              | 2.675          | LED              | 1.605          |
| 9.287                                           | LS           | 1.175          | LS               | 1.175          | LED              | 588            |
| 162                                             | LED          | 11             | LED              | 11             | LED              | 11             |
| <b>Summe</b>                                    | <b>6.122</b> |                | <b>5.331</b>     |                | <b>2.995</b>     |                |

Tabelle 11: Energieeinsparpotenziale der Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012)

Bei einer langfristigen, flächendeckenden Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf die LED-Technik mit optimiertem Regelsystem bis zum Jahr 2020 könnten im gesamten Betrachtungsgebiet jährlich bis zu 3.127 MWh elektrische Endenergie im Vergleich zum Ist-Zustand eingespart werden (entsprechend rund 51 %), was einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 1.249 Tonnen pro Jahr entspricht.

Insgesamt kann der jährliche Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung im Betrachtungsgebiet auf rund 2.995 MWh reduziert werden.

Bei Investitionskosten von rund 350 Euro/Leuchtmittel ergeben sich bei einer Umrüstung auf LED-Technik (langfristiges Potenzial) Investitionskosten von rund 8.300.000 Euro.

#### **4.2.2.3 Energieeffizienzsteigerung in den kommunalen Kläranlagen**

Das Klärwerk Würzburg ist eine mechanisch-biologisch-chemische Abwasserreinigungsanlage. Neben der Stadt Würzburg leiten 16 weitere Umlandgemeinden als „Gasteinleiter“ ein (in Summe sind rund 183.000 EinwohnerInnen angeschlossen). Der jährliche Stromverbrauch beläuft sich auf rund 6.900 MWh. Die Jahresabwassermenge (Mischwasser) beläuft sich jährlich auf rund 17.000.000 m<sup>3</sup>, was einem mittleren täglichen Abwasseranfall von rund 46.500 m<sup>3</sup> entspricht. Das gereinigte Abwasser wird dem Main zugeleitet. Der bei der Abwasserbehandlung anfallende Schlamm wird anaerob ausgefault, entwässert und zum Großteil thermisch und in Kompostanlagen verwertet.

Das bei der anaeroben Schlammfäulung entstehende Methangas (2 Faultürme á 1.700 m<sup>3</sup>) wird in 2 Blockheizkraftwerken (2 x 462 kW<sub>el</sub>) verstromt. In Summe beläuft sich die jährliche Stromproduktion auf rund 2.900 MWh. Der produzierte Strom wird in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist und über das EEG vergütet. Gleichzeitig können mit der im Kühlwasser und Abgas enthaltenen Abwärme der BHKW die Schlammfäulbehälter und die Betriebsgebäude beheizt werden. Folglich wird kein weiterer Energieträger für den Betrieb der Kläranlage benötigt. Nur in Ausnahmefällen erfolgt der Bezug von Erdgas. (STADT WÜRZBURG 2011/2012)

Nach Rücksprache mit der Stadt Würzburg stehen in den kommenden Jahren mehrere energetische Optimierungen an, die nachfolgend kurz erläutert werden. Die Ergebnisse wurden hierbei einer Beschlussvorlage vom 26. Oktober 2009 entnommen. (STADT WÜRZBURG 2009)

#### **Ausbau der Schlammfäulung**

Die bestehende Schlammfäulung stammt aus den 60er Jahren und besteht aus 2 eiförmigen Faulbehältern mit einem Volumen von je rund 1.700 m<sup>3</sup>. Aufgrund der beschränkten Kapazität der Anlage wird nur rund die Hälfte des gesamt anfallenden Klärschlammes ausgefault. Der Rest wird nach Voreindickung direkt der Schlamm entwässerung zugeführt. Aufgrund des hohen Alters der Anlage erscheint eine Sanierung unwirtschaftlich. Es wird der Bau von neuen Faulbehältern mit einem Volumen von je rund 5.000 m<sup>3</sup> empfohlen. Durch den Ausbau der Schlammfäulung und die deutlich höhere Faulgasmenge können nach den Berechnungen der Studie jährlich rund 5.200 MWh an Strom in den BHKW erzeugt werden. Zudem kann durch die vermehrte Ausfäulung das Klärschlammvolumen um ca. 15 % reduziert werden.

### **Installation neuer BHKW und mögliche Abwärmenutzung**

Nach Rücksprache mit der Stadt Würzburg ist die Installation von 3 modernen BHKW auf der Kläranlage geplant. Diese sollen bereits auf die erhöhte Gasmenge nach dem Ausbau der Schlammfaulung dimensioniert werden. Moderne BHKW weisen zudem deutlich höhere elektrische Wirkungsgrade auf, was die Wirtschaftlichkeit der Module erheblich steigert. Neben der Stromproduktion erzeugen BHKW zusätzlich Wärme, die primär für den Betrieb der Kläranlage genutzt wird. Wie beschrieben, werden aktuell bereits keine weiteren fossilen Brennstoffe für die Beheizung der Kläranlage benötigt. Folglich ist davon auszugehen, dass nach der Erhöhung der Faulgasproduktion durch den Ausbau der Schlammfaulung ein Wärmeüberschuss der Kläranlage vorhanden sein wird. Es sollte im Detail geprüft werden, ob diese Überschusswärme in benachbarten Gebäuden der Kläranlagen genutzt werden kann. Insbesondere in den Sommermonaten ist mit einem erheblichen Wärmeüberschuss der Kläranlage zu rechnen. In Kapitel 7.5.2 wird das Thema nochmals vertieft dargestellt.

### **Mögliche Eigenstromnutzung der Kläranlage**

Derzeit wird der durch die BHKW produzierte Strom (ca. 2.900 kWh/a) in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist und über das EEG vergütet. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, den produzierten Strom bei eigenem Bedarf selbst zu nutzen und somit den Strombezug aus dem Stromnetz zu verringern. Durch steigende Strompreise wird die Eigenstromnutzung der Kläranlage aus wirtschaftlicher Sicht immer interessanter. Ob die Vergütung durch das EEG oder die Eigenstromnutzung in der Kläranlage Würzburg wirtschaftlicher ist, sollte in einer Machbarkeitsstudie umfassend geprüft werden.

### **Einsatz regenerativer Energien**

Der größte und bislang meist genutzte regenerative Energieträger in Kläranlagen ist das Klärgas, welches auch in Würzburg zur Erzeugung von Strom und Wärme in BHKW genutzt wird. Eine Optimierung sowie Erweiterung der Schlammfaulung und die somit entstehende Erhöhung der Gasausbeute wurden bereits angesprochen. Darüber hinaus existiert in der Kläranlage aber auch die Möglichkeit, die Abwasserwärme zur regenerativen Energieerzeugung zu nutzen:

Die Abwasserwärme stellt neben dem Klärgas den größten regenerativen Energieträger auf Kläranlagen dar. Die Temperatur im Zulauf einer Kläranlage liegt in der Regel zwischen 7°C und 20°C. Um die Wärme aus dem Abwasser zu nutzen, kann ein Wärmetauscher in die Sohle des Abwasserkanals eingebaut werden oder das gereinigte Abwasser des Ablaufs direkt einem Wärmetauscher zugeführt werden. Mit Hilfe von Wärmepumpen wird dem Abwasser Wärmeenergie entzogen und auf das für die Raumheizung notwendige Temperaturniveau angehoben. Hierbei muss beachtet werden, dass ein zu starkes Abkühlen des Abwassers Leistungseinbußen der Kläranlage mit sich bringt. Hierdurch besteht die Gefahr, dass vorgeschriebene Grenzwerte im Ablauf nicht mehr eingehalten werden können.

Neben der Nutzung der Abwasserwärme besteht auch die Möglichkeit, die Abwärme von Aggregaten, wie z. B. von Gebläsen für die Raumbeheizung bzw. Brauchwasserbereitung zu verwenden.

## **Allgemeine Maßnahmen zur Effizienzsteigerung in Kläranlagen**

### **Austausch der Pumpen**

Der Energiebedarf von Pumpen hängt maßgeblich von der Fördermenge und der Förderhöhe ab. Um 1 m<sup>3</sup> Wasser in einer Stunde um 1 m anzuheben, wird ein physikalischer Energiebedarf von 2,7 Wh benötigt. Unter Berücksichtigung der Pumpen- und Motorisierungswirkungsgrade ergibt sich ein Energieverbrauch von 4 bis 11 Wh. Defekte Pumpen sollten gegen effizienteste Pumpen nach dem Stand der Technik getauscht werden (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009).

### **Austausch der Rührwerke**

Aus energetischer Sicht ist es sinnvoll, zur Erzeugung des erforderlichen Propellerschubs ein Rührwerk mit einem möglichst großen Propellerdurchmesser zu wählen, wobei die Durchmessergröße durch die Wassertiefe und das verfügbare Platzangebot im Becken begrenzt ist. Bei einem im Dauerbetrieb laufenden Rührwerk betragen die Energiekosten häufig ein Vielfaches der Investitionskosten, so dass die Energiekosten maßgebend für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Rührwerks sind.

Der Austausch eines Kompaktrührwerks gegen ein langsam laufendes Rührwerk amortisiert sich in den meisten Fällen binnen weniger Jahre. Durch eine geschickte Strömungsführung mit einer Ausnutzung des Energieeintrags von Zulauf, Rücklaufschlamm und interner Rezirkulation kann der Energiebedarf der Rührwerke bereits bei der Planung einer Anlage optimiert werden (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009).

### **Belüftung**

Durch biologische Belagsbildungen und chemische Ablagerungen auf bzw. in den Belüfterelementen kommt es zu einer Erhöhung des Differenzdruckes. Die Belüftungselemente sollten chemisch gereinigt werden, sobald sich der Anfangsdruck um 5 bis 10 % erhöht hat. Somit kann ein energetischer Mehraufwand von 5 bis 10 % vermieden werden (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009).

### **Zusammenfassung**

Im Rahmen dieser Studie wurden verschiedene Optimierungspotenziale, wie z. B. der Ausbau der Schlammfaulung, die Installation neuer BHKW mit möglicher Beheizung von benachbarten Gebäuden oder die Nutzung der Abwärme im Abwasser des Kläranlagenzulaufs dargestellt. Zudem wurde das Energieeinsparpotenzial der Kläranlage Würzburg und der vorhandenen Pump-/Hebwerke untersucht. Unter der Annahme, dass im Zeitraum bis 2020 sämtliche Pumpen und Rührwerke auf den effizientesten Stand der Technik ertüchtigt werden, kann eine Einsparung in Höhe von ca. 20 % des derzeitigen elektrischen Energieaufwandes prognostiziert werden. Hierdurch ergibt sich eine Einsparung in Höhe von rund 1.729 MWh. Dies entspricht einem vermiedenen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Höhe von rund 691 Tonnen pro Jahr.

Die Investitionskosten für die Ertüchtigung sämtlicher Pumpen und Rührwerke sowie die konkreten, weiteren Optimierungsmaßnahmen können im Rahmen dieser Studie nicht prognostiziert werden. Die beschriebenen Maßnahmen sollten in einer Machbarkeitsstudie umfassend geprüft werden.

#### 4.2.2.4 Zusammenfassung der Potenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des **elektrischen Energieverbrauchs** bei den kommunalen Liegenschaften könnte der Stromverbrauch von aktuell 24.828 MWh/a auf rund 18.463 MWh/a reduziert werden (entsprechend rund 26 %). Hierbei wurde die Energieeffizienzsteigerung in den Kläranlagen, die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED und der Einsatz effizientester Technik in den kommunalen Liegenschaften detailliert untersucht. Absolut würde sich hierdurch ein CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von rund 2.540 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr ergeben.

In Summe kann der **thermische Endenergiebedarf** im Bereich der kommunalen Liegenschaften im Betrachtungsgebiet durch eine energetische Sanierung bis zum Jahr 2020 um rund 17 % gesenkt werden (Sanierungsrate rund 3 % pro Jahr). Dies entspricht einer Einsparung in Höhe von rund 6.475 MWh/a bzw. einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 1.340 Tonnen pro Jahr.

#### 4.2.3 Potenzialbetrachtung im Bereich GHD/Industrie

Grundsätzlich ist die Potenzialabschätzung im Sektor GHD/Industrie mit großen Unsicherheiten behaftet. In großen Betrieben stellt der Energiebedarf für Raumwärme meist nur einen geringen Teil des Gesamtenergiebedarfs dar, weil energieintensive Verarbeitungsprozesse durchzuführen sind. Kann hingegen an einem energieintensiven Arbeitsprozess nicht mehr viel optimiert werden, bleiben der absolute Bedarf und das energetische Einsparpotenzial u. a. aufgrund von gealterten Versorgungsstrukturen oft dennoch sehr hoch.

Eine genaue Analyse der Energieeinsparpotenziale kann nur durch ausführliche Begehung sämtlicher Betriebe und umfangreiche Erhebungen erfolgen. Zudem beeinflussen die konjunktur- und strukturbedingten Entwicklungen den Energieverbrauch erheblich. Die Ermittlung der Einsparpotenziale im Strom- und Wärmebereich erfolgt anhand bundesweiter Potenzialstudien, eigener Berechnungen nach Erfahrungswerten sowie der Annahme einer allgemein umsetzbaren jährlichen Effizienzsteigerung.

Aus Erfahrungswerten und verschiedenen Quellen, wie z. B. dem „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe“, der im Jahre 2009 vom Bayerischen Landesamt für Umwelt veröffentlicht wurde, lassen sich Aussagen darüber treffen, in welchen Bereichen in dieser Verbrauchergruppe Einsparpotenziale vorhanden sind (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2009).

##### 4.2.3.1 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch

###### Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik

Rund 70 % des Stromverbrauchs in Industriebetrieben entfallen auf den Bereich der elektrischen Antriebe. Mehr als 2/3 dieses Bedarfs an elektrischer Energie werden für den Betrieb von Pumpen, Ventilatoren und Kompressoren benötigt.

Die möglichen Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung im Bereich der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik werden in Tabelle 12 zusammenfassend dargestellt. Die Potenziale wurden hierbei dem „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe“ entnommen (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2009).

Folglich können die nachfolgend aufgeführten Einsparpotenziale nur als durchschnittliche Werte gesehen werden, die in der tatsächlichen Umsetzung deutlich abweichen können. Eine ausführliche Beschreibung der Effizienzsteigerungen wird im Anhang dargestellt.

| Maßnahmen                                       | wirtschaftliches Einsparpotenzial |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Verbesserung des Antriebs</b>                |                                   |
| Einsatz hocheffizienter Motoren                 | 3 %                               |
| Einsatz drehzahlvariabler Antriebe              | 11 %                              |
| <b>Systemverbesserungen</b>                     |                                   |
| bei Druckluftsystemen                           | 33 %                              |
| bei Pumpensystemen                              | 30 %                              |
| bei Kältesystemen                               | 18 %                              |
| bei raumluftechnischen Anlagen und Ventilatoren | 25 %                              |
| <b>Motorensysteme gesamt</b>                    | <b>25 - 30 %</b>                  |

**Tabelle 12: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2009) (IfE, 2012)**

### Beleuchtung

Die Beleuchtung in Industrie und Gewerbe/Handwerksbetrieben weist bei einem Großteil der Unternehmen jährlich einen Anteil zwischen 15 und 25 % des gesamten elektrischen Energieverbrauchs auf.

Durch gezielte Maßnahmen, wie z. B. der Installation von

- modernen Spiegelrasterleuchten
- elektronischen Vorschaltgeräten
- Dimmern

kann dieser Anteil bis zu 80 % gesenkt werden. (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2009)

#### 4.2.3.2 Einsparung bzw. Effizienzsteigerung im Bereich Raumheizung, Prozesswärme und Warmwasserbereitung

Ein Großteil des betrieblichen Energieverbrauchs entfällt auf die Bereitstellung von Wärmeenergie (Raumwärme und Prozesswärme). Die am häufigsten erkannten Einsparpotenziale in Industrie und Gewerbe/Handwerksbetrieben werden nachfolgend aufgeführt.

- Einsatz von Strahlungsheizungen zur Hallenbeheizung
- optimierte Dimensionierung der Heizkessel
- Einsatz von modulierenden Brennern im Teillastbetrieb
- Vorwärmung der Verbrennungsluft durch Abwärmenutzung
- Einsatz eines Luftvorwärmers bzw. Economizers bei der Dampferzeugung
- Wärmedämmung von Rohrleitungen
- Anpassung der Heiztechnik an die benötigten Prozesstemperaturen

#### 4.2.3.3 Zusammenfassung

Der thermische Endenergieverbrauch für die Verbrauchergruppe GHD/Industrie beläuft sich im Ausgangszustand auf etwa 1.057.922 MWh/a, wodurch jährlich rund 252.718 Tonnen an CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht werden. Der elektrische Endenergieverbrauch beläuft sich im

Ist-Zustand auf rund 498.357 MWh/a, wodurch jährlich CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 199.122 Tonnen entstehen.

Ohne einen Produktionszuwachs könnte der **thermische** Endenergiebedarf bei einer jährlichen Effizienzsteigerung von 1,5 Prozentpunkten (EU-Energieeffizienzrichtlinie) in den nächsten 10 Jahren bis zum Zieljahr 2020 um insgesamt 15 % verringert werden. Bei einer daraus resultierenden Einsparung von 158.688 MWh Endenergie ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial von etwa 37.908 Tonnen im Jahr.

Ohne einen Produktionszuwachs könnte der **elektrische** Endenergiebedarf bei einer konservativen, jährlichen Effizienzsteigerung von 1,5 Prozentpunkten (EU-Energieeffizienzrichtlinie) in den nächsten 10 Jahren bis zum Zieljahr 2020 um insgesamt 15 % verringert werden. Bei einer daraus resultierenden Einsparung von 74.754 MWh Endenergie ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial von etwa 29.868 Tonnen im Jahr.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die aufgeführten Einsparpotenziale nur als durchschnittliche Werte gesehen werden, die in der tatsächlichen Umsetzung im Betrachtungsgebiet deutlich abweichen können.

### 4.2.4 Potenzialbetrachtung im Bereich Verkehr

In der Stadt Würzburg ist seit 1990 ein nahezu konstanter Verlauf der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor zu beobachten. Gegenüber einer europaweiten Steigerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor um mehr als 30 % ist dies bereits als relativer Erfolg zu bezeichnen (vergleiche Kapitel 3.2.2, Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Abbildung 28).

Dennoch bleibt der Verkehrssektor bislang deutlich hinter den energiepolitischen Zielsetzungen auf EU-, Bundes- und Landesebene zurück. Zahlreiche Einflussgrößen wie beispielsweise der Logistik- und Güterverkehrsmarkt, die globale Vernetzung im Luftverkehr oder die konsequente Umsetzung von Vorgaben zur Energieeffizienz der Kraftfahrzeuge sind zudem von der lokalen und regionalen Handlungsebene kaum zu adressieren.

Bundesweit werden die Klimaschutzpotenziale im Verkehrsbereich unter Annahme optimistischer Szenarien bei einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2030 um etwa 23 % gesehen (UMWELTBUNDESAMT, 2009).

Für die Stadt Würzburg werden deutlich größere CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale verfolgt als unter positiven Rahmenbedingungen im Bundesdurchschnitt für den Verkehrssektor erwartet werden. Trotz leichter Bevölkerungszunahme sollen innerhalb der kommenden 8 Jahre die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 50.000 t CO<sub>2</sub>/a (entspricht 16 %) reduziert werden. Im Jahr 2010 betrugen die verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen 314.198 t CO<sub>2</sub>/a.

Heute werden etwa 95 % des Energiebedarfs im Verkehr aus fossilen Energieträgern (Diesel, Benzin, Kerosin, Erdgas, u. a.) gedeckt (vgl. IPCC, 2007). Die globalen Abhängigkeiten und Risiken in den entsprechenden Rohstoffmärkten sind erheblich. Eine umfassende Verlagerung auf erneuerbare Energieträger ist bis zum Jahr 2020 nicht zu erwarten.

Diese Einsparpotenziale sind nur dann zu erzielen, wenn zusätzlich zu den erwarteten Potenzialen auf übergeordneter Ebene („bundesweiter Trend“) auf städtischer Ebene dezidierte Maßnahmen zum Klimaschutz im Bereich Mobilität und Verkehr beschlossen und erfolgreich umgesetzt werden. Damit können sowohl in Bezug auf das Mobilitätsverhalten als auch auf die technologischen Effizienzpotenziale ergänzende CO<sub>2</sub>-Einsparungen erschlossen werden.

Es ist durchaus denkbar, auf städtischer Ebene 30 % des lokal durch die Bevölkerung der Stadt Würzburg verursachten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Verkehr zu reduzieren.

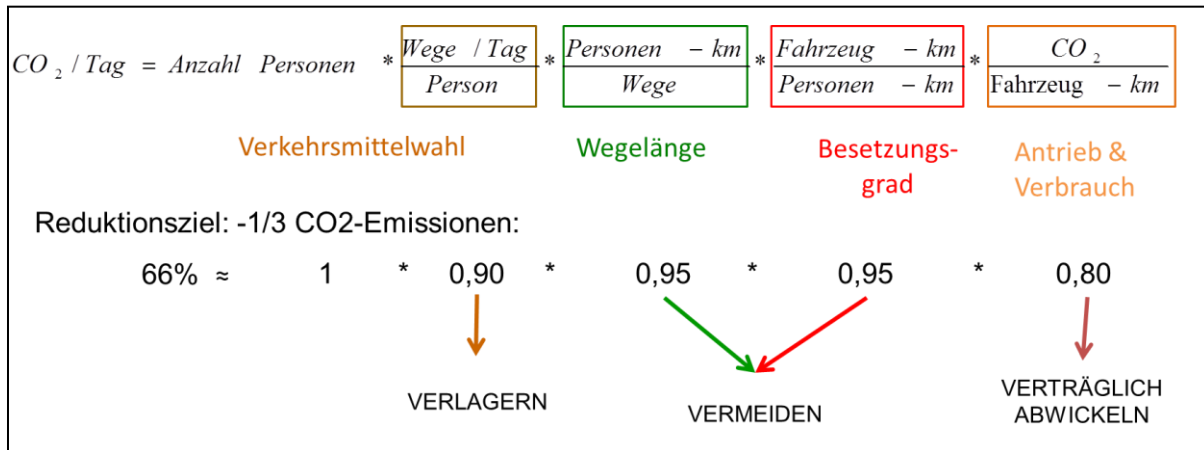


Abbildung 33: Tautologie der Verkehrsökologie (TUM, 2012)

Die angenommene Entwicklungsperspektive in Abbildung 33 soll exemplarisch darstellen, in welcher Form auf der lokalen Ebene ein wesentlicher Beitrag zu den angestrebten Reduktionszielen geleistet werden kann. Aufgrund von lokalen Maßnahmen sind in den einzelnen Einflussfaktoren des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Verkehr folgende Effekte zu erzielen:

Für die Antriebseffizienz und den spezifischen Kraftstoffverbrauch wird ein Reduktionspotenzial von etwa 20 % gesehen. Weitere Reduktionen müssen und können aus potenziellen Verhaltensänderungen beigesteuert werden, wenn beispielsweise zusätzlich 10 % weniger Wege mit dem Auto gefahren werden (Verlagerung auf Rad/Fuß und ÖPNV), im Durchschnitt um 5 % kürzere Wege zurückgelegt werden und der Besetzungsgrad um 5 % steigt.

### 4.3 Potenziale zum Einsatz erneuerbarer Energien

| Ursache               | Primärwirkung               | Sekundärwirkung            | Anlagen                             | Nutzenergie |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Sonne: Solarstrahlung | Erwärmung der Erdoberfläche | Verdampfung, Schmelzen     | Wasserkraftwerke                    | Strom       |
|                       |                             | Luftbewegung: Wind, Wellen | Windkraftwerke                      | Strom       |
|                       |                             |                            | Wellenkraftwerke                    | Strom       |
|                       |                             | Meeresströmung             | Strömungskraftwerke                 | Strom       |
|                       | Direkte Solarstrahlung      | Temperaturgradient         | Meereswärmekraftwerke               | Strom       |
|                       |                             |                            | Wärmepumpen                         | Wärme       |
|                       |                             | Photoelektrischer Effekt   | Photovoltaikkraftwerke              | Strom       |
|                       |                             | Erwärmung                  | Solarthermische Kraftwerke          | Wärme       |
| Erde                  | Erdwärme                    | Photolyse                  | Photolyseanlagen                    | Brennstoffe |
|                       |                             | Photosynthese              | Biomassegewinnung und -verarbeitung | Brennstoffe |
| Mond                  | Gravitation                 | Gezeiten                   | Gezeitenkraftwerke                  | Strom       |

Tabelle 13: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen (www.wissenschaft-technik-ethik.de, 2011) (IfE, 2012)

In der nachfolgenden Ermittlung wird eine Datenbasis über das grundsätzliche und langfristig zur Verfügung stehende Potenzial aus diversen erneuerbaren Energiequellen im Betrachtungsgebiet (Stadtgebiet Würzburg) zusammengestellt. Als erneuerbare Energien in diesem Sinne werden Energieträger bezeichnet, die im gleichen Zeitraum, in dem sie verbraucht werden, wieder neu gebildet werden können oder grundsätzlich in unerschöpflichem Maße zur Verfügung stehen.

In dieser Studie werden die Verfügbarkeit von Biomasse, Windkraft, Wasserkraft sowie die direkte Sonnenstrahlung genauer betrachtet. Einen Sonderfall stellt die Geothermie dar, die ebenfalls zu den erneuerbaren Energieträgern gezählt wird, da sie für menschliche Zeitskale ebenfalls als unerschöpflich angesehen werden kann. Tabelle 13 gibt eine Übersicht der Möglichkeiten zur Nutzung des regenerativen Energieangebotes ([www.wissenschaft-technik-ethik.de](http://www.wissenschaft-technik-ethik.de), 2011).

### 4.3.1 Biomasse

Als Biomasse wird im allgemeinen Sprachgebrauch die Gesamtheit der Masse an organischem Material in einem Ökosystem bezeichnet.

Die Biomasse kann in Primär- und Sekundärprodukte unterteilt werden, wobei erstere durch die direkte Ausnutzung der Sonnenenergie (Photosynthese) entstehen. Im Hinblick auf die Energiebereitstellung zählen hierzu land- und forstwirtschaftliche Produkte aus einem Energiepflanzenanbau oder pflanzliche Rückstände und Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie und den Haushalten (z. B. Rest- und Altholz).

Sekundärprodukte entstehen durch den Ab- bzw. Umbau der organischen Substanz in höheren Organismen (Tieren). Zu den Sekundärprodukten zählen unter anderem Gülle oder Klärschlamm.

Im Rahmen dieser Studie wird unter Biomassepotenzial das Potenzial

- an Primärprodukten für die energetische Nutzung,
- aus Gülle durch den Viehbestand

im Betrachtungsgebiet ermittelt. Es erfolgt eine Aufteilung in land- und forstwirtschaftliche Potenziale unter Einbeziehung der zur Verfügung stehenden Flächen.

#### 4.3.1.1 Forstwirtschaft

##### Potenziale aus Waldfläche

Die gesamte Waldfläche im Betrachtungsgebiet umfasst rund 1.247 ha, was einem Anteil an der gesamten Gebietsfläche von etwa 14 % entspricht (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2011).

Bei der Ermittlung des maximal zur Verfügung stehenden Potenzials an Primärenergie aus Holz wird von einem durchschnittlichen Holzzuwachs von etwa 8,5 Vollfestmetern je Hektar und Jahr ausgegangen (AMT FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN WÜRZBURG, 2012).

Bei der vorhandenen Waldfläche im Betrachtungsgebiet entspricht dies einem theoretisch nutzbaren Gesamtpotenzial von rund 21.200 MWh/a. Bei dem zur Verfügung stehenden Potenzial an Holz steht der Anteil, welcher energetisch genutzt werden kann, in Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung. Der Rohstoff Holz ist nicht nur ein wichtiger Energieträger, sondern auch Ausgangsstoff für unzählige Produkte des täglichen Gebrauchs. Der Großteil geht

in die weiterverarbeitende Holz- oder Papierindustrie. Der durchschnittliche jährliche Ertrag für die energetische Nutzung (Holzbrennstoffe Ertrag) beläuft sich auf rund 6.360 MWh/a und entspricht folglich rund 30 % des theoretisch zur Verfügung stehenden Potenzials.

### Landschaftspflegeholz

Landschaftspflegeholz (Holz aus öffentlichem und privatem Baum-, Strauch- und Hecken-schnitt) unterliegt keiner sonstigen Nutzung und steht somit – theoretisch – komplett zur Verfügung. Unter der Annahme eines jährlichen Anfalls an Landschaftspflegeholz von rund 20 kg pro EinwohnerIn (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2010) für die energetische Verwertung entspricht dies einer Masse von rund 2.700 Tonnen, entsprechend rund 7.460 MWh/a.

### Altholz

Eine Sonderstellung kommt dem Altholz zu. Pro EinwohnerIn und Jahr fallen rund 16 kg Altholz pro EinwohnerIn in der Stadt Würzburg an (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2010).

Bezogen auf die Einwohnerzahl im Betrachtungsgebiet stehen dadurch knapp 2.140 t/a zur Verfügung. Davon werden rund 50 % zur Produktion von Holzwerkstoffen oder Papier verwendet bzw. können aufgrund der Belastungen nicht ohne Aufbereitung verbrannt werden. Der Rest steht potenziell für die energetische Verwertung in Biomasseheizwerken zur Verfügung, entsprechend rund 4.260 MWh/a.

In Tabelle 14 ist das Potenzial zur Energiebereitstellung aus holzartiger Biomasse aufgelistet.

| Energiebereitstellung                                                                                 | [MWh/a]       |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| Nachwuchs auf gesamter Waldfläche<br>(rund 1.247 ha; regenerativer Nachwuchs ca. 8,5 Fm/(ha · a))     | 21.200        |              |
| davon als Brennholz nutzbar<br>(Waldrestholz, Durchforstung, Industrierestholz)<br><u>zusätzlich:</u> | 6.360         | (rund 30 %)  |
| Landschaftspflegeholz                                                                                 | 7.460         |              |
| Altholz                                                                                               | 4.260         |              |
| <b>Summe nutzbares Potenzial</b>                                                                      | <b>18.080</b> | <b>MWh/a</b> |

**Tabelle 14: Übersicht der Energiebereitstellungspotenziale aus Holz (IfE, 2012)**

In Summe beträgt das nutzbare Gesamtpotenzial an fester Biomasse für das Betrachtungsgebiet rund 18.080 MWh/a. In der Stadt Würzburg werden bereits rund 55.164 MWh/a durch die Feuerung von Biomasse-Zentralöfen und Einzelfeuerstätten verbraucht (z. B. durch Zukauf aus dem Landkreis, etc.). Somit besteht aus eigenen Ressourcen im Betrachtungsgebiet kein weiteres Ausbaupotenzial.

#### 4.3.1.2 Landwirtschaft

##### Landwirtschaftsfläche

Bei der Abschätzung des Potenzials an Biomasse aus der landwirtschaftlichen Produktion wird in dieser Studie von einem Anbau von Energiepflanzen (z. B. Raps, Mais) auf 25 % der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche ausgegangen. Folglich würden weiterhin 75 % der Flächen für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehen.

Bei einer ausgewiesenen landwirtschaftlichen Nutzfläche von rund 3.060 ha im gesamten Betrachtungsgebiet stünden demnach rund 765 ha für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2010).

Durch einen wechselnden Anbau verschiedener Energiepflanzen ist das Ertragsspektrum sehr weit. Die Erträge sind von den jährlichen klimatischen Bedingungen sowie von der Art und dem Endprodukt der Pflanze abhängig.

Die Nutzungsmöglichkeiten dieser nachwachsenden Rohstoffe zur Energiewandlung sind wiederum sehr vielfältig. Eine Möglichkeit der energetischen Nutzung besteht beispielsweise in Anlagen zur Erzeugung von Biogas, welches anschließend in Blockheizkraftwerken effizient in Strom und Wärme gewandelt werden kann.

Im Rahmen dieser Studie wird der Betrieb des Zweikulturnutzungssystems für den Energiepflanzenanbau betrachtet: Das System basiert darauf, dass zweimal pro Jahr geerntet wird, um einen maximalen Biomasseertrag zu realisieren. Im Frühsommer wird zunächst die im Vorjahr gesäte Winterfrucht eingebracht, danach folgt eine Sommerkultur, die wiederum im Herbst geerntet wird. Anschließend wird wieder eine Winterkultur für das nächste Jahr gesät usw. Es kann jeweils vor der Vollreife der Pflanzen geerntet werden, da nicht die Früchte selbst, sondern der Ertrag an Biomasse im Vordergrund steht. Die ganzjährig bestandene Fläche verhindert Erosion und Nährstoffauswaschung. Ein ökologischer Landbau sollte auch einen ökologisch verträglichen Energiepflanzenanbau aufweisen. Hierfür wird eine spezielle Bewirtschaftungsart benötigt, welche zu einer Optimierung der Fruchtfolgegestaltung führt. Neben Mais mit seinen sehr guten Eigenschaften als Energiepflanze gibt es zahlreiche andere Pflanzenarten, die ökologisch verträglicher angebaut, aber dennoch energetisch genutzt werden können und zu vergleichbaren Energieerträgen führen. Sinnvoll ist dabei die Entwicklung innovativer Anbausysteme für die Energiepflanzen, die sich durch hohe Flächenproduktivität und eine ökologische Verträglichkeit auszeichnen.

Bei einem prognostizierten jährlichen Hektarertrag von rund 6.600 m<sup>3</sup> Biogas liegt das durchschnittliche Potenzial an Biogasertrag auf der zur Verfügung stehenden Fläche im Betrachtungsgebiet bei rund 27.413 MWh im Jahr.

→ Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden, wodurch rund 10.965 MWh<sub>el</sub> und 12.336 MWh<sub>th</sub> bereitgestellt werden können (Nutzungsgradannahme:  $\eta_{th} = 0,45$ ;  $\eta_{el} = 0,40$ ). Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.500 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 1.460 kW.

→ Mit diesem jährlichen Biogasertrag kann in entsprechend umgerüsteten Fahrzeugen eine Fahrleistung von insgesamt rund 36.000.000 km/a für den mobilen Sektor zur Verfügung gestellt werden. Bei einer durchschnittlichen Fahrleistung im PKW von 14.100 km/a können damit knapp 2.600 PKW betrieben werden.

Bei einer durchschnittlichen Fahrleistung im Linienbus des ÖPNV (Annahme: 60.000 km/a bei Verbrauch von 50l/100km) können damit rund 90 Linienbusse betrieben werden.

### **Biogas aus Gülle**

Eine weitere Möglichkeit der energetischen Nutzung in der Landwirtschaft stellt der Reststoff „Gülle“ dar. Eine Großvieheinheit produziert ca. 15 Tonnen Gülle im Jahr. Mit einer Tonne Gülle können in Biogasanlagen ca. 20-30 m<sup>3</sup> Biogas erzeugt werden.

Unter der Voraussetzung, dass etwa 60 % der anfallenden Gülle als Input für Biogasanlagen genutzt werden, ergibt sich für das Betrachtungsgebiet derzeit ein Potenzial von rund 537 MWh/a an Biogas.

Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden. Bei angenommenen Nutzungsgraden von  $\eta_{el} = 0,40$  und  $\eta_{th} = 0,45$  können somit 215 MWh<sub>el</sub> sowie 242 MWh<sub>th</sub> erzeugt werden.

### **Nicht berücksichtigte Biomasse**

#### **- Biogas aus Bioabfällen**

Im Rahmen dieses Konzeptes wird das Potenzial an Biogas aus Bioabfällen im Stadtgebiet Würzburg nicht berücksichtigt, da die vorhandene Bioabfallmenge bereits in der Würzburger Kompostierungs-GmbH (WKG) verarbeitet wird. Der Hauptlieferant des Kompostwerkes ist die sogenannte "Biotonne", deren Inhalt aus der Stadt Würzburg, aus zehn Gemeinden des Landkreises Würzburg und dem Main-Tauber-Kreis kommt.

#### **- Biogas aus Klärschlamm**

Das Potenzial an Biogas aus Klärschlamm wird im Rahmen dieser Studie ebenfalls nicht berücksichtigt, da der vorbehandelte (getrocknete) Klärschlamm im Müllheizkraftwerk Würzburg (MHKW) verbrannt wird.

Das MHKW verfügt über 2 Turbinen (13 MW und 10 MW). Aus beiden Turbinen kann Fernwärme entnommen werden. Das MHKW erzeugt dann sowohl Dampf für den Eigenverbrauch und die Fernwärmeabgabe als auch Strom für den Eigenverbrauch und die Stromabgabe. 2011 hat das MHKW Würzburg aus 210.500 Tonnen Abfall und Klärschlamm 87,7 Mio. kWh Strom und 43,5 Mio. kWh Fernwärme ins Strom- und Fernwärmenetz abgegeben. (<http://www.zvaws.de> 2012)

### **Zusammenfassung**

Im Stadtgebiet Würzburg steht ein Gesamtpotenzial an Energiepflanzen und Gülle zur Installation einer Biogasanlage von insgesamt rund 1.500 kW zur Verfügung. Das Gesamtpotenzial beinhaltet die energetische Verwertung von Energiepflanzen auf 25 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche und die energetische Nutzung von rund 60 % des gesamten Gülleanfalls im Stadtgebiet.

Unter der Annahme von spezifischen Investitionskosten in Höhe von rund 5.000 Euro/kW<sub>el</sub> würden sich Gesamtkosten in Höhe von rund 7.500.000 Euro ergeben. Die jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung würde sich in Summe auf rund 8.686 Tonnen belaufen.

## **Hinweis**

Es muss hierbei erwähnt werden, dass die Errichtung der BHKW für einen langfristig wirtschaftlichen Betrieb der Biogasanlagen an einer Wärmesenke (Bereich mit hohem spezifischen Wärmebedarf) installiert werden müssen, um die anfallende Wärme sinnvoll nutzen zu können (Forderung EEG: mind. 60 % Wärmenutzung). Anhand des in Kapitel 4.1 erstellten Wärmekatasters können mögliche Standorte mit geeigneter Wärmenutzung in erster Näherung bestimmt werden.

### **4.3.2 Windkraft**

Mit Hilfe des Bayerischen Windatlas und von Daten des Deutschen Wetterdienstes kann eine grobe Vorabbewertung des Betrachtungsgebietes hinsichtlich der mittleren Windgeschwindigkeiten durchgeführt werden. Die im Rahmen dieser Studie ermittelten Prognosen können jedoch nur als unverbindliche Aussagen gesehen werden. Um aussagekräftige Ergebnisse erhalten zu können, müssen detaillierte Planungen von Experten aus der Windenergieanlagenplanung durchgeführt werden. Zudem müssen bei der Wahl des Standortes für Windenergieanlagen verschiedene landschaftliche Begebenheiten berücksichtigt werden, ebenso aber auch verschiedene Gesetze und Regelungen.

Die Bewertung ergab, dass potenzielle Standorte für das Errichten von Windenergieanlagen in Würzburg vorhanden sind. Die mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen rund 5,0 m/s bis max. 5,9 m/s auf 140 m über Grund. Im Rahmen dieser Studie wird als realistisches Szenario die Installation von 10 Windkraftanlagen vorgesehen. Unter Berücksichtigung der vorherrschenden Windhöffigkeit kann in Summe mit einem Stromertrag in Höhe von ca. 50.000 MWh/a gerechnet werden. Dies entspricht rund 7 % des aktuellen Stromverbrauchs im Stadtgebiet Würzburg. Die jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung würde sich auf etwa 27.000 Tonnen belaufen, die Investitionskosten für 10 Anlagen auf rund 34.000.000 Euro.

### **4.3.3 Direkte Nutzung der Sonneneinstrahlung**

Die Nutzung der direkten Sonneneinstrahlung ist auf verschiedene Arten möglich. Zum einen stehen Möglichkeiten der passiven Nutzung von Sonnenlicht und –wärme zur Verfügung, die vor allem in der baulichen Umsetzung bzw. Gebäudearchitektur Anwendung finden. Zum anderen gibt es die aktive Nutzung der direkten Sonnenstrahlung, die in erster Linie in Form der Warmwasserbereitung (Solarthermie) und der Stromerzeugung (Photovoltaik) in technisch ausgereifter Form zur Verfügung steht.

Zur Abschätzung der zur Verfügung stehenden Flächen für die Installation von Photovoltaik oder Solarthermie werden die nachfolgend beschriebenen Annahmen getroffen. Zunächst wird bei der Ermittlung der potenziellen Fläche nicht nach einer photovoltaischen oder solarthermischen Nutzung unterschieden.

Aus der „Statistik kommunal“ liegt der Gesamtbestand an Wohngebäuden im Stadtgebiet Würzburg vor. Da eine Erfassung aller Gebäude mit Ausrichtung, Dachneigung und Verbauung im Einzelnen nicht möglich ist, müssen pauschalisierte Annahmen getroffen werden. Alle Wohngebäude haben entweder geneigte Dächer mit einer Dachneigung zwischen 30 und 60 Grad oder besitzen ein Flachdach. Die Ausrichtung der Gebäude (Firstrichtung) ist nahezu gleich verteilt, d. h. es stehen genauso viele Häuser in Ost-West-Richtung, wie in Nord-Süd-Richtung. Wird davon ausgegangen, dass bis zu einer Abweichung von +/- 45 Grad zur optimalen Südausrichtung die nach Süden geneigte Dachfläche grundsätzlich nutzbar ist, so errechnet sich eine Fläche von rund 25 % der gesamten geneigten Dachfläche. Von dieser

grundsätzlich nutzbaren Fläche müssen Verbauungen und Verschattungen durch Erker, Dachfenster, Schornsteine und sonstige Hindernisse abgezogen werden. Hierfür wird von der grundsätzlich nutzbaren Fläche ein Fünftel abgezogen. Zudem wurden denkmalgeschützte Bereiche in der Betrachtung nicht berücksichtigt. Demzufolge bleiben knapp 20 % der gesamten schrägen Dachfläche zur Installation von Photovoltaik oder Solarthermie zur Verfügung.

Zudem bietet sich die Installation von Solarthermie-/PV-Anlagen auf vorhandenen Dächern der Gewerbe-/Industriebetriebe an. Die Berechnung der geeigneten Fläche auf Schrägdächern erfolgt äquivalent zur Berechnung der Wohngebäude. Auf Flachdächern sollten die Anlagen aufgeständert installiert werden. Die Anlagen können somit in Neigung und Ausrichtung optimal zur Sonne ausgerichtet werden. Durch die Aufständigung am Flachdach ergeben sich jedoch zwischen den einzelnen Reihen in Abhängigkeit vom Sonnenstand Verschattungen, wodurch nur etwa ein Drittel der Grundfläche als Modulfläche nutzbar ist. Auch bei Flachdächern wird noch ein Fünftel der grundsätzlich nutzbaren Fläche aufgrund von Verbauungen und Verschattungen abgezogen, sodass letztendlich ca. 25 % der Flachdachfläche als Modulfläche nutzbar sind.

Mit Hilfe der Anzahl der Wohngebäude aus der „Statistik kommunal“, den vorhandenen Dächern der Gewerbe-/Industriebetriebe, der Auswertung von Luftbildaufnahmen und unter Berücksichtigung der erläuterten Annahmen kann die für die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik geeignete Dachfläche (Modulfläche) bestimmt werden. In Summe beläuft sich die nutzbare Modulfläche im Stadtgebiet auf rund 1.072.000 m<sup>2</sup>.

Ausgehend vom heutigen Stand der Technik kann bei der Verwendung von monokristallinen PV-Modulen zur solaren Stromproduktion von einem Flächenverbrauch von rund 7,5 m<sup>2</sup>/kW<sub>peak</sub> ausgegangen werden. Die Effizienz der Wärmeengewinnung einer Solarthermieanlage ist gegenüber einem PV-Modul deutlich höher. So erzeugt 1 m<sup>2</sup> solarthermisch genutzte Fläche rund 300 kWh<sub>th</sub>. Jedoch kann dieser technische Vorteil nur bedingt genutzt werden, da die schlechte Transportfähigkeit und die mangelnde Speicherefähigkeit einen Durchbruch dieser Technik erschweren. So ist beispielsweise die Wärmeherzeugung in den Sommermonaten am höchsten, während der Wärmebedarf erst in den Wintermonaten merklich ansteigt.

Aus diesem Grund besitzt die Photovoltaik, welche bezüglich der Dachflächen in direkter Konkurrenz zur solarthermischen Nutzung steht, einen deutlichen Wettbewerbsvorteil, da der Bedarf an elektrischer Energie über das gesamte Jahr betrachtet deutlich konstanter ist.

Für die weiteren Berechnungen wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- |                             |   |                           |                                          |
|-----------------------------|---|---------------------------|------------------------------------------|
| • Photovoltaik (Aufdach)    | → | mittl. jährlicher Ertrag: | 900 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>p</sub>   |
| • Photovoltaik (Freifläche) | → | mittl. jährlicher Ertrag: | 1.000 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>p</sub> |
| • Solarthermie              | → | mittl. jährlicher Ertrag: | 300 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>    |

## Szenario

Es wird davon ausgegangen, dass die für solare Nutzung geeignete Dachfläche für die Installation von Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitung und die Installation von Photovoltaikanlagen für die Stromproduktion genutzt wird.

Aufgrund der direkten Standortkonkurrenz der beiden Techniken muss eine prozentuale Verteilung berücksichtigt werden. Um ein praxisbezogenes Ausbausoll an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel von 30 % des Warmwasserbedarfs in der Verbrauchergruppe der privaten Haushalte gesteckt. Der Warmwasserbedarf

kann mit verschiedenen Annahmen überschlagen werden. Ausgehend von einem spezifischen Warmwasserbedarf von  $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2_{\text{WF}} \cdot \text{a}$  ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Warmwasserwärmebedarf von rund  $63.565 \text{ MWh}_{\text{th}}$ , von dem rund  $19.070 \text{ MWh}$  durch Solarthermie gedeckt werden soll (entsprechend 30 %). Um die Randbedingung des 30-prozentigen Deckungsgrades zu erreichen, werden insgesamt rund  $63.565 \text{ m}^2$  an Kollektorfläche benötigt (Gesamtpotenzial).

Derzeit sind im Stadtgebiet Würzburg Solarthermieranlagen mit einer Gesamtfläche von rund  $7.365 \text{ m}^2$  installiert. Unter Berücksichtigung der bereits installierten Solarthermieranlagen müssen folglich noch rund  $56.200 \text{ m}^2$  installiert werden (Ausbaupotenzial).

Ausgehend von der Annahme, dass die benötigten Solarthermie-Kollektoren installiert werden, ergibt sich eine maximal nutzbare Restdachfläche für Photovoltaikmodule von  $1.008.000 \text{ m}^2$ . Nachfolgend wird das realistische Szenario betrachtet, falls **lediglich 50 %** (rund  $504.000 \text{ m}^2$ ) dieser grundsätzlich für Photovoltaik geeigneten Dachfläche belegt werden, was in der weiteren Betrachtung zur Ermittlung des Ausbaupotenzials angewendet wird. In Summe können auf dieser Fläche Photovoltaikmodule mit einer Gesamtleistung von rund  $67.226 \text{ kW}_p$  installiert werden. Im Jahr 2010 sind bereits Module mit einer Gesamtleistung von etwa  $9.587 \text{ kW}_p$  installiert. Das Ausbaupotenzial beträgt folglich noch rund  $57.639 \text{ kW}_p$ . Hierdurch können jährlich ca.  $60.504 \text{ MWh}$  an Strom produziert werden (dementsprechend rund 9 % des aktuellen Stromverbrauches im Ist-Zustand).

| Solarthermie und Photovoltaik                                              |               |               |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| geeignete Modulfläche im Stadtgebiet<br>(Dachneigung, Denkmalschutz, etc.) | 1.072.000     | $\text{m}^2$  |
| Warmwasserbereitung durch Solarthermie                                     |               |               |
| (30 % des WW-Bedarfes der privaten Haushalte)                              |               |               |
| Erforderliche Kollektorfläche                                              | 63.565        | $\text{m}^2$  |
| bereits installiert                                                        | 7.365         | $\text{m}^2$  |
| Ausbaupotenzial                                                            | 56.200        | $\text{m}^2$  |
| <b>gesamte Wärmeproduktion</b>                                             | <b>19.070</b> | <b>MWh/a</b>  |
| Stromproduktion durch Photovoltaik                                         |               |               |
| (50 % der übrigen geeigneten Dachfläche)                                   |               |               |
| Gesamtpotenzial                                                            | 67.226        | $\text{kW}_p$ |
| bereits installiert                                                        | 9.587         | $\text{kW}_p$ |
| Ausbaupotenzial                                                            | 57.639        | $\text{kW}_p$ |
| <b>gesamte Stromproduktion</b>                                             | <b>60.504</b> | <b>MWh/a</b>  |

**Tabelle 15: Das Potenzial erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik (IfE, 2012)**

Unter der Annahme von spezifischen Investitionskosten in Höhe von rund 600 Euro pro  $\text{m}^2$  Solarthermiefläche bzw. 1.500 Euro pro  $\text{kW}_p$  an Photovoltaik ergeben sich in Summe Kosten für das Ausbaupotenzial von rund 120.180.000 Euro. Die jährliche  $\text{CO}_2$ -Einsparung beläuft sich in Summe auf etwa 32.000 Tonnen/a.

|                |                                 |   |                                     |                    |
|----------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------|
| (Solarthermie: | $56.200 \text{ m}^2$            | x | 600 Euro/ $\text{m}^2$              | = 33.720.000 Euro  |
| Photovoltaik:  | $57.639 \text{ kW}_{\text{el}}$ | x | 1.500 Euro/ $\text{kW}_{\text{el}}$ | = 86.458.500 Euro) |

## Freiflächen

Neben der Nutzung von geeigneten Dachflächen besteht auch die Möglichkeit, Sonnenenergie auf Konversionsflächen und sonstigen Freiflächen zu nutzen. Ähnlich wie beim Flachdach kann hier die Ausrichtung der zu installierenden Anlage optimal gewählt werden. Dementsprechende Freiflächen bieten auch die Möglichkeit, Großanlagen mit ggf. einer Nachführung entsprechend dem Sonnenstand zu installieren und somit den Energieertrag zu optimieren.

Zur Potenzialbetrachtung werden zunächst nur die nutzbaren Dachflächen hinzugezogen, eine Abschätzung des Potenzials an Freiflächenanlagen erfolgt nicht. Die Potenzialabschätzung in der vorliegenden Arbeit stellt somit nicht die Obergrenze der zu installierenden Photovoltaik- bzw. Solarthermief Flächen dar, sondern lediglich eine mittlere Abschätzung. Sollten nicht alle beschriebenen Potenziale auf Dachflächen erschlossen werden können und sich somit die grundsätzlich nutzbare Fläche verkleinern, stehen zur Kompensation weitere Möglichkeiten zur Verfügung (Fassadenintegration, Nebengebäude, Gewerbebauten, kommunale Gebäude), die hier nicht explizit aufgeführt sind.

Zudem könnte die Möglichkeit der Installation von Photovoltaikmodulen neben Bahntrassen o. Ä. entsprechend § 32 EEG geprüft werden. Hierfür müssten jedoch zunächst die geeigneten Gebiete im Planungsverfahren ausgewiesen werden.

## Hinweis

Im Bereich der kommunalen Liegenschaften sollten, entsprechend den Leitbildern der Stadt Würzburg im Klimaschutz, zunächst sämtliche Dachflächen auf die Möglichkeit einer solaren Nutzung geprüft werden (Ausrichtung, Neigung, Statik etc.). Hierfür bietet sich die Möglichkeit der Erstellung eines Solarkatasters an, anhand dessen die geeignetsten Flächen mittels einer Prioritätenliste gefiltert werden können.

Im Bereich GHD/Industrie könnte der Ausbau der Photovoltaik, bspw. durch die Vermittlung von geförderten Energieeffizienzberatungen, geprüft werden. Hierfür sollte ein zentraler Ansprechpartner für energetische Fragen in der Stadtverwaltung eingerichtet werden.

### 4.3.4 Wasserkraft

Im Rahmen dieses Konzeptes wird kein weiteres Potenzial zur Steigerung der Stromproduktion aus Wasserkraft gesehen.

### 4.3.5 Geothermie

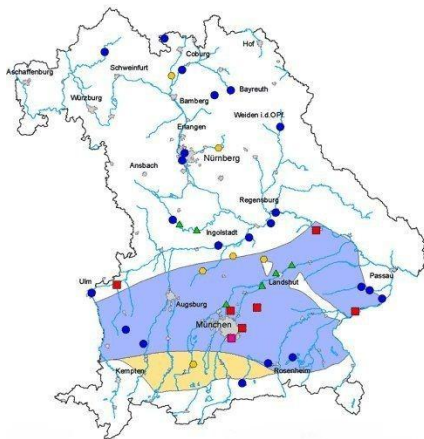
Die Geothermie oder Erdwärme ist die im derzeit zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, soweit sie entzogen werden kann. Sie kann sowohl direkt genutzt werden, etwa zum Heizen und Kühlen im Wärme-markt, als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom in einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Geothermienutzung

- oberflächennahe Geothermie bis ca. 400 Meter Tiefe zur Wärme- und Kältegewinnung (meist über Wärmepumpen in Verbindung mit Erdwärmesonden oder -kollektoren, die als Wärmetauscher genutzt werden) und

- tiefe Geothermie bis ca. 7 km Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom über die sog. Kraft-Wärme-Kopplung wirtschaftlich interessant sein.

In Abbildung 34 sind die als wirtschaftlich erachteten, möglichen Gebiete für tiefe Geothermie im Bundesland Bayern dargestellt ([www.geothermieprojekte.de](http://www.geothermieprojekte.de), 2011). Die blau gefärbte Fläche kennzeichnet Gebiete mit geologisch günstigen Verhältnissen für die energetische Nutzung von Erdwärme mittels tiefer Geothermie. Die gelb gefärbte Fläche stellt die Gebiete dar, die möglicherweise günstige geologische Verhältnisse für die energetische Nutzung von Erdwärme mittels Geothermie bieten. Allgemein lässt sich feststellen, dass die Stadt Würzburg in einem Gebiet liegt, in welchem Energieerzeugung aus tiefer Geothermie wirtschaftlich nicht realisierbar erscheint. Dies wurde von der Stadt Würzburg in Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt bestätigt.



**Abbildung 34: Das Geothermiepotezial im Bundesland Bayern ([www.geothermieprojekte.de](http://www.geothermieprojekte.de), 2011)**

Die direkte Nutzung oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpenheizungen ist in Deutschland schon weit verbreitet und verzeichnet hohe Zuwachsraten. Diese Technik findet ihren Einsatz überwiegend in kleinen und mittleren dezentralen Anlagen zur Bereitstellung von Wärmeenergie und Klimakälte.

Zur Nutzung des niedrigen Temperaturniveaus, in Bayern zwischen 7°C und 12°C, steht ein vielfältiges Spektrum an Techniken zur Verfügung, um die im Untergrund vorhandene Energie nutzen zu können. Die wichtigsten hierbei sind:

- Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden
- Grundwasser-Wärmepumpen
- Erdberührte Betonbauteile
- Thermische Untersgrundspeicher

### Szenario

Im Rahmen dieser Studie wird ein Szenario berechnet, in welchem bis zum Jahr 2020 5 % des Gesamtwärmebedarfs der privaten Haushalte durch Wärmepumpen gedeckt werden (Ausbaupotenzial). Dies entspricht einer Wärmemenge in Höhe von rund 43.312 MWh/a. Der für den Betrieb der Wärmepumpe notwendige Stromeinsatz erfolgt komplett aus regenerati-

ven Energieformen. Unter Annahme eines mittleren COP<sup>7</sup> in Höhe von 3 ergibt sich ein Strombedarf der Wärmepumpen in Höhe von rund 14.437 MWh/a. Durch den Einsatz der Wärmepumpen können hierdurch jährlich etwa 10.000 Tonnen CO<sub>2</sub> vermieden werden. Die Investitionskosten belaufen sich auf rund 33.700.000 Euro.

### **Zusammenfassung**

In Tabelle 16 werden die im Rahmen dieser Studie berechneten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in den einzelnen Verbrauchergruppen zusammenfassend dargestellt. In Summe werden im Betrachtungsgebiet jährlich rund 3.710.528 MWh an Endenergie verbraucht, wovon rund 1.962.258 MWh dem Verbrauch an thermischer Energie, rund 689.060 MWh dem Verbrauch an elektrischer Energie sowie rund 1.059.211 MWh dem Verbrauch an Kraftstoffen für den mobilen Bereich zuzuordnen sind.

Durch die aufgezeigten Maßnahmen zur Effizienzsteigerung können in der Verbrauchergruppe

- Private Haushalte rund 33.300 Tonnen CO<sub>2</sub>
- Kommunale Liegenschaften rund 3.900 Tonnen CO<sub>2</sub>
- GHD/Industrie rund 67.800 Tonnen CO<sub>2</sub> und im Sektor
- Verkehr rund 50.000 Tonnen CO<sub>2</sub>

eingespart werden.

Durch Einsparungen im Wärmebereich (rund 269.370 MWh/a) könnten unter Berücksichtigung aktueller Brennstoffkosten (8 Cent/kWh) jährlich rund 21.500.000 Euro eingespart werden.

Durch Einsparungen im Strombereich (rund 106.000 MWh/a) könnten unter Berücksichtigung aktueller Stromkosten (25 Cent/kWh) jährlich rund 26.500.000 Euro eingespart werden.

---

<sup>7</sup> COP: Leistungszahl; beschreibt das Verhältnis von nutzbarer Wärmeleistung zu zugeführter elektrischer Verdichterleistung

| Effizienzsteigerung      |                                          | Endenergie<br>Ist-Zustand | Maßnahme                                                           | Einspar-<br>poten-<br>zial | Einspar-<br>poten-<br>zial | CO <sub>2</sub> -<br>Minde-<br>rung |
|--------------------------|------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|                          |                                          | [MWh/a]                   |                                                                    | [%]                        | [MWh/a]                    | [t/a]                               |
| Private<br>Haushalte     | Endenergie<br>thermisch                  | 866.249                   | Wärmedämmmaßnahmen<br>Sanierungsrate 2 % pro<br>Jahr auf EnEV 2009 | 12 %                       | 104.207                    | 23.360                              |
|                          | Endenergie<br>elektrisch                 | 165.875                   | Steigerung der Elektroeffi-<br>zienz                               | 15 %                       | 24.881                     | 9.941                               |
| Kommunale Liegenschaften | Endenergie<br>thermisch                  | 38.087                    | Wärmedämmmaßnahmen<br>Sanierungsrate 3 % pro<br>Jahr auf EnEV 2009 | 17 %                       | 6.475                      | 1.340                               |
|                          | Endenergie<br>elektrisch                 | 10.063                    | Steigerung der Elektroeffi-<br>zienz                               | 15 %                       | 1.509                      | 603                                 |
|                          | Kläranlage/<br>Entwässerungs-<br>betrieb | 8.643                     | Ertüchtigung aller Pumpen                                          | 20 %                       | 1.729                      | 691                                 |
|                          | Straßen-<br>beleuchtung                  | 6.122                     | Umrüstung auf LED                                                  | 51 %                       | 3.127                      | 1.249                               |
| GHD/<br>Industrie        | Endenergie<br>thermisch                  | 1.057.922                 | Effizienzsteigerung                                                | 15 %                       | 158.688                    | 37.908                              |
|                          | Endenergie<br>elektrisch                 | 498.357                   | Steigerung der Elektroeffi-<br>zienz                               | 15 %                       | 74.754                     | 29.868                              |
| Verkehr                  | Endenergie<br>mobil                      | 1.059.211                 | Effizienzsteigerung,<br>persönliches Verhalten                     | 16 %                       | 168.558                    | 50.000                              |
| <b>Summe</b>             | <b>Endenergie<br/>gesamt</b>             | <b>3.710.528</b>          |                                                                    | <b>15 %</b>                | <b>543.928</b>             | <b>154.961</b>                      |

Tabelle 16: Übersicht der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz (IfE, 2012)

| Potenzial<br>Erneuerbarer Energien |                                             | Bestand                       |                              | Gesamtpotenzial               |                              | Ausbaupotenzial               |                              | CO <sub>2</sub> -Einsparung * |                 |
|------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|
|                                    |                                             | End-<br>energie<br>elektrisch | End-<br>energie<br>thermisch | End-<br>energie<br>elektrisch | End-<br>energie<br>thermisch | End-<br>energie<br>elektrisch | End-<br>energie<br>thermisch | elektrisch                    | ther-<br>misch  |
|                                    |                                             | [MWh/a]                       | [MWh/a]                      | [MWh/a]                       | [MWh/a]                      | [MWh/a]                       | [MWh/a]                      | [Ton-<br>nen/a]               | [Ton-<br>nen/a] |
| Photovoltaik                       | 50 % der geeigneten Fläche                  | 8.628                         | -                            | 60.504                        | -                            | 51.875                        | -                            | 28.013                        | -               |
| Solarthermie                       | 30 % WW-Deckung                             | -                             | 2.630                        | -                             | 19.070                       | -                             | 16.440                       | 0                             | 3.684           |
| Biomasse**                         | Wald/Altholz/Nebenprod.                     | -                             | 55.164                       | -                             | 55.164                       | -                             | -                            | -                             | -               |
|                                    | Kraft-Wärme-Kopplung                        | 1.469                         | k.A.                         | k.A.                          | k.A.                         | k.A.                          | k.A.                         | k.A.                          | k.A.            |
| Biogas                             | landw. Nutzfläche, Gülle                    | 0                             | 0                            | 10.965                        | 12.336                       | 10.965                        | 12.336                       | 5.921                         | 2.764           |
| Klärgas                            |                                             | 2.950                         | k.A.                         | 2.950                         | k.A.                         | -                             | k.A.                         | -                             | k.A.            |
| Oberflächennahe Geothermie         | 5 % des Wärmebedarfs der privaten Haushalte | -                             | k.A.                         | -                             | k.A.                         | -                             | 43.312                       | -                             | 10.037          |
| Windkraft                          | 10 Anlagen à 2,3 MW                         | 0                             | -                            | 50.000                        | -                            | 50.000                        |                              | 27.000                        | -               |
| Wasserkraft                        |                                             | 5.499                         | -                            | 5.499                         | -                            | -                             | -                            | -                             | -               |
| <b>Summe EE</b>                    |                                             | <b>18.546</b>                 | <b>57.794</b>                | <b>129.918</b>                | <b>86.570</b>                | <b>112.841</b>                | <b>72.088</b>                | <b>60.934</b>                 | <b>16.486</b>   |

\* bei Ausschöpfen des Ausbaupotenzials

\*\* im Stadtgebiet Würzburg besteht jedoch nur ein Potenzial in Höhe von rund 18.080 MWh

**Tabelle 17: Übersicht der Potenziale an erneuerbarer Energien im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012)**

In Tabelle 17 ist zusammenfassend der Bestand an erneuerbaren Energieträgern im Stadtgebiet (Stand 2010) und das in diesem Kapitel ermittelte Gesamtpotenzial im Betrachtungsgebiet dargestellt. Die Differenz aus Gesamtpotenzial und Bestand bildet das Ausbaupotenzial, welches zum Ausschöpfen der erneuerbaren Energiequellen im Stadtgebiet Würzburg noch zur Verfügung steht.

Der hier aufgeführte Bestand an erneuerbaren Energien stellt die bereitgestellte Energiemenge im Bilanzjahr 2010 dar. Durch einen weiteren Ausbau, insbesondere der Photovoltaik (z. B. Freiflächen PV-Anlage am Rosenmühlweg) konnte dieser in den Jahren 2011 und 2012 bereits erweitert werden.

Würde die Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien wie in der dargestellten Form ausgebaut werden, könnten pro Jahr rund 129.918 MWh an elektrischer Energie bereitgestellt werden, womit z. B. rund 18 % des aktuellen Strombedarfs im Stadtgebiet gedeckt werden können.

Im Bereich der thermischen Endenergie ergibt sich ein Gesamtpotenzial von rund 86.570 MWh im Jahr (rund 4 % des aktuellen thermischen Gesamtbedarfes im Stadtgebiet), was größtenteils auf der regenerativen Biomassenutzung und der Warmwasserbereitung durch Solarthermie beruht. Einen weiteren großen Anteil stellt die thermische Energieauskopplung aus der Biomassenutzung (Kraft-Wärme-Kopplung) dar.

Durch den konsequenten Ausbau an erneuerbaren Energieträgern kann durch das Ausschöpfen der Potenziale im thermischen und elektrischen Bereich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Stadtgebiet um rund 77.500 Tonnen pro Jahr reduziert werden.

In Tabelle 18 ist zusammenfassend die zu installierende Leistung (bei Solarthermie: Fläche) der jeweiligen Art von erneuerbaren Energien dargestellt, welche zum Ausschöpfen der ermittelten Potenziale im Stadtgebiet Würzburg zusätzlich zu den bestehenden Anlagen errichtet werden müsste. Die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung des Ausbaupotenzials sind in den jeweiligen Potenzialanalysen der erneuerbaren Energiearten beschrieben.

|              |                     | <b>Bestand</b> | <b>Gesamtpotenzial</b> | <b>Ausbau-<br/>potenzial</b> |
|--------------|---------------------|----------------|------------------------|------------------------------|
| Photovoltaik | [kW <sub>el</sub> ] | 9.587          | 67.226                 | 57.639                       |
| Solarthermie | [m <sup>2</sup> ]   | 7.365          | 63.565                 | 56.200                       |
| Windkraft    | [kW <sub>el</sub> ] | 0              | 23.000                 | 23.000                       |
| Wärmepumpen  | [kW <sub>th</sub> ] |                |                        | 24.062                       |
| Biogasanlage | [kW <sub>el</sub> ] | 0              | 1.490                  | 1.490                        |

**Tabelle 18: Die zu installierenden Anlagen zum Ausschöpfen der Potenziale an Erneuerbaren Energien (IfE, 2012)**

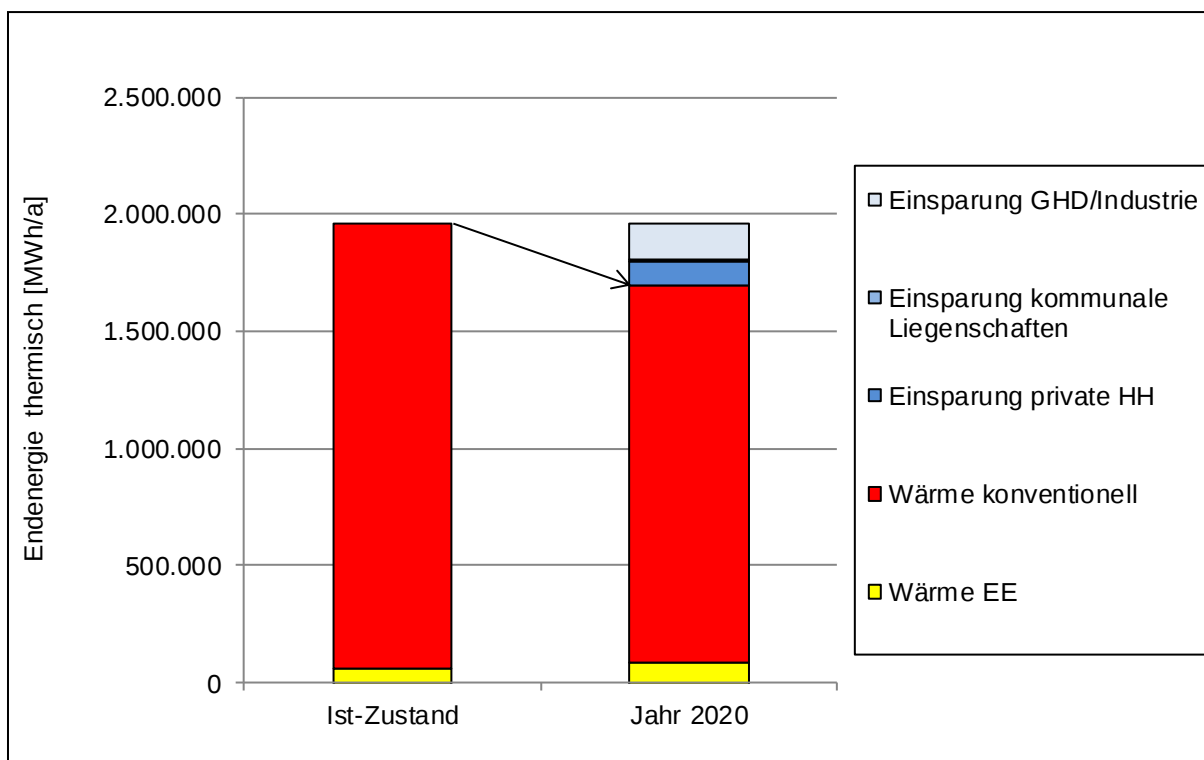
In Summe ergeben sich Investitionskosten in Höhe von rund 196.000.000 Euro, welche zum Ausschöpfen der in Tabelle 18 aufgeführten Ausbaupotenziale aufgebracht werden müssten.

## 5 Szenarien

Im folgenden Teil werden die Ergebnisse der Darstellung des Energieverbrauchs im Stadtgebiet Würzburg im Ist- Zustand einem Soll- Zustand im Jahr 2020 gegenüber gestellt, der die Ausschöpfung der in der Studie beschriebenen Potenziale (Energieeinsparung, Effizienzinsparungen und der Ausbau erneuerbarer Energien) beschreibt. Die Gegenüberstellung soll die Grundlage zur Definition von ehrgeizigen, aber realisierbaren Klimaschutzzielen bieten, die zum einen durch eine Verbrauchsreduzierung, zum anderen durch die Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energieträger erreicht werden können.

### 5.1 Wärme

Der thermische Gesamtendenergiebedarf aller Verbrauchergruppen im Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 35 für den Ist-Zustand und den Soll-Zustand im Zieljahr 2020 dargestellt.



**Abbildung 35: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfes Ist – Ziel 2020 (IfE, 2012)**

Derzeit werden jährlich ca. 1.962.258 MWh an Endenergie in Würzburg für Heizwärme in privaten Haushalten und kommunalen Liegenschaften sowie für Heiz- und Prozesswärme in den Gewerbe- und Industriebetrieben verbraucht. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Verbrauch im Ist- Zustand beläuft sich auf rund 3 %.

Ein erhebliches Potenzial an möglichen Einsparmaßnahmen bietet der Bereich Raumwärme in den privaten Haushalten (Einsparpotenzial rund 12 %) und der Bereich Raumwärme/Prozesswärme im Bereich GHD/Industrie (Einsparpotenzial rund 15 %).

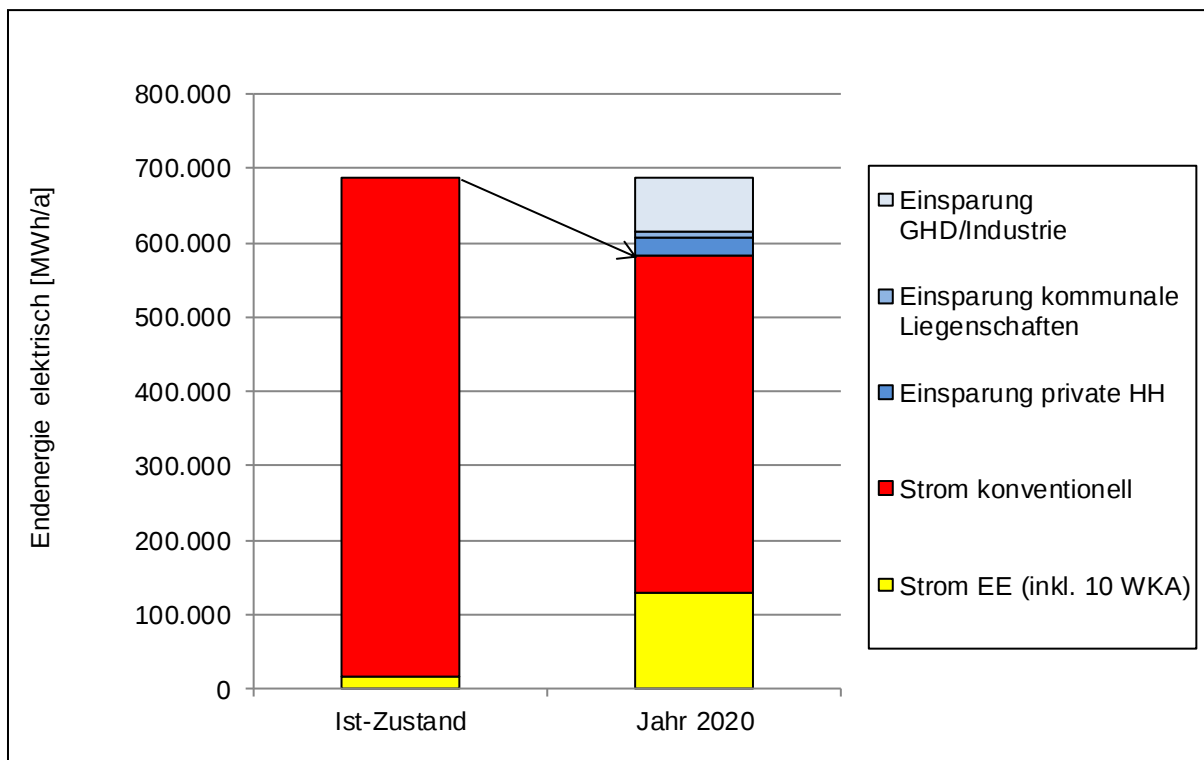
Es muss hierbei nochmals erwähnt werden, dass die thermische Effizienzsteigerung im Bereich GHD/Industrie anhand von charakteristischen Durchschnittswerten berechnet wurde. Das tatsächliche Einsparpotenzial kann folglich deutlich variieren.

Weiteres Potenzial ist durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gegeben. Mit dem Ausbau an Solarthermief Flächen zur Deckung von 30 % des Gesamtwärmebedarfs für Warmwasser, dem Ausbau der oberflächennahen Geothermie (Wärmepumpen) und der Wärmenutzung aus Biogasanlagen lässt sich die thermische Endenergiebereitstellung im Zieljahr 2020 zu 5 % aus heimischen erneuerbaren Energien decken.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotenziale sowie dem Ausbaupotenzial an erneuerbaren Energien verbleibt ein Restbedarf von rund 1.607.000 MWh thermischer Endenergie pro Jahr bestehen, der weiterhin durch konventionelle Energieträger bzw. durch den Zukauf erneuerbarer Energien (z. B. Biomethan, Biomasse) von außerhalb des Stadtgebietes gedeckt werden muss.

## 5.2 Strom

In Abbildung 36 ist die elektrische Endenergieverbrauchssituation im Betrachtungsgebiet dargestellt.



**Abbildung 36: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfes Ist – Ziel 2020 (IfE, 2012)**

Derzeit werden von allen aufgeführten Verbrauchergruppen insgesamt jährlich ca. 689.060 MWh elektrische Endenergie verbraucht. Die Bereitstellung an elektrischer Energie aus erneuerbaren Energieträgern (PV, Wasserkraft, etc.), welche im Stadtgebiet bereits erzeugt wird, entspricht einem Anteil von rund 2 % am Gesamtverbrauch.

Bei einer Umsetzung der im vorhergehenden Kapitel ermittelten Effizienzsteigerungspotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen, die sich in Summe auf eine Einsparung von jährlich rund 106.000 MWh Endenergie beziffern, ergibt sich eine mittlere Gesamteffizienzsteigerung von rund 15 % im Bereich der elektrischen Energie. Es muss hierbei wiederholt erwähnt werden, dass die Effizienzsteigerung im Bereich GHD/Industrie anhand von charakteristischen Durchschnittswerten berechnet wurde. Das tatsächliche Einsparpotenzial kann folglich deutlich variieren.

Durch das Ausbaupotenzial im Bereich der erneuerbaren Energien (u. a. PV, Windkraft) könnte nach Umsetzung aller Maßnahmen und der kompletten Ausschöpfung der dargestellten Potenziale rund 22 % des Strombedarfes im Zieljahr 2020 regenerativ gedeckt werden.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotenziale sowie dem Ausbaupotenzial an erneuerbaren Energien verbleibt ein Restbedarf von rund 454.000 MWh elektrischer Endenergie pro Jahr bestehen, der weiterhin durch konventionelle Energieträger bzw. z. B. durch den Energiehandel mit erneuerbaren Energien an der Strombörse gedeckt werden müsste.

### 5.3 Verkehr

Für den Bereich Mobilität und Verkehr wird im Folgenden aufgezeigt, in welcher Größenordnung CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden können, wenn die in Kapitel 0 dargestellten, lokalen Maßnahmen konsequent umgesetzt werden.

| 2008 |                    | Anzahl der Wege der Bewohner Stadt Würzburg |        |         |         | Durchschnittliche Wegelänge |      | gr CO <sub>2</sub> pro Personen-km |       | Tonnen CO <sub>2</sub> /Jahr |        |        |
|------|--------------------|---------------------------------------------|--------|---------|---------|-----------------------------|------|------------------------------------|-------|------------------------------|--------|--------|
|      |                    | Fuß/Rad                                     | ÖV     | MIV     | Summe   | ÖV                          | MIV  | ÖV                                 | MIV   | ÖV                           | MIV    | Gesamt |
|      |                    | 177.977                                     | 82.852 | 246.113 | 506.942 | 4,87                        | 6,12 | 20,8                               | 131,9 | 3.069                        | 72.505 | 75.574 |
|      | <b>Modal Split</b> | 35%                                         | 16%    | 49%     |         |                             |      |                                    |       |                              |        |        |

| 2020 | Verkehrsmittelwahl              | Fuß/Rad | ÖV     | MIV      | Summe   | Durchschnittliche Wegelänge |     | gr CO <sub>2</sub> pro Personen-km |       | Tonnen CO <sub>2</sub> /Jahr |        |        |
|------|---------------------------------|---------|--------|----------|---------|-----------------------------|-----|------------------------------------|-------|------------------------------|--------|--------|
|      | Anzahl der Wege (2008)          | 177.977 | 82.852 | 246.113  | 506.942 |                             |     |                                    |       |                              |        |        |
|      | Verlagerte Wege von MIV         | 10%     |        | - 24.611 |         | ÖV                          | MIV | ÖV                                 | MIV   |                              |        |        |
|      | % der verlagerten Wege nach ÖV  | 50%     | 12.306 |          |         |                             |     |                                    |       | ÖV                           | MIV    | Gesamt |
|      | % der verlagerten Wege nach F/R | 50%     | 12.306 |          |         | 0%                          | -5% | -3%                                | -3%   |                              |        |        |
|      | Reduktionsszenario (2020)       | 190.283 | 95.158 | 221.502  | 506.942 | 4,9                         | 5,8 | 19,2                               | 121,3 | 3.243                        | 56.993 | 60.236 |
|      | <b>Modal Split</b>              | 38%     | 19%    | 44%      |         |                             |     |                                    |       |                              |        |        |
|      | <b>Reduktion</b>                | - 174   | 15.512 | 15.338   |         |                             |     |                                    |       |                              |        |        |

Abbildung 37: Reduktionspotenziale im Verkehr (TUM, 2012)

Auf der Grundlage der verfügbaren Datengrundlagen zum Verkehrsverhalten im Jahr 2008 (Verkehrsmodell WVI) wurden folgende Einsparungen ermittelt (vgl. Abbildung 37):

- 10 % der MIV-Wege werden zu gleichen Teilen auf den ÖPNV und den Rad- und Fußverkehr verlagert, dies entspricht einer Reduzierung der MIV-Wege auf ca. 221.502 Wege/Tag.
- Die durchschnittliche Länge dieser Wege wird um 5 % auf 5,81 km/Weg verringert.
- Der Besetzungsgrad im MIV sowie die Auslastung im ÖV steigen jeweils um 5 %.
- Gegenüber dem bundesweiten Trend wird zusätzlich eine um 3 % erhöhte Effizienzsteigerung des spezifischen Energiebedarfs bzw. CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im KFZ-Verkehr unterstellt. Damit reduziert sich der spezifische CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Personen-Kilometer im MIV auf etwa 121 g/km im ÖV auf etwa 19 g/km.

Insgesamt können damit auf lokaler Ebene ca. 15.000 t CO<sub>2</sub>/a eingespart werden.

Hinzu kommen CO<sub>2</sub>-Einsparungen aus den im bundesweiten Trend angenommenen Effizienzsteigerungen in Höhe von etwa 35.000 t CO<sub>2</sub>/a so dass sich insgesamt eine Reduktion um 50.000 t CO<sub>2</sub>/a erzielen lässt.

## 5.4 Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Nach den in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzialen in den einzelnen Verbrauchergruppen sowie durch die Substitution fossiler Energieträger durch den Ausbau erneuerbarer Energien, kann zusammenfassend das Gesamt-minderungspotenzial im Zeitraum 1990 bis 2020 dargestellt werden.

Hierbei wird zunächst die erzielte CO<sub>2</sub>-Minderung im Zeitraum 1990 – 2010, insbesondere durch die Umstellung des Kraftwerksparks dargestellt. Des Weiteren sind ausgehend vom ermittelten CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Jahr 2010 das CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Effizienzsteigerungsmaßnahmen (Energieeinsparung) sowie das Minderungspotenzial durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energieträger dargestellt. Die rote Linie zeigt hierbei das politische Ziel „50 % CO<sub>2</sub>-Einsparung im Zeitraum 1990 – 2020“ (siehe Abbildung 38).

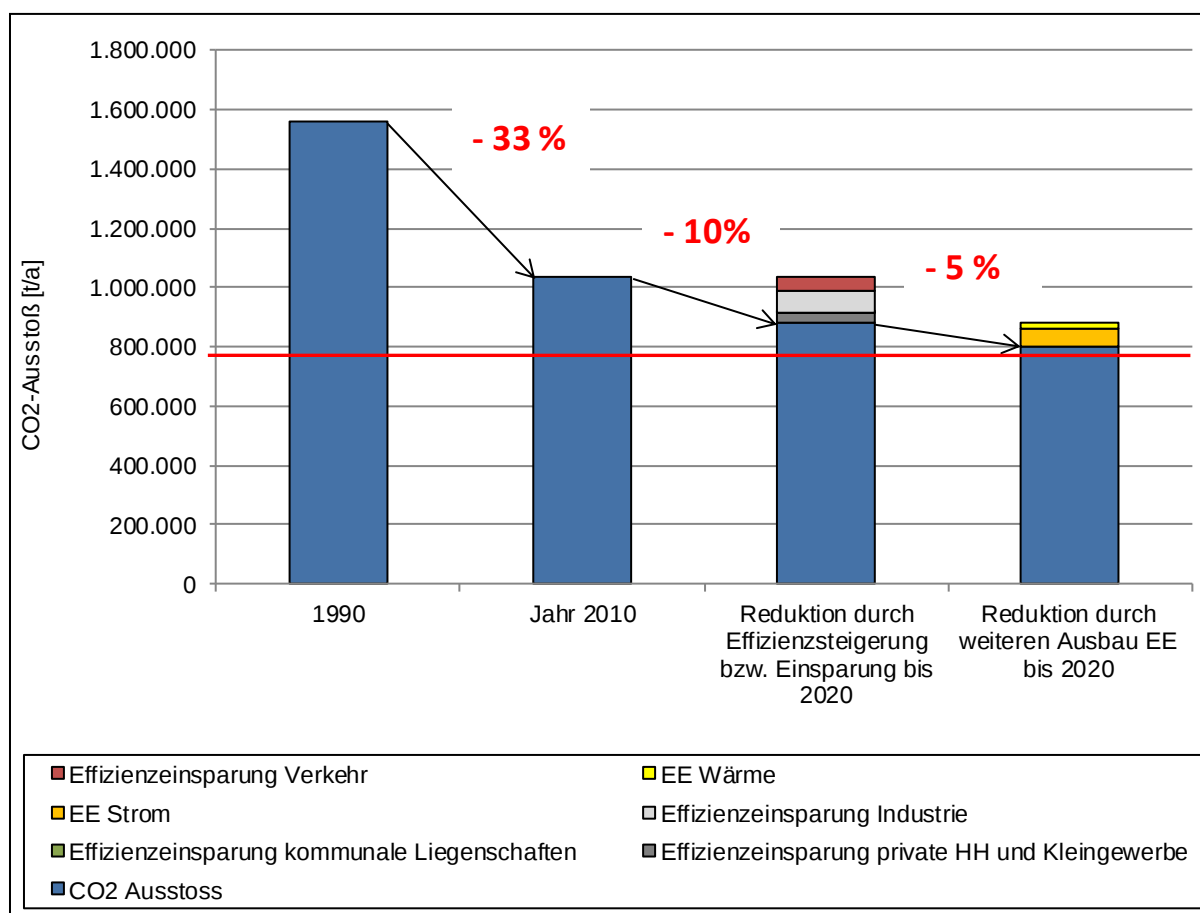


Abbildung 38: Die CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012)

Ausgehend von einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Höhe von rund 1.557.000 Tonnen im Jahr 1990 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2010 bereits auf rund 1.036.000 Tonnen reduziert werden (insbesondere durch die Modernisierung des Kraftwerksparks mit Brennstoffwechsel von Kohle auf Erdgas).

Durch die diversen beschriebenen Effizienzsteigerungs- und Einsparmaßnahmen könnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Zeitraum 2010 – 2020 um ca. 155.000 Tonnen im Jahr reduziert werden. In den einzelnen Verbrauchergruppen könnten die privaten Haushalte eine Reduktion von 33.300 t/a, die kommunalen Gebäude eine Reduktion in Höhe von 3.900 t/a, der Sektor GHD/Industrie 67.800 t/a sowie der gesamte Verkehrsbereich eine Reduktion von 50.000 t/a

dazu beitragen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß kann dadurch um 10 % gegenüber dem Ausstoß im Jahr 1990 gesenkt werden.

Das Ausbaupotenzial an elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien wird mit ca. 112.841 MWh/a ausgewiesen, wodurch sich ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial von 60.900 Tonnen pro Jahr ergibt.

Weitere 16.500 Tonnen CO<sub>2</sub> lassen sich durch den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich der thermischen Nutzung einsparen, wobei jährlich weitere 16.486 MWh Endenergie aus heimischen Rohstoffen genutzt werden können (insbesondere durch Wärmepumpen).

Das CO<sub>2</sub>-Gesamteinsparpotenzial durch den konsequenten Ausbau der beschriebenen Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien liegt bei ca. 5 %.

- ➔ Insbesondere durch die Modernisierung des Kraftwerksparks mit Brennstoffwechsel von Kohle auf Erdgas konnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Zeitraum 1990 – 2010 um rund 33 % gesenkt werden.
- ➔ Unter der Ausnutzung sämtlicher dargestellter Minderungspotenziale kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Zeitraum 2010 – 2020 auf 803.100 Tonnen/Jahr reduziert werden
- ➔ Zur Erreichung des politischen Ziels der Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitraum 1990 – 2020 müssen neben den beschriebenen Minderungspotenzialen noch weitere 25.000 Tonnen/Jahr bis zum Jahr 2020 eingespart werden

Weitere Möglichkeiten zum Erreichen der CO<sub>2</sub>-Halbierung im Zeitraum 1990 - 2020 ergeben sich durch den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung.

Die bisher aufgezeigten Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienzsteigerung sowie die Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energien reichen alleine nicht aus, um die politische Vorgabe der CO<sub>2</sub>-Halbierung zu erreichen. Es gilt, neben den berechneten Potenzialen noch weitere Maßnahmen zu ergreifen, um die restlichen 25.000 Tonnen einzusparen. In der Stadt Würzburg mit ihrem bestehenden Wärmenetz, den vorhandenen Industrie- bzw. Gewerbebetrieben sowie der dichten Bebauung bietet sich der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) an, da Blockheizkraftwerke nur wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll betrieben werden können, wenn die neben der Stromproduktion vorhandene Wärmemenge sinnvoll genutzt wird.

Nachfolgend werden zwei Szenarien berechnet, die aufzeigen, welche elektrische Leistung an Blockheizkraftwerken installiert werden müsste, damit die noch notwendigen 25.000 Tonnen an CO<sub>2</sub> eingespart werden können.

### **Szenario 1: Einsatz von Erdgas-BHKW**

In Szenario 1 wird der Fall betrachtet, wenn die BHKW mit Erdgas als Brennstoff befeuert werden. Im Vergleich zu einer konventionellen Wärmeherzeugung durch einen Erdgaskessel und den Strombezug aus dem öffentlichen Netz könnte die CO<sub>2</sub>-Halbierung durch die Installation von Erdgas-BHKW mit einer elektrischen Leistung in Höhe von rund 12.700 kW rechnerisch erreicht werden (Annahme: 6.500 Vollbenutzungsstunden)

## Szenario 2: Einsatz von Biomethan-BHKW

In Szenario 2 wird der Fall betrachtet, wenn die BHKW mit Biomethan (aufbereitetes Biogas) als Brennstoff befeuert werden. Im Vergleich zu einer konventionellen Wärmeerzeugung durch einen Erdgaskessel und den Strombezug aus dem öffentlichen Netz, könnte die CO<sub>2</sub>-Halbierung durch die Installation von Biomethan-BHKW mit einer elektrischen Leistung in Höhe von rund 6.700 kW rechnerisch erreicht werden (Annahme: 6.500 Vollbenutzungsstunden)

### Hinweis

Die geeigneten Gebiete für den Einsatz von Blockheizkraftwerken können anhand des erstellten Wärmekatasters identifiziert werden. Insbesondere der Betrieb von BHKW in Warmesenken, die auch im Sommer Wärme benötigen (z. B. Industriebetrieb, Krankenhaus, Freibad, etc.) erweist sich häufig als wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll.

Erste mögliche, konkrete Projekte für den Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung in der Stadt Würzburg werden im Handlungsleitfaden, Kapitel 8.4 erläutert.

## 5.5 Regionalwirtschaftliche Aspekte

Aufbauend auf den Potenzialbetrachtungen wird nachfolgend eine überschlägige Prognose der Investitionskosten getroffen. Im Nachgang zu dieser Prognose wird die regionale Wertschöpfung durch den Ausbau der erneuerbaren Energien prognostiziert.

### 5.5.1 Prognostizierte Investitionskosten

#### 5.5.1.1 Energieeffizienz

##### Verbrauchergruppe „private Haushalte“

Für eine umfassende Sanierung in den Bereichen Dach/oberste Geschossdecke, Fenster, Außenwände und Keller ist mit Kosten in Höhe von rund 300 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche zu rechnen. Die Kosten sind entsprechend stark vom Umfang und dem Ausführungsstandard abhängig und können somit deutlich nach oben oder unten abweichen.

Unter der Annahme, dass Sanierungen (Sanierungsrate deutschlandweit rund 1 Prozent) bereits getätigt wurden, ergeben sich im Sanierungsszenario 1 (**Sanierungsrate 2 % bis 2020**) unter den erläuterten Annahmen Investitionskosten von rund 322.000.000 Euro.

Im Bereich der **Energieeffizienz der Haushalte** können einige Maßnahmen ganz ohne Investitionen umgesetzt werden (z. B. Änderung des Nutzerverhaltens, Vermeidung von Stand-by Verlusten). Für die konkret dargestellten Einsparpotenziale durch den Austausch von Geräten, die vor 1990 genutzt wurden, werden rund 500 Euro je Wohnung veranschlagt. Die Gesamtzahl der Wohnungen in Würzburg beläuft sich auf rund 70.700. In Summe würden sich hier Investitionskosten von rund 35.000.000 Euro ergeben.

### Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“

Die Investitionskosten für die **Sanierung kommunaler Gebäude** bzw. der **Steigerung der Elektroeffizienz** können im Rahmen dieser Studie nicht quantifiziert werden. Die Kosten variieren z. B. aus Gründen des Denkmalschutzes sehr stark und müssen für jede einzelne Liegenschaft konkret berechnet werden.

#### Hinweis

Es wird empfohlen, den Energieverbrauch (thermisch und elektrisch) aller kommunalen Liegenschaften zentral zu erfassen und anhand eines Benchmarking (z. B. nach der VDI 3807) eine Prioritätenliste anstehender Sanierungen zu erstellen.

Bei einer flächendeckenden Sanierung und Erneuerung der **Straßenbeleuchtung** mit LED-Technik ergeben sich Investitionskosten von rund 8.300.000 Euro (entsprechend rund 350 Euro pro Leuchte).

Im Bereich der Effizienzsteigerungsmaßnahmen auf dem **Klärwerk Würzburg** sind die Investitionskosten nicht konkret quantifizierbar. Die Umsetzbarkeit einer einzelnen Maßnahme ist im Detail zu prüfen.

### Verbrauchergruppe GHD/Industrie

Für die Verbrauchergruppe Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen werden in der Potenzialbetrachtung durch kontinuierliche Effizienzsteigerungsmaßnahmen insgesamt rund 15 % des thermischen und rund 15 % des elektrischen Verbrauchs als Einsparpotenzial bis zum Jahr 2020 berechnet. Auch – und vor allem – in dieser Verbrauchergruppe erweist sich eine Kalkulation des Investitionsbedarfs als äußerst schwierig.

Durch ein geändertes Nutzerverhalten, eine kontinuierliche Überprüfung von Anlagenregelungen und Steuerungen, einer Erfassung und Kontrolle des Energieverbrauchs im Unternehmen können nicht-investive Sofortmaßnahmen ergriffen werden, die teilweise den Verbrauch bereits deutlich reduzieren. Im Bereich der Energieeffizienz von Anlagen und Elektrogeräten wird durch den ohnehin regelmäßigen Ersatz und Austausch von Altgeräten kontinuierlich eine Effizienzsteigerung erlangt, die keine zusätzlichen Investitionen nach sich ziehen. Zusätzliche Investitionen im Bereich der Prozesswärmeeinsparung müssen je nach Branche im Detail untersucht werden.

#### 5.5.1.2 Erneuerbare Energien

Im Rahmen dieses Kapitels werden die Investitionssummen für die Umsetzung der Mindungspotenziale durch den **Ausbau der erneuerbaren Energien** nach derzeitigem Stand prognostiziert. Die Kostenprognose ist eine Überschlagsrechnung anhand derzeit marktüblicher Preise. Die tatsächliche Umsetzung bedarf in der Regel einer ausführlichen Detailplanung und kann entsprechend nach oben oder unten abweichen.

In Tabelle 19 werden die Investitionskosten aufgeführt, die für den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien aufgewendet werden müssen. Die spezifischen Investitionskosten zur Ermittlung der Gesamtkosten wurden anhand eigener Erfahrungswerte berechnet.

Durch Investitionen in die Anlagentechnik (ohne Brennstoffaufbereitung) für den Ausbau und die Nutzung der ausgewiesenen Potenziale erneuerbarer Energieträger ergeben sich Gesamtinvestitionskosten in Höhe von rund 196.000.000 Euro. Der Ausbau bzw. die eventuelle Erweiterung der bestehenden Fernwärmenetze wird hierbei nicht mit berücksichtigt.

Bei einem jährlichen Einsparpotenzial von ca. 77.500 Tonnen CO<sub>2</sub> liegen die absoluten spezifischen Investitionskosten für die Einsparung bei rund 2.530 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>.

Alleine anhand der Investitionskosten kann jedoch keine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Maßnahmen durchgeführt werden, da durch die regenerative Energiebereitstellung ebenfalls Einnahmen erzielt werden (z. B. durch EEG-Förderung).

|              |                     | Ausbau-<br>potenzial | spez. Inves-<br>titions-<br>kosten | Investitions-<br>kosten |
|--------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------|
|              |                     |                      | [Euro/.....]                       | [Euro]                  |
| Photovoltaik | [kW <sub>el</sub> ] | 57.639               | 1.500                              | 86.459.000              |
| Solarthermie | [m <sup>2</sup> ]   | 56.200               | 600                                | 33.721.000              |
| Windkraft    | [kW <sub>el</sub> ] | 23.000               | 1.500                              | 34.500.000              |
| Wärmepumpen  | [kW <sub>th</sub> ] | 24.062               | 1.400                              | 33.688.000              |
| Biogasanlage | [kW <sub>el</sub> ] | 1.490                | 5.000                              | 7.450.000               |
| <b>Summe</b> |                     |                      |                                    | <b>195.818.000</b>      |

**Tabelle 19: Die Investitionskosten für den Ausbau der Erneuerbaren Energien (IfE, 2012)**

## 5.5.2 Kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau erneuerbarer Energien

In der Erzeugung erneuerbarer Energien (EE) liegen erhebliche Potenziale für eine Regionalisierung wirtschaftlicher Wertschöpfungskreisläufe durch die Substitution von Ausgaben für fossile Brennstoffe und atomare Energieträger. Erneuerbare Energien erfordern - mit Ausnahme der Biomasseproduktion - ausschließlich Investitionen in den Anlagenbau und deren Unterhalt. Die „Betriebsstoffe“ Wind bzw. Sonnenkraft oder Erdwärme stehen anschließend kostenlos und unbegrenzt zur Verfügung.

Erneuerbare Energien haben in Anlagenbau, -installation und -unterhalt das Potenzial für die Erzeugung hoher regionaler Wertschöpfungsanteile; Investitionen können in hohem Maße der lokalen mittelständischen Wirtschaft zu Gute kommen, für Installation und Wartung der dezentralen Anlagen können zudem HandwerkerInnen aus der Region beschäftigt werden.

Darüber hinaus verbleiben die Gelder, die für fossile Energieträger derzeit aus der Region fließen, künftig vor Ort. Wird Strom und Wärme durch zentralisierte fossil betriebene Kraftwerke erzeugt (z. B. Kohle, Gas) oder auf der Basis fossiler Energieträger dezentral erzeugt (Erdöl-, oder Erdgasheizungsanlagen), so fließt ein Großteil der Umsätze aus der Region ab. Bestenfalls verbleiben über Handel und Installationsbetriebe geringe Anteile im regionalen Wertschöpfungskreislauf. Die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien und dezentrale Erzeugungs- und Verteilsysteme eröffnet die Möglichkeit, dass die Finanzströme, die für Energieversorgung und Energieverbrauch in Gang gesetzt werden, zu hohen

Anteilen in der Region verbleiben und dort Einkommen generieren, die dann den regionalen Wirtschaftskreislauf zur Verfügung stehen.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“, welche vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) im September 2010 veröffentlicht wurde (INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG, 2010). Die Wertschöpfung im Stadtgebiet Würzburg wird hierbei mit dem Online-Wertschöpfungsrechner für EE-Anlagen berechnet ([www.kommunal-erneuerbar.de](http://www.kommunal-erneuerbar.de), 2012).

Die „kommunale Wertschöpfung“ ist eine Teilmenge von der gesamten globalen Wertschöpfung, die durch in Deutschland errichtete und produzierte EE-Anlagen und die dazu gehörigen Produktionsanlagen geschaffen wird. Zieht man von dieser gesamten globalen Wertschöpfung diejenigen Vorleistungen und Rohstoffe ab, die aus dem Ausland kommen, so verbleibt die Wertschöpfung, die dem nationalen Bezugsraum zuzurechnen ist.

Hierbei werden nur diejenigen Wertschöpfungseffekte betrachtet, die direkt den EE-Anlagen zurechenbar sind. Indirekte Effekte (z. B. Produktionsanlagen von EE-Anlagen und ihren Komponenten, oder auch Tourismus zu EE-Anlagen) werden nicht berücksichtigt. Vorleistungen, die sich nicht direkt zuordnen lassen (wie z. B. Gläser für Solaranlagen), bleiben bezüglich ihrer jeweiligen Wertschöpfungseffekte und ihrer Beschäftigungseffekte ebenfalls außen vor.

Die drei Wertschöpfungseffekte Unternehmensgewinne, kommunale Steuereinnahmen und Einkommen aus Beschäftigung werden für bis zu drei Wertschöpfungsstufen mit jeweils untergeordneten Wertschöpfungsschritten ausgewiesen. Hierbei wird zwischen folgenden Wertschöpfungsstufen unterschieden:

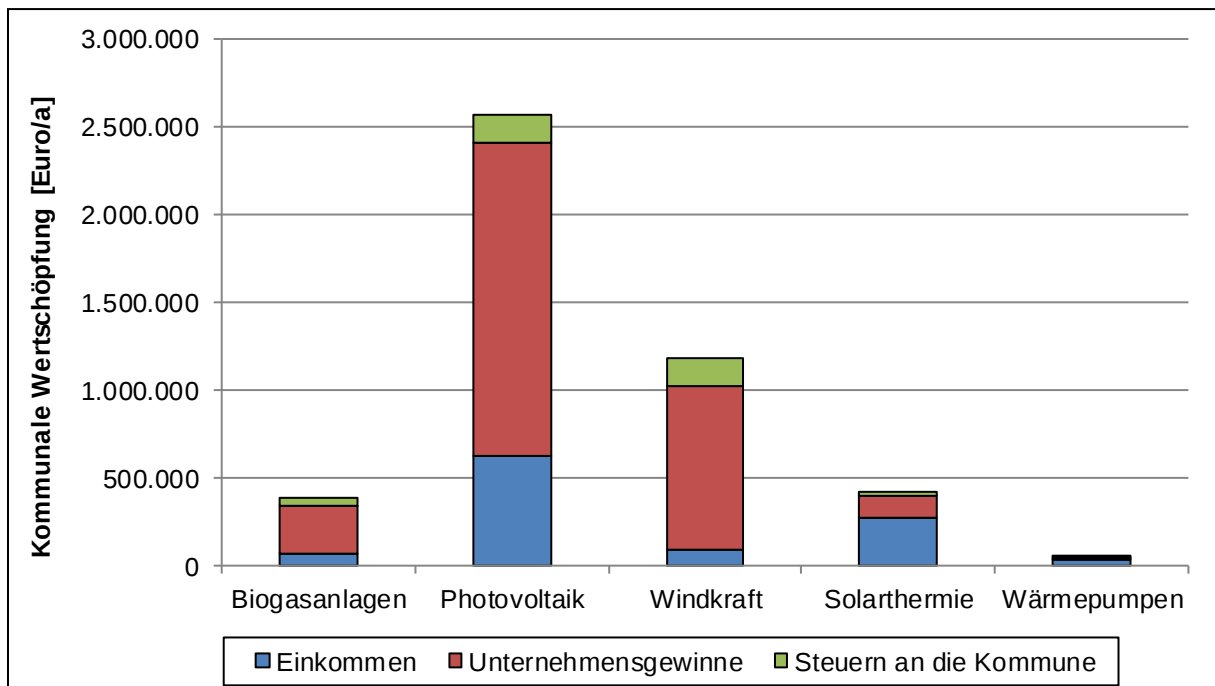
- Planung und Installation: Hier werden größtenteils Wertschöpfungsschritte erfasst, die neben der Produktion der Anlagenkomponenten anfallen (Planung, Montage vor Ort vor Ort, Logistik, etc.)
- Anlagenbetrieb und Wartung: Auf dieser Wertschöpfungsstufe werden jährlich wiederkehrende Wertschöpfungsschritte betrachtet (Wartung und Instandhaltung, Versicherung, Fremdkapitalfinanzierung)
- Betreibergesellschaft: Neben dem technischen Anlagenbetrieb werden hier die Wertschöpfungseffekte auf der Ebene der Anteilseigner bzw. privaten Anlagenbetreiber ausgewiesen.

Die durch EE-Anlagen aufgebrachten Steuern und Abgaben für Bund und Länder werden hier ebenfalls nicht zu den kommunalen Wertschöpfungseffekten gezählt. Jene Wertschöpfungsstufen, die nicht anteilig den Wertschöpfungsketten der EE-Anlagen zuzurechnen sind, (z. B. Bildung, Forschung und Beschäftigte in der öffentlichen Verwaltung) können nicht erfasst werden. Dazu zählt auch der Anbau von Energiepflanzen für z. B. Biogasanlagen.

Nachfolgend werden die Potenziale der erneuerbaren Energien im Stadtgebiet Würzburg hinsichtlich ihrer kommunalen Wertschöpfung analysiert. Die Ausführungen beziehen sich auf den weiteren Ausbau der Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien, welche in Kapitel 4.3 beschrieben werden.

Hierbei basiert die Berechnung der **kommunalen Wertschöpfung** auf der Annahme, dass die Wertschöpfungseffekte Planung/Installation, Anlagenbetrieb und Wartung/Instandhaltung zu 100 % dem Stadtgebiet Würzburg zugeordnet werden können. Die regionale Wertschöpfung durch die Steigerung des Wärmeabsatzes in den bestehenden Wärmenetzen wird hierbei nicht mit berücksichtigt.

In Summe kann durch das Ausschöpfen der EE-Potenziale im Stadtgebiet Würzburg eine jährliche kommunale Wertschöpfung in Höhe von rund 4.626.000 Euro generiert werden. Die Ergebnisse werden in Abbildung 39 grafisch verdeutlicht.



**Abbildung 39: Die kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau EE ([www.kommunal-erneuerbar.de](http://www.kommunal-erneuerbar.de), 2012)**

Um die regionalwirtschaftlichen Effekte anschaulich zu illustrieren, seien hier stellvertretend ein paar Beispiele genannt:

Photovoltaikanlagen mit gesamt etwa 500 kW<sub>p</sub> Leistung auf 4000 m<sup>2</sup> Dachfläche – das entspricht einem kleinen Fußballfeld – bringen eine jährliche Wertschöpfung von rund 22.500 Euro. Eine Windenergieanlage mit 2,3 MW installierter Leistung erbringt im Vergleich dazu etwa 120.000 Euro an regionaler Wertschöpfung pro Jahr.

Im Wärmebereich liegen ebenfalls große Wertschöpfungspotenziale: eine solarthermische Anlage mit 20 m<sup>2</sup> Fläche bringt bereits 160 Euro Wertschöpfung pro Jahr, 4000 m<sup>2</sup> bringen also 32.000 Euro.

Auch jeder nicht verfeuerte Liter Heizöl oder nicht verbrauchte Liter Benzin hält Kapital in der Region. Bei jährlich über 1,1 Milliarden gefahrenen Personenkilometern in Würzburg ergibt eine Einsparung von 5% des Treibstoffs den Betrag von ca. 5 Millionen Euro, der dadurch der Region an Kaufkraft verbleibt.

## 6 Ziele für das Handlungsprogramm

Basierend auf den Potenzialen und daraus abgeleiteten Szenarien werden Oberziele für die künftige Energieversorgung und CO<sub>2</sub>-Reduktion vorgeschlagen. Hierfür wurde der Zielhorizont 2020 aufgrund der politischen Beschlusslage gewählt. Einerseits ist die technische Entwicklung bis dahin ungefähr absehbar. 8 Jahre erlauben allerdings nur bedingt eine Loslösung von Gegenwarts-geprägten Vorstellungen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Genehmigungsfähigkeit. Andererseits liegt der angestrebte Sollzustand nicht soweit in der Zukunft (wie z. B: 2050), dass eine Fortschreibung aus heutigen Entwicklungen kaum mehr möglich wäre und damit die Ziele sehr abstrakt würden. Jetzige Generationen würden zu diesem Zeitpunkt keine Verantwortung mehr tragen müssen.

Die Bestandsanalyse des Energieverbrauchs hat gezeigt, in welchen Handlungsfeldern schwerpunktmäßig angesetzt werden muss. Dementsprechend sind auch die Beteiligungsprozesse organisiert worden (siehe Abbildung 40).

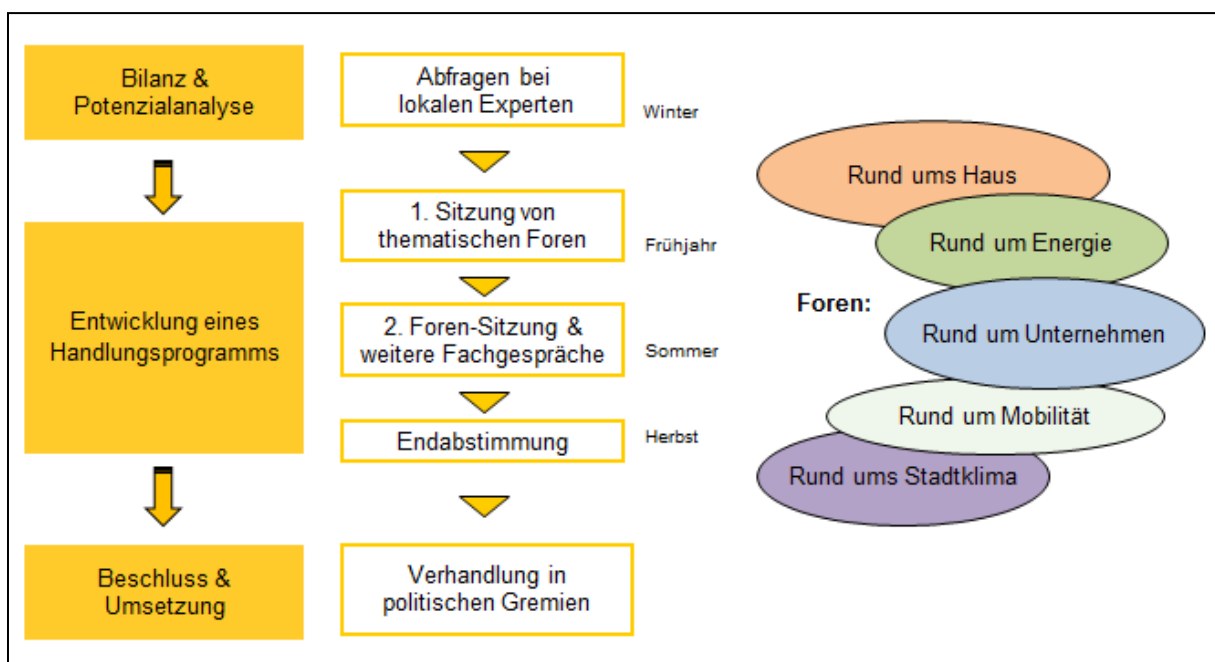


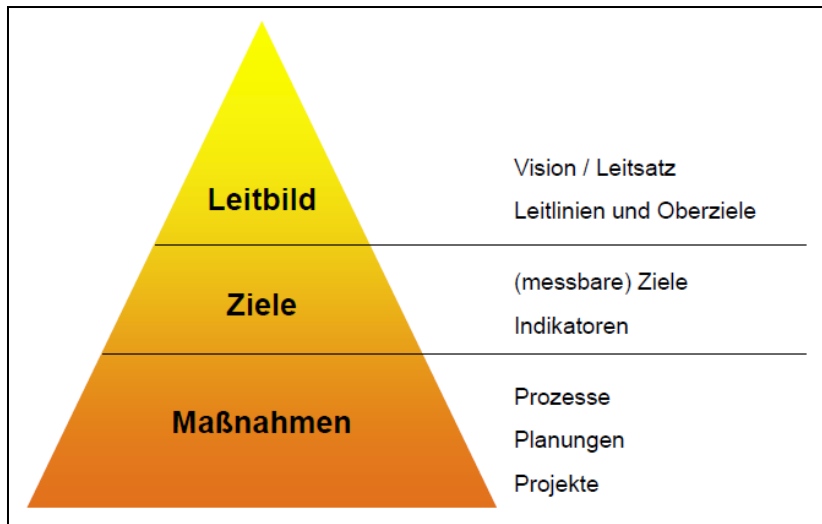
Abbildung 40: Der Weg zum Klimaschutzkonzept mit den Foren zur Beteiligung (B.A.U.M., 2012)

In Handlungsfeld-Foren wurden das Leitbild und die Ziele, die sich aus der Potenzialanalyse für die Region ergeben, diskutiert:

- Rund ums Haus
- Rund um Energie
- Rund um Unternehmen
- Rund um Mobilität
- Rund ums Stadtklima

Zu allen Themenfeldern fanden Workshops statt, in denen ein Konsens über die bestehende Ausgangslage sowie angemessene Szenarien-Annahmen für die künftige Entwicklung verhandelt und schließlich konkrete Projektideen aufgegriffen und ausgearbeitet wurden.

Leitbild und Ziele dienen bei der Umsetzung des Klimakonzeptes der Prozesssteuerung und hinterlegen den Prozess mit greifbaren Bausteinen.



Das Leitbild setzt sich aus Oberzielen (Leitsatz) und Unterzielen (Leitlinien) zusammen. Während der Leitsatz festhält in welche Richtung sich die Kommune entwickeln möchte, kennzeichnen die Leitlinien die Prinzipien des Handelns. Leitsatz und Leitlinien, die im Rahmen des Partizipationsprozesses (Steuerungsgruppe) abgestimmt wurden, werden folgend vorgestellt.

Abbildung 41: Das strategische Dreieck (B.A.U.M., 2012)

### Leitsatz für die Stadt Würzburg

- Als moderner und zukunftsöffener Lebensraum und Wirtschaftsstandort leistet die Stadt Würzburg seinen ambitionierten **Beitrag zu Klimaschutz und Energiewende** in Deutschland
- Gemäß ihrer politischen Beschlusslage strebt sie eine **Halbierung ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2020** an (Bezugsjahr 1990). Sie mobilisiert dafür alle verfügbaren Einspar-, Effizienz- und Erzeugungspotenziale in den Bereichen klimafreundliche Stromerzeugung, effizienter Umgang mit Wärme und nachhaltige Mobilitätsentwicklung.
- Die **Haushalte** reduzieren ihren Wärmebedarf um mindestens 12 % und ihren Strombedarf um mindestens 15 % (gegenüber 2010).
- **Öffentliche** Liegenschaften übernehmen dazu mit ihrem Energiemanagement wichtige **Vorbildfunktionen**.
- Die **Wirtschaft** trägt durch **Effizienzanstrengungen** zur systematischen Einsparung von Energie in allen drei Sektoren Wärme, Strom und Verkehr bei und orientiert sich dabei an den Selbstverpflichtungen der deutschen Industrie mit jährlich 1,5 % Energieeinsparung.
- Der reduzierte Energiebedarf im Jahre 2020 wird bilanziell im Strombereich zu mindestens 22 % aus regionalen oder erneuerbaren Energiequellen und im Wärmebereich zu mindestens 5 % aus **regionalen erneuerbaren Energiequellen** gedeckt. Als weitere klimafreundliche Wärmequelle wird die **Koppelwärme** weitest möglich genutzt.
- Im **Mobilitätsbereich** wird eine CO<sub>2</sub>-Reduktion um mindestens 16 % angestrebt, u. a. durch eine Stärkung der **Nahmobilität** zu Fuß und mit dem Rad, eine **Verlagerung auf den ÖPNV** und den konsequenten Einsatz klimafreundlicher Fahrzeuge und Treibstoffe (Bio-Methan, Biokraftstoffe und Grünstrom basierend ggf. auf überregionalen Quellen)

### Leitlinien der Stadt bei der Umsetzung

- *Nicht verbrauchte Energie ist direkter Klimaschutz, deshalb hat die **Ausschöpfung von Einsparpotenzialen erste Priorität**.*
- *Die Stadt Würzburg nutzt über die verschiedenen Einspar-, Effizienzpotenziale hinaus **alle** strategisch wirksamen regional erschließbaren erneuerbaren Energien und sorgt für ein optimales **Zusammenspiel** mit der weiterhin notwendigen konventionellen Energieerzeugung mit höchstmöglichen Wirkungsgraden.*
- *Maßnahmen zur Umsetzung der Energiewende werden unter dem Aspekt der **Nachhaltigkeit** in wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Sicht mit **anderen Belangen abgewogen** und umgesetzt.*
- *Maßnahmen mit **regionalwirtschaftlich** vorteilhaften Effekten genießen Vorrang.*
- *Die **Versorgungssicherheit und wirtschaftliche Entwicklung** darf durch die Energiewende nicht gefährdet sondern nur mehr gefördert werden.*

### **Erläuterungen**

#### **Alle Sektoren tragen im Rahmen ihrer unterschiedlichen Möglichkeiten zur Erreichung des Gesamtzieles bei:**

Das Leitbild geht im Hinblick auf die erschließbaren Potenziale von einer differenzierten Entwicklung aus und strebt unterschiedliche Entwicklungsziele für die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität an, zu denen die verschiedenen Zielgruppen (öffentliche Hand, Wirtschaft und Private) unterschiedliche Beiträge leisten können.

Die Szenarien zeigen einen Weg auf, wie gemeinsam die politisch angestrebte Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gelingen kann. Ein großer Schritt ist bereits durch die Umstellung des städtischen Kraftwerksparks von Kohle auf Erdgasbetrieb getan worden.

Die Einsparziele durch relative Senkung des Energiebedarfes in privaten Haushalten und durch Effizienzsteigerung in der Wirtschaft sind elementare Voraussetzungen, um die Ziele einer reduzierten CO<sub>2</sub>-Emission bis 2020 zu erreichen.<sup>8</sup>

Bei der Reduktion des Heizwärmebedarfes ist dies mit einer Beschleunigung der Sanierung verbunden, der auch von den entsprechenden überregionalen Anreizen abhängt.

Selbst beim künftigen Strom- und Treibstoffbedarf, bei denen eine sinkende Tendenz derzeit noch nicht auszumachen ist, werden in den Szenarien und auch Zielen Einsparungen vorgeschlagen.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Angesichts der stabilen demografischen Entwicklung und wirtschaftlichen Prosperität ist (erfreulicherweise) nicht davon auszugehen, dass ein Rückgang des Energieverbrauchs sich quasi „von alleine“ ergibt. Umso wichtiger werden Effizienzfragen, die auf relative Einsparungen hinweisen (kWh/qm Wohnraum, kWh/€ Wertschöpfung oder Produkt)

<sup>9</sup> Auch wenn die Netto-Einsparungen am Ende durch zusätzliche Verbraucher, z. B. Elektromobile und Wärmepumpen nicht besonders hoch ausfallen, sollte jeder einzelne sich in seinem Verbrauch durch entsprechende Ziel von rund 1% jährlich motiviert fühlen in dieser Richtung beizutragen.

Bzgl. der Einsparmöglichkeiten in der Wirtschaft stehen Effizienzanstrengungen im Vordergrund.<sup>10</sup>

Im Verkehrsbereich, der wesentlich an der CO<sub>2</sub>-Emission beteiligt ist, kann zumindest auf das lokale Mobilitätsverhalten Einfluss genommen werden nach dem Motto „mehr Mobilität bei weniger Verkehr“ (vermeiden, verlagern, klimafreundlich abwickeln). Ein Großteil der Einspareffekte wird sich über die allgemeine technische Entwicklung einstellen.

***Die größten Klimaschutzeffekte kann die Stadt durch verminderten Energieverbrauch generieren, weniger durch den Aufbau erneuerbarer Energieerzeugungskapazitäten.***

Große CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale zeigen sich insbesondere im effizienten Umgang mit Energie. Die Potenziale zum Aufbau von Erzeugungskapazitäten für erneuerbare Energien sind im städtischen Bereich naturgemäß aufgrund geringer Ressourcen- & Flächenausstattung begrenzt und fokussiert auf gebäudebezogene Konzepte (Solares Bauen, KWK-Anlagen, Wärmepumpen).

Ein Großteil der Raumwärme kann mittels energetischer Sanierung und Energiemanagement ohne Komfortverlust eingespart werden. Allerdings sind dazu erhebliche Investitionsanstrengungen nötig, deren Wirtschaftlichkeit nicht für alle Hauseigentümer offensichtlich ist. Vermieter und Eigenheimbesitzer müssen somit optimal, d.h. systematisch, zielgruppengerecht und professionell mit Informationen, Beratung und verfügbaren finanziellen Anreizen versorgt werden.

Die Beschleunigung des Sanierungsfortschrittes im Gebäudebestand als die nationale Herkulesaufgabe gelingt nur mit Unterstützung seitens der öffentlichen Hand. Die Stadt kann sich hier aufklärend, motivierend, vermittelnd aktiv einbringen.

Die Stadt kann gegenüber der Wirtschaft und den privaten Haushalten durch vorbildliches und transparentes Energiemanagement wirken. An den öffentlichen Liegenschaften können zahlreiche BürgerInnen erreicht werden, die ansonsten wenig Zugang zum Klimaschutz haben. Die Thematisierung in den Schulen erreicht indirekt den überwiegenden Teil der privaten Haushalte.

Die Stadt verursacht mit ihren Liegenschaften nur wenige Prozent des Energiebedarfes, bzw. CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und ist somit auf die Zusammenarbeit mit den Verbrauchern aus Haushalten, Wirtschaft und Verkehr angewiesen.

Innerhalb der Unternehmenschaft bestehen bereits Strukturen wie Effizienznetzwerke, über deren Ausweitung energieintensive Betriebe sukzessive involviert werden können. Gemeinsam mit der IHK und HWK kann die Stadt Verbundinitiativen initiieren und koordinieren, und damit das Know-how und die Potenziale zum profitablen Klimaschutz in den Betrieben heben.

Insbesondere im Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung liegen erhebliche Potenziale zur Klimaentlastung und Primärenergieeinsparung

---

<sup>10</sup> Es kann nicht für alle Betriebe eine universal gültige Einsparquote verordnet werden. Insgesamt wird aus den Erfahrungen von ÖKO-Profit-Betrieben und mit Blick auf die Selbstverpflichtung der deutschen Industrie eine Einsparung von 1,5% jährlich angenommen.

### ***Klimafreundliche Wärme kommt übers Netz***

Die Ressourcen zur Wärme-Bereitstellung aus erneuerbarer Energien (hier Sonne, Erdwärme und Biomasse) sind naturgemäß in Städten aufgrund geringer Flächenausstattung begrenzt. Insofern sollten Koppelwärmepotenziale auch im Verbund zwischen gewerblicher Erzeugung und Nutzung in geeigneten Siedlungen unbedingt ausgenutzt werden.

Mit dem Wärmenetz und Gasnetz liegen dafür die geeigneten Infrastrukturen zugrunde und können weiter ergänzt werden, um zunehmend klimafreundliche Energieträger einzusetzen (und langfristig gar erneuerbares Methan oder Wasserstoff aus Stromerzeugungsüberschüssen zu erzeugen). Bei weiteren Erschließungen müssen im Einzelfall die jeweiligen Sanierungsfortschritte antizipiert und abgewogen werden. Auf möglichst hohe Anschlussdichten in bestehenden und künftigen Netzen sollte seitens der Stadt hingewirkt werden.

### ***Die räumliche und zeitliche Integration regional und dezentrale erzeugter regenerativer Energien wird als spannende Aufgabe vom Energieversorger angenommen.***

Die mit der erneuerbaren Energieerzeugung einhergehende Regionalisierung der Energieversorgung ist mehr unter dem Bilanzierungs-, Wertschöpfungs- und Motivationsaspekt zu verstehen, als dass tatsächlich eine Autarkie erreicht werden möchte.

Nach Ausschöpfung der regionalen erneuerbaren Energiequellen bleibt darüber hinaus die Option, entweder den Einsatz fossiler Energieträger klimafreundlich zu optimieren (z. B. Effizienzsteigerung durch KWK) oder weitere erneuerbare Energien aus „Überschussregionen“ (Windkraft aus Norddeutschland oder Biotreibstoffe und Biomethan) zu importieren.

Die künftigen großen Anteile fluktuierender erneuerbarer Energieerzeugung (PV, Wind) führen in der Stromversorgung zu neuen Herausforderungen der Versorgungszuverlässigkeit und -sicherheit. Die Netzbetreiber sind sich ihrer besonderen Verantwortung bewusst, zum einen die Netzstabilität bei hohen dezentralen PV-Einspeisungen zu sichern (Anpassung der Verteilnetze, smart Grid), zum anderen auch im überregionalen Verbund die Bereitstellung ausreichender Strommengen insbesondere für die energieintensive produzierende und verarbeitende Wirtschaft zu gewährleisten (Harmonisierung der Übertragungsnetzausbaupläne, Aufbau regional verfügbarer gesicherter Leistungskapazitäten, z. B. KWK in Industrie und Gewerbe, Speicheroptionen).

Mit dem städtischen Kraftwerkspark verfügt Würzburg über eine ausreichend hohe gesicherte Leistung. Über 90 % des Strombedarfes wird daraus physikalisch gedeckt.

Die Integration von erneuerbaren Anlagen führt nach Einschätzung der Netzbetreiber zu keinen grundsätzlichen Problemen, auch nicht die sehr schwankenden Einspeisungen aus dezentralen PV-Anlagen. Die fallweisen Netzanpassungen werden unter dem Wirtschaftlichkeitsgebot über die Netzentgelte sozialisiert werden. Mittelfristig ist ggf. mit einer verursacherechten Anschlussgebühr für Einspeiser zu rechnen.

Die ansässige energieintensive Industrie hat besondere Anforderungen an eine zuverlässige Energieversorgung und gleichzeitig aber auch besondere Potenziale durch eigene Strom-, Dampf- und Wärmeerzeugung mittels KWK eine effiziente Energieerzeugung zu entwickeln.

Da die Ressourcen zur Bereitstellung von Wärme aus erneuerbaren Energieträgern bei weitem nicht den künftigen Bedarf decken werden, sind besondere Hoffnungen verbunden mit der weiteren Installation von KWK-Anlagen, insbesondere an Gewerbestandorten mit Wärmesenken in der Nachbarschaft (angeschlossene Produktionsprozesse im eigenen oder benachbarten Betrieben oder Verbünde zur Wärmeversorgung von Wohngebäuden und Sied-

lungen). Hier kann das vorhandene Wärmenetz der Stadt ergänzt werden. Die Koppelwärme ist klimafreundlich, auch wenn der Energieträger fossiler Herkunft ist. Gleichzeitig erlauben KWK-Anlagen eine gewisse zeitliche Flexibilität, wenn sie system- bzw. stromgeführt betrieben werden können. Diese Flexibilität kann ausgleichend zur fluktuierenden Stromerzeugung aus PV und Wind genutzt werden.<sup>11</sup>

### ***Mehr Mobilität bei weniger Verkehr – die lokalen Stellschrauben gegen den Trend nutzen***

Als urbaner Raum kann Würzburg mit Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung, der Verlagerung von Teilen des motorisierten Individualverkehrs auf den Umweltverbund und durch klimafreundliches Abwickeln des verbleibenden Verkehrs mit CO<sub>2</sub>-armen Treibstoffen und Elektroantrieben einen herausragenden Beitrag zur Mobilitätswende leisten.

Die Vermeidung von PKW-Verkehr im Stadtbereich kommt dabei verschiedenen Umwelt- und stadtplanerischen Zielen entgegen. Sie kann im Hinblick auf die Versorgungsfunktion des Oberzentrums Würzburg nur ermöglicht werden, wenn entsprechende Angebotsverbesserungen (ÖPNV, Rad-, Fußwege, Stadt der kurzen Wege) mit einer konsequenten Umsetzung des Zentrenkonzepts 2011 und Bewusstseinsveränderungen einhergehen.

Die innerstädtischen Verkehrsverflechtungen sind wesentlich von der Siedlungsstruktur und der Nutzungsverteilung im Raum abhängig. Für eine Reduktion der Fahrleistungen und damit der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr ist deshalb die Entwicklung kompakter und gemischt genutzter Standorte besonders wichtig (z. B. Entwicklungspotenzial Hubland-Areal).

Aufbauend auf einer bereits guten ÖPNV-Infrastruktur können abgestimmte intermodale Konzepte (z. B. Mobilitätspunkte) erhebliche Synergien erschließen.

Ein regional abgestimmtes Parkraum-/P+R-Konzept kann zu einer Verlagerung von PKW zum ÖPNV beitragen.

Die Effekte können gesteigert werden, wenn bestimmte Nutzer, wie z. B. Studierende, Erwerbstätige oder Senioren mit zielgruppenspezifischen Angeboten adressiert werden.

Die verbleibende Verkehrsnachfrage kann durch den konsequenten und gegenüber nationalen Zielen überdurchschnittlichen Einsatz von CO<sub>2</sub>-armen Treibstoffen (E-Methan, grüner Fahrstrom) und Antrieben (Elektro und Hybride) sowohl im ÖPNV als auch im PKW-Bereich erheblich klimafreundlicher gestaltet werden.

Für den Güterverkehr ist im Hinblick auf den nationalen Trend weiterhin mit steigenden Fahrleistungen, Energiebedarf und Emissionen zu rechnen. Hierdurch werden Teile der lokalen Klimaeffekte im Personenverkehr wieder neutralisiert. Die kommunalen Einflussmöglichkeiten sind gering, abgesehen vom Einsatz klimafreundlicher Fahrzeuge im städtischen Güter- und Lieferungsverkehr sowie von der Einbindung der Betriebe in Mobilitätsmanagement-Projekte.

Im Hinblick auf die starken Verflechtungen mit dem Umland werden die Erfolge von der guten Kooperation mit dem Umland in Verkehrsfragen abhängen.

---

<sup>11</sup> Analog zum Smart-Grid-Ansatz, wonach in virtuellen Kraftwerken unterschiedliche Erzeugungskapazitäten aufeinander abgestimmt eine gesicherte kontinuierliche Versorgung gewährleisten oder mittels Demand-Side-Management auf den Strombedarf bestimmter Verbraucher Einfluss genommen werden kann (erzeugungsorientierter Verbrauch).

## 7 Von der Strategie zu den Handlungsfeldern

### 7.1 Strategieaussagen zu den Handlungsfeldern

Die Strategieaussagen beschreiben den Handlungsbedarf in den einzelnen Handlungsfeldern. Dazu wird jeweils der Schwerpunkt benannt, der in den Forendiskussionen herausgestellt wurde. Den Handlungsfeldern sind dann jeweils die Maßnahmen zugeordnet, die sich aus regionaler Sicht als vorrangige Umsetzungsprojekte ableiten ließen. Diese vorrangigen Maßnahmen sind in den Projektsteckbriefen formalisiert beschrieben hinsichtlich ihrer Ziele, Aktivitäten, erster Umsetzungsschritte, Träger und Partner. In einer Projektbewertung sind diese Projekte bezüglich ihrer Beiträge zum Klimaschutz, Steigerung erneuerbarer Energien, Finanzierbarkeit, Umsetzungshorizont und regionalem Handlungsbedarf charakterisiert (siehe Anhang). Des Weiteren erfolgt eine tabellarische Charakterisierung anhand ihres Bedarfs an finanziellen und personellen Mitteln. Sicher gibt es zu jedem Handlungsfeld weitere Aktivitäten, die im Klimakonzept nicht explizit als Maßnahme aufgeführt wurden, die nichtsdestoweniger in den beschriebenen Handlungsrahmen passen und jedenfalls weiterverfolgt werden sollen. Die Maßnahmenliste ist naturgemäß nicht abschließend bis zum Jahr 2020 ausgearbeitet. In den Maßnahmenkatalog können im Laufe der kommenden Jahre sukzessive weitere Projektideen aufgenommen werden. Im Sinne einer dynamischen Planung soll das Klimaschutz- und Energiekonzept von seinen Zielen und Entwicklungsszenarien, je nach veränderten Rahmenbedingungen, in regelmäßigen Abständen (drei bis fünf Jahre) überprüft und fortgeschrieben werden (siehe Abschnitt 10). Die Strategieaussagen zu den Handlungsfeldern können in diesem Sinne Orientierung für Projektideen von morgen bieten. Ihre verallgemeinerte Beschreibung der anstehenden Aufgaben verleiht ihnen eine größere Gültigkeitsdauer (Halbwertszeit) als die aktuell gelisteten Projekte allein.

### 7.2 Strategie im Handlungsfeld „Rund ums Haus“

#### Schwerpunkte und Übersicht

- **Schwerpunkt Gebäudebestandsanierung**, (Erhöhung der Sanierungsquote von 1 auf mindestens 2-3 %), denn über die Einspareffekte bei Neubauten lassen sich aufgrund der geringen Neubauquote die Ziele nicht in absehbarer Zeit erreichen.
- Grundsätzlichen Stimmungswandel „pro Energieeinsparung mittels Sanierung“ in der Bevölkerung herbeiführen durch Anreize, über Vorbilder, Wettbewerbe, lokale Förderung/Beratung
- Zielgruppenorientierte Mobilisierung der HausbesitzerInnen zur energetischen Sanierung inkl. Energieversorgung, z. B. Sanieren im Alter, Sanieren in Mietsgebäuden, Sanieren im Denkmalschutz
- Koordinierungsstelle/Energieagentur als Dreh- und Angelpunkt der künftigen Kampagnen und Netzwerkarbeit einrichten und ausstatten
- Ausbau eines Kompetenznetzwerkes gewerkübergreifend und im überregionalen Verbund
- Motivation zur Qualifizierung der HandwerkerInnen
- Flächendeckende Beratungskaskade (von der Erstberatung bis Umsetzung) organisieren
- Öffentliche Liegenschaften „vorbildlich“ sanieren

- Energiemanagement für öffentliche Liegenschaften systematisch weiterentwickeln und transparent halten
- Auch siedlungsplanerische Möglichkeiten nutzen (kurze Wege, Nachverdichtung, Belegung der Ortskerne)

### Erläuterungen

Der Fokus der energetischen Sanierung wird auf dem **Gebäudebestand** liegen, denn der Neubauanteil ist mit wenigen Prozenten vernachlässigbar im Hinblick auf die Wärmeeinsparziele von mindestens 12 % im Wärmebereich der privaten Gebäude<sup>12</sup>. Diese Mammutaufgabe wird mehrere Hundert Millionen Euro an Investitionen durch die Hauseigentümer erfordern und ist angesichts der Amortisationszeiten für viele Generationen wirtschaftlich derzeit unattraktiv. Das Gelingen ist insofern von externen Anreizen (Steuererleichterungen, Zinsgünstigste Kredite) abhängig.<sup>13</sup>

Die notwendigen Sanierungsaktivitäten im privaten Gebäudebestand können mittels des Klimaschutzkonzeptes und von kommunaler Seite nur indirekt vorangetrieben werden. Die Stadt kann dazu nur in sehr begrenztem Umfang lokale Förderanreize auflegen und ist sich bewusst, dass die Investitionstätigkeiten von überregionalen Förderprogrammen oder Steuererleichterungen abhängen. Vor dem Hintergrund der Energiewendekonzepte auf Bundes- und Landesebene kann damit gerechnet werden, dass diese Sanierungsanreize künftig verstärkt werden, da die Wärmeeinsparung im Gebäudesektor als zentrale Herausforderung zur Energiewende betrachtet wird. Im städtischen Kontext ist insbesondere auch die Sanierung von Mietshäusern wichtig. Baugenossenschaften sollten als wichtige Zielgruppe angesprochen und überzeugt werden.

Die kommunale Kernaufgabe liegt somit in der **Aufklärung der Hausbesitzer**<sup>14</sup>. Das betrifft zum einen deren Kenntnis, welche energetischen Sanierungsmaßnahmen in Verbindung mit einer auf die zukünftigen Restwärmebedarfe ausgerichteten Energiebereitstellung an jedem einzelnen Objekt zweckmäßig sind. Zum anderen betrifft dies aber auch die Informationsvermittlung über mögliche Förderungen und regionale qualifizierte Dienstleister aus Finanzwesen, Handwerk und Bausektor.

---

<sup>12</sup> Auszug aus „Würzburg 2030“: Im Jahre 2030 genügt der überwiegende Teil der privaten und gewerblichen Neubauten modernsten Plusenergiehauskriterien. Die Neubauten der öffentlichen Hand zeichnen sich durch ihren Vorbildcharakter aus. Energetisch besonders herausragende Gebäude erkennen die Bürgerinnen und Bürger anhand eines Würzburger Klimawappens.

<sup>13</sup> Andere Regionen wie beispielsweise das Allgäu belegen, dass die Sanierungsbereitschaft durch eine intensive Kampagnenarbeit und Beratungsvermittlung unter gleichen Ausgangsbedingungen signifikant gesteigert werden kann.

<sup>14</sup> Auszug aus „Würzburg 2030“: Ab 2020 animiert die Stadt Würzburg die Bürgerinnen und Bürger durch entsprechende Anreizsysteme zu energieeffizientem Bauen über gesetzliche Standards hinaus. Ab 2015 werden zur Erhöhung der Sanierungsquote in Würzburg seitens der Stadt Würzburg regelmäßige Informationskampagnen zur energetischen Eigenheimsanierung durchgeführt. Bis 2015 wird von der Stadtverwaltung ein Sanierungsleitfaden für städtische Altbauten entworfen, um hinsichtlich Sanierungsquote und -standard Vorbildcharakter zu leisten. Bis 2020 wird von der Stadtverwaltung ein Leitfaden erarbeitet, welcher Möglichkeiten zur energetischen Sanierung und Eigenenergieerzeugung von Altbauten und denkmalgeschützten Gebäuden aufzeigt sowie für öffentliche Gebäude entsprechende Handlungsoptionen vorschreibt. Eine unabhängige Informationsstelle berät hierbei über individuelle Sanierungsmodelle und Finanzierungsoptionen und leistet aktiv Verfahrensunterstützung.

***Erfolgsgeheimnis ist eine durchgängige Beratungskaskade<sup>15</sup>***

Damit der/die HauseigentümerIn eine konsistente Abfolge verschieden intensiver und auf seine/ihre Anliegen zugeschnittener Dienstleistungen vorfindet, müssen bestehende Angebote aufeinander abgestimmt und fehlende systematisch ergänzt werden. Erste Voraussetzung ist eine flächendeckend verfügbare **kostengünstige Erstberatung** (z. B. als wöchentliche Sprechstunde eines örtlichen Energieberaters im Rathaus oder Stadtteil). Auf diese aufbauend muss der/die HauseigentümerIn eine qualifizierte **ganzheitliche Vor-Ort-Beratung** beziehen können, die ihm/ihr auch Hinweise gibt, wie er/sie die Ausführung neuester Sanierungstechniken durch qualifizierte und möglichst örtliche, mittels einer **Referenzliste** vermittelte Handwerksbetriebe vornehmen kann. Diese Maßnahmen sind bestenfalls finanziert durch **örtliche Banken**, welche sich bereits in der Erstinformationsphase über ihre Kundennetzwerke einbringen.

***Dreh- und Angelpunkt für eine beschleunigte Sanierung ist somit die hinreichende Ausstattung einer Koordinierungsstelle<sup>16</sup>***

Sie muss beispielsweise künftige Kampagnen und Netzwerkarbeit zentral für die Stadt oder die ganze Region organisieren. Die Kompetenz dazu kann in die Hände einer bestehenden Energieagentur gelegt werden, wobei diese nicht allein für die Stadt zuständig sein muss. Es ist nicht Aufgabe der Energieagentur, Sanierungsberatungen im großen Stil selbst zu übernehmen (und dabei mit privaten Energieberatern zu konkurrieren), sondern die vorhandenen Beratungsdienstleister optimal „in Position zu bringen“. Sie ist der Coach, nicht die Mannschaft.

Nicht alle „Baustellen“ können gleichzeitig angefasst werden. Die Aufgabe einer künftigen Agentur ist die die **Fokussierung auf die Zielgruppen und Themen**, mit denen Stück für Stück die größten Fortschritte erzielt werden können. Deshalb kommt es auch innerhalb des Klimaschutzkonzeptes weniger auf die Festlegung dezidiert Themen (z. B. Wärmepumpen, Heizungspumpen, etc.) an, sondern auf die eindeutige Empfehlung, eine solche Institution mit ausreichend Mitteln und Personal auszustatten, damit diese den künftigen Aufbau der Netzwerke und zeitgerechten Kampagnen systematisch für die kommenden Jahre planen und ausgestalten kann.

---

<sup>15</sup> Eine Initialberatung oder ein „zufälliger Kontakt“ mit einem bestimmten Handwerksbetrieb oder Kaminkehrer müssen in eine umfassende Beratung überführt werden, damit unter Betrachtung aller Aspekte der Energieeinsparung und Energiebereitstellung eine schlüssige Maßnahme zur Sanierung des Gebäudes empfohlen, finanziert und mit möglichst regionalen Handwerksbetrieben umgesetzt werden kann. Diese Beratungs- und Umsetzungskaskade erfordert eine enge Vernetzung der beteiligten Akteure. Die Bildung eines Kompetenznetzwerkes aus örtlichen Handwerkern – Energieberatern – Architekten muss von einer zentralen Stelle aus koordiniert und weiterentwickelt werden. Nach dem Vorbild des eza!-Partnernetzwerkes liegt dieses Netzwerkmanagement in den Händen der regionalen Energieagentur.

<sup>16</sup> Auszug aus „Würzburg 2030“: Im Jahre 2030 finden die Würzburger Bürgerinnen und Bürger zu den Themen Bauen, Wohnen und Energieversorgung eine fachkundig besetzte zentrale kommunale Servicestelle, welche sowohl umfassende und persönliche Beratungsleistungen anbietet als auch im Bedarfsfall zur Wahrung der regionalen Wertschöpfungskette an qualifizierte örtliche Unternehmen verweist. Diese Fachfirmen und Planer arbeiten nach einem durch die Stadt vorgegebenen klimage-rechten Standard. Bis 2014 richtet die Stadt Würzburg eine zentrale unabhängige Servicestelle für eine umfassende, sachgerechte und kostenlose Beratung in Sachen Bauen/ Wohnen/ Fördermöglichkeiten/ Energie/ Finanzierungsmöglichkeiten ein und leistet aktiv Unterstützung. Bis 2015 verfügt die Servicestelle über eine unabhängige, offene, qualitativ hochwertige Datenbank mit qualifizierten regionalen Fachfirmen, Beratern und Energieversorgern, angepasst an die Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger.

### **Städtische Gebäude geben Vorbild**

Die **öffentlichen Liegenschaften** sind mit ihrem geringen regionalen Energieverbrauchsanteil zwar unbedeutend, dennoch können hier anhand **vorbildlicher** Sanierungen öffentlichkeitswirksame Beispiele geschaffen werden. Eine sinnvolle Strategie wäre hier, umfassende Sanierungspläne vorzuhalten und sukzessive, je nach Förder- und Haushaltslage, entsprechend einer Prioritätenliste die Liegenschaften zu sanieren. Insbesondere bei hochfrequentierten Gebäuden wie Schulen, Rathaus und der hier tiefergehend untersuchten Stadtbücherei können und sollten gute **Nachahmungseffekte** durch eine öffentlichkeitswirksame Aufbereitung und Darstellung der Sanierung erwirkt werden. Die Schulen können die eigene Gebäudesanierung sogar zum Unterrichtsthema machen und über sogenannte 50-50 Modelle (50 % der erzielten Einsparung kommt den Schülern, 50 % der Schule zugute) zum aktiven Klimaschutz anregen.

### **BürgerInnen zum Mitmachen mobilisieren und motivieren**

Die BürgerInnen zum Sanieren zu **bewegen und zu motivieren** wird eine der schwierigsten Aufgaben sein, für die die Stadt und damit die ausführende Koordinierungsstelle auf die Mitwirkung vieler gesellschaftlicher Kräfte angewiesen sein wird<sup>17</sup>. Die besten Treiber wären steigende Energiepreise, die eine Sanierung zunehmend attraktiv machen würden. Aus regionalwirtschaftlicher Perspektive wird sich das niemand wünschen, solange für Energieimporte damit Kaufkraft aus der Stadt abfließt. Mit der gesellschaftlichen Akzeptanz und Bewusstheit steigt auch die Bereitschaft zum eigenen Engagement. Hier können **Bürgersolardächer**, z. B. auf Schulen, Kirchen- und Firmengebäuden, bewusst seitens der Stadt initiiert werden, indem Hinweise auf geeignete Flächen erfolgen. Im Rahmen von Beteiligungsmodellen wie Genossenschaften<sup>18</sup> können letztlich verschiedenste Projekte zum Klimaschutz umgesetzt werden, auch Sanierungsprojekte. Die Einführung von Beteiligungslösungen wird unter der **Federführung der Stadtwerke** vorangetrieben.

### **Klimafreundliche Stadtentwicklung als strategische Aufgabe**

In der **Bauleitplanung** können wichtige Rahmenbedingungen für klimafreundliche Stadtentwicklung gesetzt werden<sup>19</sup>. Neue Baugebiete, wie am Beispiel der Konversion „Hubland“ praktiziert, sollten immer auf hohe Nutzung der passiven Solarenergie optimiert werden (solare Gewinne durch Fenster). Bzgl. des Ausbaus der Photovoltaik kann die Absprache mit dem örtlichen Netzbetreiber helfen, von vornherein die richtige **Netzdimensionierung** vor-

---

<sup>17</sup> Auszug aus "Würzburg 2030": In allen Bildungseinrichtungen - von der Kinderbetreuung über Schulen bis zu den Hochschulen - gehören Klimaschutz und Nachhaltigkeit zum gelebten und gelernten Alltag. Die Würzburger Hochschulen sind dabei eine der bedeutenden Keimzellen für Klimaschutzinnovationen in der Stadt und darüber hinaus. Bis 2018 kennt die Stadtverwaltung ihren eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, gewährleistet durch ein Nachhaltigkeitsmanagementsystem. Ab 2020 bietet die Stadt Würzburg allen Bildungseinrichtungen zur intensiven Vernetzung der jeweiligen Ressourcen eine Kommunikations- und Informationsplattform an. Diese Plattform ist so zu gestalten, dass sie von allen Einrichtungen uneingeschränkt genutzt werden kann.

<sup>18</sup> Beispiel Agrokraft Rhön-Grabfeld

<sup>19</sup> Auszug aus "Würzburg 2030": Ab 2020 legt städtisches Recht verbindlich fest, dass öffentliche Neubauten die energetischen gesetzlichen Mindeststandards deutlich übertreffen und damit Vorbildcharakter innehaben. Ab 2030 werden bei einer Neuaufstellung eines Bebauungsplans nur Energieplus-Häuser zugelassen; die Voraussetzungen dafür sind in der Bauleitplanung zu schaffen.

zunehmen<sup>20</sup> oder vor Ort den Eigenverbrauch stark anzureizen (lokale Speicher). Die Klimaschutzaspekte in der städtebaulichen Entwicklung betreffen aber nicht nur die Gestaltung von Neubaugebieten, sondern auch die Aspekte der Nachverdichtung in Bezug auf Netzan-schlüsse sowie die Nutzung von Konversionsflächen im Sinne von Flächeneinsparung, Vermeidung von Versiegelung, Förderung des Grünanteils (= CO<sub>2</sub>-Senke) und die Vermeidung von motorisiertem Verkehr (kurze Wege). In dieser Richtung sind weitere Aktivitäten im Handlungsfeld „Verkehr“ vorgesehen.

Bzgl. des strategischen **Ausbaus des Wärmenetzes** sind künftige Sanierungsaktivitäten zu antizipieren. Ggf. können Sanierungsschwerpunkte dort priorisiert werden, wo Wärmenetze nicht verfügbar sein werden.

#### **Folgende Querbezüge ergeben sich zu den anderen Handlungsfeldern:**

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund um Unternehmen“**

Die Nichtwohngebäude aus dem betrieblichen Umfeld werden in die Energieberatungsaktivitäten einbezogen, denn viele Verwaltungsgebäude benötigen unabhängig vom Produktionsprozess des jeweiligen Betriebes „normale energetische Sanierungsberatung“. Die Handwerksbetriebe qualifizieren sich für die großen Sanierungsaufgaben insgesamt, die Gewerbe- und Industriebetriebe, aber auch Ingenieurbüros können innovative Produkte zur Energieeinsparung oder Energieerzeugung entwickeln, die dann in der Praxis in breiter Front vor Ort eingesetzt werden können. Bei der IHK oder künftigen Koordinierungsstelle können Datenbanken über qualifizierte Energieberater, die für Betriebe und auch Privatpersonen vermittelt werden, entstehen.

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund um Energie“**

Der Wärmebedarf in Siedlungen, Wohn- oder Verwaltungsgebäuden könnte Ausgangspunkt für Wärme-Verbundlösungen mit benachbarten Gewerbegebieten sein.

Solares und klimafreundliches Bauen - angefangen in der Bauleitplanung - kann wesentliche Voraussetzungen zur Ausschöpfung der Sonnenenergiepotenziale schaffen und auch zur Ausschöpfung des Einsatzes von Erdwärmepumpen und Mini-BHKW. Je höher die Flexibilitätspotenziale zur bedarfsgerechten Einspeisung dezentraler erneuerbarer Energien durch stromgeführte KWK-Anlagen oder den Eigenverbrauch fluktuierender Erzeugung (PV, Kleinwind) sind, umso effizienter kann der Verteilnetzbetrieb organisiert werden.

### **7.3 Strategie im Handlungsfeld „Rund um Energie“**

#### **Schwerpunkte und Übersicht**

- Schwerpunkt Erhöhung der regionalen Erzeugungskapazität aus erneuerbaren Energien unter Ausnutzung der Gebäude
- Nutzung der Sonnenenergie auf Dachflächen
- Nutzung der Erdwärme
- Erschließung der Windkraftstandorte oder Beteiligung an überregionalen Projekten

---

<sup>20</sup> Künftig werden Einspeisenetzanschlussgebühren oder Einspeisenentgelte eine Allokationswirkung auf den PV-Ausbau im Interesse einer steuerbaren, volkswirtschaftlich sinnvollen Entwicklung haben.

- Ausbau der KWK-Technologie und ggf. Betrieb mit erneuerbaren Energieträgern
- Ausnutzung der Biomassereststoffe (bilanziell keine ungenutzten Potenziale an Primärbiomasse verfügbar)
- Unterstützung regionaler Umsetzungsinitiativen zur weitestgehend lokalen Wertschöpfungsteilhabe und Akzeptanzförderung (z. B. durch Schaffung von Möglichkeiten zur Kapitalbeteiligung in regionalen Fonds oder konkreten Projekten und z. B. durch rechtzeitige lokale Bürgerinformationen über Bauvorhaben zu erneuerbaren Energien)
- Öffnung der Stadtwerke für Beteiligungsmodelle an regionalen erneuerbaren Energie-Projekten

### Erläuterungen

#### ***Sonnenenergie vom Dach – Koppelwärme aus den thermischen Kraftwerken***

Zur künftigen Energieversorgung setzt die Stadt auf das Zusammenspiel von erneuerbaren und dem hocheffizienten Einsatz (KWK) möglichst klimafreundlicher konventioneller Energiequellen.

Das Potenzial erneuerbarer Energien, das vor Ort erschlossen werden kann, soll weitestgehend mit Hilfe regionaler Akteure gesteigert werden, um die Wertschöpfungsanteile und damit auch Kaufkraft in der Region zu binden. Schwerpunkt des Kapazitätsausbaus wird Sonnenenergie sein. In begrenztem Maße kommt die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme in Verbindung mit Wärmepumpen hinzu. Die Realisierung von Windkraftanlagen auf Stadtgebiet ist offen. Unter aktuellen EEG-Bedingungen sind insbesondere Dachflächen in großem Umfang noch erschließbar und mit fortschreitender technischer Entwicklung und Kostenreduktion erweiterbar. Andere Großflächen (Fassaden, Hallen) werden innerhalb von Gemeinschaftsprojekten realisiert werden. Hierzu können im Nachgang zum Klimaschutzkonzept bereits in „Würzburg 2030“ vorgesehene Kataster Orientierungshilfe geben<sup>21</sup>. Öffentliche Großdachflächen könnten dann für Bürgerkraftwerke zur Verfügung gestellt werden<sup>22</sup>.

Zum Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch können auch regionale Stromerzeugungskapazitäten einbezogen werden<sup>23</sup> (Virtuelle Kraftwerke, Smart-Grid-Technologie) oder auch Lastmanagement in den Betrieben.

Sofern bei der Stromerzeugung Koppelwärme anfällt, sollte diese im Sinne des Klimaschutzes genutzt werden. Dies gilt neben den fossil betriebenen Anlagen auch für BHKW oder Mikro-BHKW, die auf Biogas basieren. Biomasse-Verstromung bietet sich derzeit nur in grö-

---

<sup>21</sup> Auszug aus „Würzburg 2030“: Bis 2020 existiert ein stadtweites Kataster geeigneter Dachflächen für Photovoltaik und Solarthermie mit Potenzialanalyse und Verträglichkeitsprüfung hinsichtlich Denkmalschützender Aspekte.

<sup>22</sup> Auszug aus „Würzburg 2030“: Bis 2018 werden die Dächer kommunaler Gebäude verstärkt für Photovoltaik-Anlagen bereitgestellt.

<sup>23</sup> Die konventionellen klimafreundlichen Regelenergiekapazitäten können gegebenenfalls ebenso mit Hilfe der örtlichen Energieversorger gesteigert werden, wenn die Investitionsrahmenbedingungen gegeben sind. Idealerweise könnten die heimischen Stadtwerke ihr bestehendes GuD-Kraftwerk teilweise auf Regelenergiebetrieb umstellen und oder gemeinsam mit der Industrie weitere gasversorgte thermische Kraftwerke an Standorten mit Wärmesenken realisieren und somit eine hohe Effizienz und Wirtschaftlichkeit erzielen. Gas-BHKWs hätten zusätzlich den Vorteil der Regelbarkeit, um die schwankende Residuallast (Verbrauchslast abzüglich des Angebots erneuerbarer Energien im Netz) flexibel anzubieten. Damit langfristig einhergehend können Speicherpotenziale der Region ermittelt und erschlossen werden (inkl. Elektromobilität, thermische und chemische Speicher „Power2gas“).

ßeren Anlagen an. Hier ist mangels regional verfügbarer Ressourcen kein Schwerpunkt in den Potenzialbetrachtungen gelegt worden. Sollte sich der Einsatz von Biomasse bspw. zum Betrieb von Wärmeverbünden anbieten, kann auch auf überregional verfügbare Mengen zurückgegriffen werden, wobei die langfristige Sicherung benötigter Mengen unwägbarer wird.

### ***Teilhabe der BürgerInnen an Energieanlagen schafft Akzeptanz***

Insbesondere bei großen Energieprojekten wie der Realisierung eines Windparks oder dem Bau von Energieleitungen (Strom, Gas, Wärme) ist die öffentliche Akzeptanz eine entscheidende Voraussetzung. Hier übernehmen Stadt und Stadtwerke wichtige Aufklärungsaufgaben. Aus Akzeptanz- und Wertschöpfungsüberlegungen sollte die weitest gehende regionale Beteiligung angestrebt werden. Bzgl. der Informationspolitik bedeutet dies, eine frühzeitige Transparenz der Planungsprozesse insbesondere bei den Betroffenen vor Ort herzustellen. Bei der Umsetzung von EE-Projekten können die Stadtwerke in Verbindung mit Genossenschaftsmodellen das regionale Investitionskapital in Form von Fondsbeteiligungen einbinden. Genossenschaftsmodelle ermöglichen eine hohe Identifikation und bei niederschweligen Beteiligungen auch eine Breitenwirkung. Auch lokale Maßnahmen wie ein Bürgersolardach können so umgesetzt werden und insgesamt zur grundsätzlichen positiven Stimmung pro EE beitragen.

Um die Integrationsprobleme bei konzentrierten hohen PV-Einspeisungen gering zu halten, sollten Anreize zum Eigenverbrauch gestärkt werden. Dieser Anreiz wird bei steigenden Netzstrompreisen (selbst ohne EEG bei Erreichen der Grid Parity<sup>24</sup>) automatisch kommen.

### ***Wärmebereitstellung aus Kraft-Wärme-Kopplungsprozessen (KWK)***

Da die Ressourcen zur Bereitstellung von Wärme aus erneuerbaren Energieträgern bei weitem nicht den künftigen Bedarf decken werden, sind besondere Hoffnungen verbunden mit der weiteren Installation von KWK-Anlagen insbesondere an Gewerbestandorten mit Wärmesenken in der Nachbarschaft (angeschlossene Produktionsprozesse im eigenen oder benachbarten Betrieben oder Verbünde zur Wärmeversorgung von Wohngebäuden und Siedlungen). Denn die hieraus genutzte Wärme ist klimafreundlich, auch wenn der Energieträger fossiler Herkunft ist. Gleichzeitig erlauben KWK-Anlagen eine gewisse zeitliche Flexibilität, wenn sie system- bzw. stromgeführt betrieben werden können. Diese Flexibilität kann ausgleichend zur fluktuierenden Stromerzeugung aus PV und Wind genutzt werden.

Zur systematischen Ausschöpfung von Koppelwärme-Überschüssen ist in Abstimmung mit den Stadtwerken ein Abwärme-Wärmekataster entstanden, das systematisch die möglichen Standorte zur Erweiterung der Wärmenetze erkennen lässt.

### **Querbezüge zu den anderen Handlungsfeldern:**

- Querbezug zum Handlungsfeld „Rund ums Haus“

Die gebäudebezogenen Energieerzeugungsanlagen (z. B. PV, oberflächennahe Erdwärmennutzung, Holzkessel, Mikro-BHKW im Keller) werden im Zuge der umfassenden Energieberatungen mit vorangetrieben. Bei der Suche nach Wärmesenken für Koppelwärme werden auch potenzielle Wohngebiete zu prüfen sein.

---

<sup>24</sup> Grid Parity meint die Preisgleichheit von selbsterzeugtem Solarstrom vom eigenen Dach und dem aus dem Netz zu beziehenden Strom. Unter diesen Rahmenbedingungen wird der Ausbau von Photovoltaik einen neuen weiteren erheblichen Schub erfahren.

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund um Unternehmen“**

Aufbau gemeinsamer Wärmeverbünde (siehe unter Handlungsfeld 2, Querbezüge)

## 7.4 Strategie im Handlungsfeld „Rund um Unternehmen“

### Schwerpunkte und Übersicht

- **Schwerpunkt Effizienz** (relative Energieeinsparung gemäß der 1,5 % Ziele der deutschen Industrie) und Versorgungssicherheit
- Mobilisierung insbesondere der energieintensiven Betriebe aus Produktion und Verarbeitung über **ökonomische** Argumente zum profitablen Klimaschutz
- Aktive unternehmensnahe Anlaufstelle für Beratung und Information einrichten
- Qualifizierung der Betriebe in Energieeffizienz durch gegenseitigen Austausch, passende Beratungsangebote und Fördervermittlung sowie Zertifizierung großer Betriebe nach ISO50001
- Weiterentwicklung von Energieeffizienz- zu Flexibilitätsmanagement sowohl auf Verbrauchsseite (Demand Response) als auch bei zu steigenden Eigenerzeugungskapazitäten (gesicherte Leistung bzw. Grundlast)
- Systematische Ausweitung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auch im überbetrieblichen Kontext und Nutzung weiterer lokaler (thermischer) Speichermöglichkeiten
- Enge Abstimmung über künftige Versorgungssicherheit zwischen Wirtschaft und Netzbetreibern vor dem Hintergrund fluktuierender und verbrauchsferner Erzeugung

### Erläuterungen

Die VertreterInnen der Wirtschaft haben sich im Zuge der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes klar zum Klimaschutz bekannt. Der Fokus ihres Engagements liegt auf der **Effizienzsteigerung**. Die relativen Energieeinsparungen (z. B. kWh pro Euro Bruttoinlandsprodukt) sind der Maßstab für erfolgreichen Klimaschutz in der Wirtschaft – nicht die absolute Energieeinsparung, die von konjunkturellen Einflüssen oder Produkthanforderungen<sup>25</sup> abhängen kann.

Das ökonomische Prinzip darf auch hinsichtlich der Amortisation von Maßnahmen nicht außer Acht gelassen werden. **Klimaschutz muss profitabel sein** und wird es in den kommenden Jahren mit zunehmenden Energiekosten zwangsläufig, was bei frühzeitiger Vorbeuge zum **Wettbewerbsvorteil** gereichen kann. Gerade wenn das Know-how hierüber regional überdurchschnittlich steigt, kann dieses sogar zum Standortvorteil werden. Zu beachten ist, dass konzernabhängige Betriebe hierbei nur kurzfristig rentable Maßnahmen umsetzen können. Die Beratung und interne Qualifizierung der Betriebe kann durch sogenannte **Konvoi-Projekte** (regionale Beratungsverbünde) erheblich verbessert werden. Die Zusammenarbeit kann aber auch ganz konkret in der gemeinsamen Energieerzeugung (BHKW), Energiebeschaffung oder auch der gemeinsamen Verwertung von Energie, z. B. nachbarschaftlicher Koppelwärmenutzung, entstehen, denn über Projektgruppen werden zentrale Themen behandelt und die Betriebe miteinander vernetzt. Prinzipiell sollen über das Klimaschutzkonzept und dessen anschließender Umsetzung die Betriebe der Region in ihrer Kenntnis über ihre Beratungs-, Handlungs- und Fördermöglichkeiten aufgeklärt werden und durch themenorientierte Vernetzung Synergien in der effizienten Ausnutzung von Energien genutzt werden. Strukturell kann auf der guten Arbeit der Kammern (IHK & HWK) aufgebaut werden. Die

---

<sup>25</sup> Teilweise steigt die Energieintensität eines Produktes aufgrund anderer Qualitäts- oder Umweltanforderungen sogar!

beiden Kammern werden im Rahmen ihrer Stammaufgaben (Bildung, Vernetzung, Interessensvertretung) Aufgaben der Fortbildung und Aufklärungsarbeit übernehmen.

### **Energieeffizienz als profitabler Klimaschutz<sup>26</sup>**

Bzgl. der Einsparmöglichkeiten in der Wirtschaft stehen Effizienzanstrengungen im Vordergrund. Es kann nicht für alle Betriebe eine universal gültige Einsparquote verordnet werden. Insgesamt über alle Betriebe wird aus den Erfahrungen von ÖKOPROFIT-Beratungsprozessen - und mit Blick auf die Selbstverpflichtung der deutschen Industrie - eine Einsparung von 1,5 % jährlich angenommen.

Noch eine erhebliche Zahl an Betrieben kann mit Hilfe von Beratung ihr Effizienzpotenzial weiter ausschöpfen (je nach Größe über zweitägige KfW-Beratung bis hin zur Zertifizierung von Energiemanagementsystemen nach ISO50001 oder ÖKOPROFIT). Die IHK bietet Energieeffizienztische an, an denen sich die Betriebe weiterqualifizieren. Im Rahmen der Gespräche mit den Unternehmen ist herausgearbeitet worden, dass je nach Bedeutung der Energiekosten für die unterschiedlichen Betriebe unterschiedliche Angebote zugeschnitten sein müssen: (siehe Tabelle 20) <sup>27</sup>

| Für jeden Betrieb die passende Beratung                             | EnMS (ISO50001) | ÖKOPROFIT | KfW-Initialberatung | Fortbildung |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|---------------------|-------------|
| Erfahrene energieintensive Betriebe (< 10 Mio. EUR/a Energiekosten) | X               | (X)       | -                   | X           |
| Sonstige energieintensive Betriebe                                  | X               | X         | -                   | X           |
| Mittlere Betriebe (150.000 – 10 Mio. EUR/a)                         | (X)             | X         | X                   | X           |
| Kleine Betriebe (< 150.000 EUR/a)                                   | -               | X         | X                   | (X)         |
| Dienstleistungsbetriebe                                             | -               | X         | -                   | (X)         |

**Tabelle 20: Beratungsangebote für Unternehmen (B.A.U.M., 2012)**

<sup>26</sup> Auszug aus "Würzburg 2030": Bis 2018 schafft die vorbereitende Bauleitplanung optimale Voraussetzungen für die Ansiedlung energieeffizienter Unternehmen. Bis 2020 verfügt die Stadt Würzburg über einen umfassenden Wärmeatlas, welcher straßen- und gebäudegenau die Energieversorgung darstellt und Potenziale für Synergieeffekte und lokale, klimaeffiziente Versorgungsstrukturen aufzeigt. Bis 2020 verfügen alle Würzburger Unternehmen über ein CO2-Monitoringsystem. Bis 2020 verfügt die Stadt Würzburg über ein Nachhaltigkeitswappen, welches besonders energieeffiziente Unternehmen auszeichnet. Bis 2030 verfügen 30 % der Würzburger Unternehmen über ein Energiemanagementsystem.

<sup>27</sup> Neben der Ausbildung zu Effizienzbeauftragten können auch leichtere Versionen bereits Wirkung zeigen: Freistellung von Mitarbeitern für Energiefragen: Die Unternehmer sollen dafür sensibilisiert werden, dass sie Mitarbeiter freistellen, damit sie sich um Energiethemen kümmern können. Derzeit haben viele Mitarbeiter das Thema Energie zusätzlich zu ihren vielfältigen Aufgaben bekommen. Somit fällt das Thema Energie immer wieder unter den Tisch. Mitarbeiter sensibilisieren: Es sollen Mitarbeiter sensibilisiert werden, das Thema Energieeinsparung im eigenen Betrieb anzunehmen. Es fängt zum Beispiel damit an, die Heizung beim Lüften abzudrehen oder den Monitor während der Mittagspause abzuschalten.

Um die Betriebe für das Thema Energieeffizienz zu motivieren, ist die systematische und progressive Informationsvermittlung an die Betriebe durch die IHK und die Wirtschaftsförderung wichtig<sup>28</sup>: Fördermöglichkeiten zur Effizienzberatung (KfW), steuerliche Erleichterungen und sich ändernde Rahmenbedingungen (bzgl. Spitzenausgleich) sind künftig abhängig vom nachweisfähigen Energiemanagementsystem EnMS (ISO50001 & EMAS). Dies bietet zusätzliche Anreize, in das Thema einzusteigen.

Die Stadt nimmt hierbei als Initiator für Konvoi-Beratungen (ISO 50001) eine Schlüsselfunktion ein. Sie sollte in Absprache mit der IHK die Betreuung neuer Initiativen zur Konvoiberatung (KfW) und Konvoi-Zertifizierung (ISO 50001) in Angriff nehmen.

Know-how-Transfer im gegenseitigen Austausch „Lernen von den Pionieren“: In Effizienzfragen kompetente Betriebe der Region haben sich angeboten, ihre Erfolge den anderen in Form von Werksbesuchen praxisnah vorzuzeigen. Diese Austauschmöglichkeiten untereinander sollten unbedingt aufgegriffen und fortentwickelt werden. Hieraus haben sich bereits Energieeffizienztische etabliert und könnten in Verbindung mit dem bereits bestehenden LEEN-Netzwerk sukzessive verschiedene Themen abarbeiten<sup>29</sup>. Die Kooperation mit dem Umland ist dabei sinnvoll und anzustreben, damit die „kritische Masse“ interessierter Betriebe von den jeweiligen Themen profitieren kann.

Hinsichtlich der Koordination der Beratung (Kordinierungsstelle): Eine Koordinierungsstelle soll sämtliche Aktivitäten zum Thema Beratung zusammenfassen. Diese sollen effizient an die Unternehmen verteilt werden. Darüber hinaus soll die Koordinierungsstelle nachfragenden Unternehmen die für sie geeignete Beratung nennen.

### ***Mobilitätsmanagement in Betrieben***

Auch im Bereich Mobilität können die Betriebe erheblich zum Klimaschutz beitragen. Der betriebseigene Fuhrpark kann sukzessive auf klimafreundliche Fahrzeuge umgestellt werden. Hier können Bewegungsprofile helfen, die richtigen Fahrzeuge für den richtigen Einsatz auszuwählen, womit auch für Elektrofahrzeuge mit relativ geringen Reichweiten Einsatzmöglichkeiten auftreten. Im Bereich der Dienstwagen kommen zusätzlich zu den nüchternen und kostensparenden Erwägungen pro spritsparender Modelle häufig noch psychologische Motive hinzu. Hier sind in vielen Betrieben gute Erfahrungen gemacht worden mit Green-Car-Policies ([www.fleet.eu](http://www.fleet.eu)), in denen mit Bonus-Malus-Abschlägen zu den Leasingzuschüssen oder einer begrenzten Fahrzeugauswahl gelenkt werden kann. Um die Auslastung der Fahrzeugpools zu optimieren, können Software-Lösungen eingesetzt werden, ggf. auch gemeinschaftliche Nutzung mit anderen Betrieben erwogen werden. Das Fahrverhalten der Mitarbeiter kann mit Hilfe von ECO-Drive-Schulungen hin zu einer spritsparenden Fahrweise verbessert werden, mit kurzfristig messbaren Erfolgen um 10-20 %. Der Betrieb kann Anreize setzen, damit die Mitarbeiter, wenn möglich, nicht einzeln mit dem PKW zur Arbeit gelangen, sondern in betriebsgeförderten Fahrgemeinschaften oder mit durch den Betrieb geförderten Job-Tickets. Wenn die richtigen Rahmenbedingungen gegeben werden, können ortsnahe wohnende Mitarbeiter sogar vollständig auf die motorisierte Anfahrt verzichten und kommen zu Fuß oder per Fahrrad oder Pedelec. Anreize könnten sein: Fahrradreparaturgutscheine,

---

<sup>28</sup> Vor allem sollten inhabergeführte Unternehmen angesprochen werden: Hier sollen vor allem die gesellschaftenden Geschäftsführer angesprochen und dazu sensibilisiert werden, dass es um ihr Unternehmen geht und dieses für die Zukunft fit gemacht werden muss.

<sup>29</sup> z. B. Pumpenaustausch - aber neutral: Moderne Pumpen können Energie sparen. Sie haben ein großes Potenzial. Dieses Thema sollte den Betrieben nahe gebracht werden.

Duschen und Umkleidekabinen, Parkgebühren auf dem Firmenparkplatz und eine garantierte Fahrradmitnahme im ÖPNV. Für maßgeschneiderte ÖPNV-Angebote kann sich der Betrieb stellvertretend für seine Mitarbeiter einsetzen (Linienführung, Taktung entsprechend der Schichten).

**Folgende Querbezüge ergeben sich zu den anderen Handlungsfeldern:**

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund ums Haus“**

Die Nichtwohngebäude aus dem betrieblichen Umfeld werden in die Energieberatungsaktivitäten einbezogen, denn viele Verwaltungsgebäude benötigen unabhängig vom Produktionsprozess „normale energetische Sanierungsberatung“. Die Handwerksbetriebe qualifizieren sich für die großen Sanierungsaufgaben insgesamt, die Gewerbe- und Industriebetriebe, aber auch Ingenieurbüros können innovative Produkte zur Energieeinsparung oder Energieerzeugung entwickeln, die dann in der Praxis in breiter Front vor Ort eingesetzt werden können. Bei der IHK oder künftigen Koordinierungsstelle können Datenbanken über qualifizierte Energieberater, die für Betriebe und auch Privatpersonen vermittelt werden, entstehen.

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund um Energie“**

Der betriebliche Wärmebedarf oder -überschuss könnte Ausgangspunkt für Wärme-Verbundlösungen mit benachbarten Wohn- oder Verwaltungsgebäuden sein. Die betrieblichen Energieverbräuche könnten im Zuge eines künftig mehr erzeugungsorientierten Verbrauchs als flexible Lasten genutzt werden. So kann zumindest ein Teil der fluktuierenden Erzeugung der dominierenden Wind- und Solarstromerzeugung ausgeglichen werden.

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund um Mobilität“**

Zur Verbesserung des betrieblichen Mobilitätsmanagements sollen Maßnahmen seitens der Betriebe ergriffen werden, um die MitarbeiterInnen auf dem Weg zum Arbeitsplatz für die Nutzung des ÖPNV oder des Fahrrads zu motivieren. Die firmeneigenen Fuhrparks und Dienstwagen sollten konsequent auf klimafreundliche Modelle umgestellt werden. Dazu ist allerdings eine gemeinsame Image-Arbeit wichtig.

## **7.5 Strategie im Handlungsfeld „Rund um Mobilität“**

### **Schwerpunkte und Übersicht**

- Der Bereich **„Mobilität und Verkehr“** stellt den kommunalen Klimaschutz vor **große Herausforderungen**, weil erhebliche Anteile der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen durch diesen Sektor verursacht werden, die lokalen Handlungsmöglichkeiten jedoch beschränkt sind.
- Es sind deshalb **erhebliche Anstrengungen** notwendig, um die ambitionierten Klimaschutzziele der Stadt Würzburg auch für diesen Sektor konsequent umzusetzen. Diese müssen sich auf die **Technologieentwicklung und Klimaeffizienz** ebenso beziehen wie auf das **Mobilitätsverhalten und „verkehrssparsame“ Strukturen**.
- Grundsätzlich gilt dabei das Ziel, die **Mobilität** als Grundlage für die wirtschaftliche Entwicklung, den Austausch und die soziale Teilhabe zu **erhalten**, die **Verkehrsnachfrage** jedoch so zu **gestalten**, dass möglichst geringe negative Umwelteffekte – hier insbesondere CO<sub>2</sub>-Emissionen – entstehen.

**Wesentliche Einflussgrößen und damit strategische Hebel für den Klimaschutz im Verkehr in der Stadt Würzburg sind dabei folgende Handlungsschwerpunkte:**

- die **Reduzierung der Wegelängen** insbesondere durch geeignete räumliche Strukturen wie der funktionalen Nutzungsmischung auf der Grundlage der kompakten Würzburger Stadtstruktur
- die **Verlagerung von Wegen** vom motorisierten Individualverkehr (MIV) auf den Umweltverbund, den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), den Rad- und Fußverkehr oder auch klimafreundlichen KFZ-Verkehr (Gas-/Elektroantriebe)<sup>30</sup>
- die **Erhöhung der Besetzungsgrade im KFZ-Verkehr/Verbesserung der Auslastung im ÖPNV** durch innovative Mobilitätsdienstleistungen (online-/real-time Informationen), intermodale Verknüpfungen und eine effiziente Gestaltung der Verkehrsangebote und Mobilitätsketten (z. B. durch Car-Sharing, „Mobil-Punkte“ etc.)
- die **Verbesserung der Antriebseffizienz und Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs** durch eine Förderung der technologischen Weiterentwicklung der Fahrzeuge und Kraftstoffe (im MIV und auch im ÖPNV) sowie eine verbrauchsarme Fahrweise
- Verkehrsflussoptimierung (Vermeidung von Stop-and-go, Stau im Straßennetz)
- **Analoge Strategien** sind nach Möglichkeit auch **für den Güterverkehr und die lokalen Service-/Liefersdienste zu entwickeln**, von der **Vermeidung/Bündelung von Fahrten** (z. B. City-Logistik) über eine **Verlagerung auf alternative Verkehrsträger** (z. B. Cargo-Bikes/Elektrofahrzeuge) und die **bessere Auslastung** (Vermeiden von Leerfahrten) bis hin zu **verbrauchsarmen Fahrzeugen/Fahrweisen** (z. B. Hybrid-Lieferfahrzeuge und professionelle Fahrtrainings).
- Abbildung 42 stellt die in den Workshops entwickelten Maßnahmen zu diesen Handlungsfeldern im Überblick dar (vgl. detaillierte Darstellung der Steckbriefe). Die Erläuterungen geben auch darüber hinaus strategische Hinweise für die langfristige Ausrichtung der Klimaschutzpolitik im Verkehr der Stadt Würzburg

---

<sup>30</sup> Auszug aus „Würzburg 2030“: Bis 2018 sind alle wesentlichen innerstädtischen Quell- und Zielpunkte mit dem Umweltverbund zu erreichen. Bis 2020 hat sich der Anteil des Umweltverbundes am innerstädtischen Modal-Split (Binnenverkehr) auf 80 % erhöht. Ab 2020 dominieren emissionsarme Fahrzeuge das Erscheinungsbild im „Bischofshut“.

| Vermeiden                                                        | Verlagern                                                                 |                                                       |                          | Vermeiden                                 | Verträglich abwickeln                      |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Stärkung der strategischen regional abgestimmten Verkehrsplanung |                                                                           |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | In die Arbeit, aber wie? (Mobilitätsmanagement für Unternehmen)           |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Mobilitätsmanagement für die Stadt Würzburg                               |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Weniger MIV                                                               | Mehr F/R                                              | Mehr ÖV                  |                                           |                                            |
|                                                                  |                                                                           |                                                       | Koordinierte Fahrpläne   | Mitfahrzentrale im Internet / mobile Apps | Förderung klimaschonender Antriebe         |
|                                                                  |                                                                           |                                                       | ÖV Ticketing - Marketing |                                           | Fuhrparkmanagement<br>Linienomnibusverkehr |
|                                                                  | Radwegenetzausbau inkl. Abstellanlagen und Beschilderung                  | Busliniennetz - Steigerung der Attraktivität des ÖPNV |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Privates Carsharing                                                       |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Mobilstationen zur Einführung von e-Carsharing                            |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Sicherung und Weiterentwicklung des Straßenbahnnetzes                     |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Park & Ride regional / lokal                                              |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Parkraummanagement, Verbesserung der Fußwegqualität / Aufenthaltsqualität |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Zentrenkonzept für urbane Mobilität konsequent umsetzen                   |                                                       |                          |                                           |                                            |
|                                                                  | Hubland-Areal als Standort für Nachhaltige Mobilität entwickeln           |                                                       |                          |                                           |                                            |
| Wegelänge                                                        | Verkehrsmittelwahl                                                        |                                                       |                          | Besetzungsgad                             | Antrieb und Verbrauch                      |

Abbildung 42: Übersicht der Handlungsfelder für den Bereich Mobilität und Verkehr (TUM, 2012)

## Erläuterungen

Strategien für eine nachhaltige Entwicklung der Mobilität verfolgen das Ziel der Reduzierung negativer Effekte auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Im Kontext des Klimaschutzes stehen dabei Strategien und Maßnahmen im Vordergrund, die die Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub> und äquivalente Schadstoffe) reduzieren. Dies kann grundsätzlich durch eine **Steigerung der Fahrzeugeffizienz** (spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Fahrzeug-km) und eine **Reduzierung der Fahrleistungen im KFZ-Verkehr** (Fahrzeug-km pro Tag und Person bzw. transportierter Gütermenge) erfolgen.

**Beide Strategiefelder müssen gleichermaßen zu den angestrebten Effekten beitragen.**

Die Potenziale werden zu 50 % über technologische Entwicklungen, zu 50 % über Verhaltensänderungen erwartet. Die Wechselwirkungen zwischen beiden Feldern und mögliche Rebound-Effekte sind zu beachten (bisher sind Effizienzgewinne europaweit häufig durch eine Zunahme an Fahrleistungen überkompensiert worden, in Würzburg sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr seit den 90er Jahren weitgehend konstant – trotz deutlich reduzierter spezifischer Kraftstoffverbräuche).

Erfolgreiche Maßnahmen zum Klimaschutz im Verkehr lassen sich in vier Kategorien gruppieren:

- „**Engineering**“: angepasste Angebotsgestaltung in den verschiedenen Verkehrsträgern, beispielsweise Energieeffizienz der Fahrzeuge, Erreichbarkeit/Zugänglichkeit von Standorten, Qualität und Komfort von Angeboten (wie Reisezeiten, Taktfrequenz, Umsteigekomfort etc.)

- **„Economy“**: Kostenstrukturen, Anlastung von externen Kosten nach dem Verursacherprinzip, finanzielle Anreize/Fördermechanismen zu den erwünschten Verhaltensweisen, Strategien, die über den „Geldbeutel“ gehen („Mobility Pricing“ Ansätze wie Steuern, Straßenbenutzungsgebühren, Parkraumbewirtschaftung, City-Maut o. Ä.)
- **„Education“**: Bildung und Bewusstsein durch Information, Kommunikation, Marketing, Mobilitätsmanagement, Mobilitätserziehung, um an das Wissen und die Verantwortung der Akteure (auf allen Ebenen vom Grundschulkind bis zum Kommunalpolitiker) zu appellieren
- **„Enforcement“**: hoheitliches Handeln durch Gebote/Verbote auf der Grundlage von Regeln, Gesetzen und Richtlinien (wie z. B. der Zufahrtsbeschränkung durch Umweltzonen, LKW-Führungskonzepten, ...).

Generell ist es aus Sicht eines Klimaschutzkonzeptes das vorrangige Ziel, KFZ-Verkehr zu **vermeiden** (Wegelängen reduzieren, Besetzungsgrade erhöhen), zu **verlagern** (auf andere Verkehrsmittel) oder **verträglicher abzuwickeln**, d. h. emissionsärmer (durch bessere Antriebe/spritsparende Fahrweise) zu realisieren. Die Strategien können dabei als **„Push“- und „Pull“-Maßnahmen** gestaltet werden. Pull-Maßnahmen versuchen das gewünschte Verhalten durch positive Anreize zu fördern. Push-Maßnahmen versuchen dem unerwünschten Verhalten durch negative Anreize entgegenzuwirken. Im Folgenden werden diesbezüglich einige Push- und Pull-Strategien für die Stadt Würzburg dargestellt.

### **Vermeiden**

Die Strategie der „Verkehrsvermeidung“ zielt darauf ab, die Anzahl und die Länge der Wege zu reduzieren, also das tägliche Verkehrsaufkommen in seinem Umfang und in seinen Verkehrsverflechtungen/Distanzen zu beeinflussen.

- Die **regionale Standortstruktur** ist der entscheidende Faktor für die Entwicklung der Wegelängen und der resultierenden Verkehrsverflechtungen. Die Standortentwicklung in Stadt und Region Würzburg ist damit eine wichtige Aufgabe für die **Gestaltung der Verkehrsnachfrage**. Damit kommen der verkehrsträgerübergreifenden Abstimmung von Verkehrsangeboten und der darauf abgestimmten räumlichen Entwicklung auf regionaler Ebene eine strategische Bedeutung zu, die innerhalb der Politik und Verwaltung der Stadt Würzburg einen angemessenen Stellenwert bekommen sollte.
- **Kompakte Siedlungsstrukturen** („Density“), **funktionale und soziale Nutzungsmischung** („Diversity“) und die **Gestaltung attraktiver öffentlicher Räume und kleinteiliger Wegenetze** („Design“) tragen wesentlich zu einer Reduzierung der Wegelängen, zur Aktivitätenkopplung (Bildung von Wegeketten mit unterschiedlichen Zwecken wie Einkaufen auf dem Weg von der Arbeit nach Hause) und zur potenziellen Vermeidung von KFZ-Verkehr (auch Verlagerung auf ÖPNV, Rad- und Fußverkehr) bei.
- **Beratung zur Wohnstandortwahl** – die Standortwahl von privaten Haushalten ist ein entscheidender Faktor für die alltäglichen Aufwände im Mobilitätsverhalten. Auch vor dem Hintergrund steigender Mobilitätskosten sind Strategien und Maßnahmen zu entwickeln, um NeubürgerInnen oder Umzugswilligen bereits im Vorfeld der Kauf-/Mietentscheidung Auskunft und Information über den Zeit-, Kosten- und Energieaufwand/CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines potenziellen Standortes zu geben. Leistungsfähige, interaktive Tools stehen bereits zur Verfügung (z. B. WOMO-Rechner der MVV, siehe [www.mvv-muenchen.de](http://www.mvv-muenchen.de))

- **Berücksichtigung der Verkehrsaufwände bei der Bauleitplanung:** Bereits bei der Entwicklung und Genehmigung von baulichen Nutzungen und Vorhaben ist verstärkt auf die Verkehrseffekte zu achten. Insbesondere bei der Planung von Einzelhandels-, Freizeit-, Büro-/Dienstleistungs-, Bildungs-/Betreuungsangeboten ist in qualifizierten Gutachten der Energiebedarf im Verkehr und damit der erwartete, verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu ermitteln und bei der Entscheidungsfindung und Abwägung (zwischen verschiedenen Standorten) zu berücksichtigen. Die ÖPNV-Anbindung sollte künftig als Standortfaktor obligatorisch berücksichtigt werden.
- **Die Vermeidung von Autoabhängigkeit** durch geeignete Maßnahmen sowohl aus struktureller wie aus kultureller Sicht wird wesentlich geprägt von Kostenstrukturen (steigende Energiepreise gefährden autoabhängige Standorte massiv in ihren Immobilienwerten) wie auch von einem bewussten, situationsangepassten Umgang (ganzheitliche Mobilitätsbildung statt auf Verkehrssicherheit ausgerichtete Verkehrserziehung, „Er-Lernen“ und „Er-fahren“ von alternativen Angeboten, vgl. mobi-race Kampagne der MVG in München, Patentickets der KVB in Köln). Vermarktung der Gesundheitsaspekte (aktive Mobilität zu Fuß und mit dem Rad reduziert das Risiko von Herz-Kreislauferkrankungen, Blutfett, Fettleibigkeit, ... signifikant, vgl. entsprechende Studien der WHO)
- **Gezielte Reduzierung der Motorisierungsrate:** Der private PKW-Besitz (auch über private Dienstwagennutzung!) beeinflusst massiv das alltägliche Mobilitätsverhalten. Strategien, die es ermöglichen, auch ohne Auto mobil zu sein, verkehrsberuhigte, autoreduzierte/autofreie Quartiere, in denen der PKW-Besitz mit deutlichen zusätzlichen Kosten verbunden ist (z. B. Stellplatzerwerb in Quartiersgaragen) zeigen deutliche Effekte auf die Präferenzmuster der BewohnerInnen und eine signifikant reduzierte Kfz-Nutzung. Hier bieten innovative Mobilitätsdienstleistungen (Auto nutzen statt besitzen, organisiertes/privates Carsharing, öffentliche Fahrradverleihsysteme) erhebliche Potenziale.
- **Erhöhung der PKW-Besetzungsgrade, Auslastung des ÖPNV** (und der Güterverkehre): KFZ-Verkehr kann erheblich reduziert werden durch die Bildung von Fahrgemeinschaften (z. B. über Online-Börsen, auch kurzfristig über smart-phone Apps) und durch eine bessere Auslastung der eingesetzten ÖPNV-Fahrzeuge. Ohne die Personen-Kilometer einzuschränken, können die gefahrenen KFZ-km (im Einzelfall auf 50 %) reduziert werden. Die Bereitschaft zur Bildung von Fahrgemeinschaften wird wesentlich auch von den Treibstoffkosten abhängen (nicht lokal steuerbar, aber angesichts der Verknappung der Rohölressourcen und der geo-politischen Instabilität ist hier jederzeit mit ggf. drastischen Preissteigerungen zu rechnen). Die Auslastung im ÖPNV ist in den Nebenverkehrszeiten durch die Kundenansprache neuer Zielgruppen (außerhalb des Pendlerverkehrs) anzupeilen.

### **Verlagern**

Die „Verkehrsverlagerung“ bezieht sich klassischerweise auf eine Verlagerung vom PKW-Verkehr oder Güterverkehr auf den sog. „Umweltverbund“, also Bus und Bahn, Rad- und Fußverkehr. Insbesondere in diesem Bereich zeigt sich die Notwendigkeit abgestimmter Push und Pull-Maßnahmen, um signifikante Effekte in der **Verkehrsmittelwahl (sog. „Modal Split“)** zu erzielen. Dieser Handlungsbereich steht **häufig (zu) sehr im Mittelpunkt der politischen Betrachtung**, bezieht er doch originär weder die zurückgelegten Distanzen noch die Fahrzeugeffizienz mit ein.

- Eine deutliche Verlagerung von PKW-Anteilen auf andere Verkehrsträger setzt **attraktive Alternativen** voraus, bedarf aber auch **konsequenter, restriktiver Maßnahmen** im privaten KFZ-Verkehr.
- **ÖPNV-Attraktivität:** Würzburg verfügt mit dem **Straßenbahnnetz** über ein hochwertiges ÖPNV-System, das strategisch weiterentwickelt werden muss. Neben zusätzlichen Netzentwicklungen ist eine hochwertige, energie-/klimaeffiziente **Fahrzeugflotte** und die **Verknüpfung** mit dem motorisierten Individualverkehr (z. B. an P+R-Stationen an den regionalen Einfallstraßen) sowie mit dem Rad- (B+R-Stationen) und dem Fußverkehr (attraktive Einbettung in das unmittelbare Umfeld/Quartier und kleinräumige/engmaschige Netze zur Stärkung der Nahmobilität) von besonderer Bedeutung. **Ticketing** (z. B. e-ticketing), **tarifliche Anreize** (z. B. Abo ab 9.00h/Kombikarten etc.), **Marketing** (z. B. Imagekampagnen) und **Information** (z. B. Echtzeit-Auskunft per smartphone) können wichtige zusätzliche Erfolgsfaktoren sein.
- **Auf regionaler Ebene** sollte die **Verknüpfung zwischen den regionalen Buslinien und der Bahn verbessert** werden. Es ist zu prüfen, ob und in welchem Umfang hier eine konsequente Bündelung der Busverkehre auf die Bahnstrecken erfolgen kann (und damit eine Vermeidung von parallelen Bedienungen mit Strom und Diesel). Diese Zubringerfunktion sollte Vorrang vor P+R-Konzepten haben. Auf den Hauptverkehrsstraßen ist dem ÖPNV Vorrang einzuräumen, insbesondere durch Busspuren und Ampelbevorrechtigungen. In dispersen Siedlungsbereichen können bedarfsgesteuerte Bedienweisen (Anruf-Sammel-Taxi etc.) eingesetzt werden.
- **Radverkehrsförderung:** Der Fahrradverkehr erlebt bundesweit einen **Trend**, der voraussichtlich in den kommenden Jahren anhalten wird (v. a. **aus ökonomischen Gründen und Gesundheits-/Fitness-Motivation**). In Würzburg sind die bisherige Angebotsqualität und die Fahrradkultur unterentwickelt (vgl. Fahrradklimaindex des ADFC). Es gilt, das **Radwegenetz konsequent für den Alltagsverkehr auszubauen** (v. a. Lückenschlüsse) sowie **hochwertige Abstellmöglichkeiten** in ausreichendem Umfang zu schaffen. Hinzu kommen ggf. **Image-/Marketingkampagnen** (wie „mit dem Rad zur Arbeit“). Die bewegte Topographie wird vor dem Hintergrund der rasanten Entwicklung der **Pedelecs** keine gravierende Einschränkung mehr darstellen. Für die schnellen Pedelecs/E-Bikes sind **perspektivisch eigenständige Infrastrukturen** zu entwickeln (Rad-schnellwege, Ladestationen), auch zu Ungunsten des KFZ-Verkehrs (Umwidmung von Fahrstreifen). Insbesondere entlang der Tallagen lassen sich so auch größere Distanzen bequem und klimafreundlich überwinden.
- **Entwicklung einer Fußverkehrsstrategie:** Bis zu 50 % aller Wege werden in kompakten, urbanen Strukturen – wie auch Würzburg sie in vielen Stadtteilen zu bieten hat – zu Fuß zurückgelegt. Jeder Verkehrsteilnehmer wird zudem irgendwann zum Fußgänger (spätestens am Parkplatz). Das Zu-Fuß-Gehen ist damit keine überkommene Restkategorie sondern **zentraler Bestandteil urbaner, zukunftsfähiger Mobilität** – gerade auch vor dem Hintergrund des **demographischen Wandels**. Es lohnt sich auch für Würzburg, die Potenziale im Detail zu analysieren und darauf abgestimmte lokale Konzepte mit den BewohnerInnen (BesucherInnen und Beschäftigten) **vor Ort** zu erarbeiten. Die Maßnahmen können dabei z. B. von der Infrastruktur (Gehwegbreite, Barrierefreiheit etc.) über Beschilderungskonzepte (mit Entfernungsangaben in min) bis hin zur städtebaulichen Gestaltung/Aufenthaltsqualität reichen.

- **Parkraummanagement und –bewirtschaftung** sind zentrale Stellschrauben der Verkehrsnachfrage im privaten KFZ-Verkehr. Die Parkhäuser in Würzburg weisen z. T. erhebliche freie Kapazitäten auf, auch weil die Möglichkeit zum Parken am Straßenrand vergleichsweise umfangreich und günstig (günstiger als das Parken im Parkhaus) vorhanden ist. Eine schrittweise **Reduktion des Stellplatzangebotes (im öffentlichen Straßenraum)** und eine **schrittweise Erhöhung der Parkgebühren** kann zu einer weiter verbesserten Konkurrenzsituation des ÖPNV zur Innenstadterschließung beitragen und wertvolle öffentlichen Straßenraum zur attraktiven Gestaltung für den Fuß- und Radverkehr zurückgewinnen.
- **Ausbau des Konzeptes der Mobilpunkte zu multimodalen, urbanen Schnittstellen**<sup>31</sup>: Diese Knotenpunkte können mit vielfältigen, quartiersbezogenen Angeboten angereichert werden (z. B. Lieferservice) und sollten verschiedenste Verkehrsträger miteinander vernetzen (z. B. Bike-Sharing-Stationen an Parkhäusern, Ausrichtung entlang der ÖPNV-Korridore, Integration aller Sharing-Angebote und Elektromobilität mit dem ÖPNV über eine Mobilitätskarte). Marketing/Vertrieb über App.
- **Entwicklung eines umfassenden Mobilitätsmanagements**: Ein attraktives Angebot sollte zielgruppengerecht vermarktet werden. Dies gilt auch für ein städtisches Verkehrssystem, das in seiner Komplexität von **verschiedenen Nutzergruppen** wie Erwerbstätigen, Senioren, Studenten und Touristen verstanden werden soll. Dies erfordert bedarfsgerechte **Kommunikation, Information und Beratung**. Inzwischen liegen europaweit sehr gute Erfahrungen zu unterschiedlichsten Anwendungen vor, die von einem „**Mobilitätsmanager**“ (ggf. an die Stadtwerke oder den Klimaschutzbeauftragten angeschlossen) spezifisch genutzt werden können. Auch die **Betriebe** sind in das Mobilitätsmanagement einzubeziehen (und sollten entsprechenden Service und ggf. Anreize vorhalten, wie z. B. Duschen/Umkleiden für Radfahrer, Reparaturservice, Kampagnen etc.).

### **Verträglich Abwickeln**

Die verträgliche Abwicklung des KFZ-Verkehrs im Straßennetz wird von der Qualität des Verkehrsnetzes, der Effizienz der eingesetzten Fahrzeuge, der Klimateffizienz der Kraftstoffe/Energieträger und der Fahrweise beeinflusst. Um die **CO<sub>2</sub>-Emissionen pro gefahrenem Kilometer zu reduzieren, wenn sich motorisierte Verkehre** (insbesondere MIV einschließlich des Güterverkehrs, auch ÖV) **nicht weiter verlagern bzw. vermeiden lassen**, können verschiedene Strategien entwickelt werden. Dies ist wesentlich für einen erfolgreichen Klimaschutz im Verkehr, weil der PKW bezogen auf die Fahrleistungen weiterhin ein dominantes Verkehrsmittel bleiben wird.

- Eine Reduktion der Emissionen kann zunächst durch eine Verbesserung der Fahrzeugeffizienz in der jeweiligen **Fahrzeugflotte** erzielt werden. Es ist zu prüfen, in welcher Form auch auf kommunaler Ebene der Erwerb/die Nutzung kleiner Leichtbaufahrzeuge gefördert werden kann.

---

<sup>31</sup> Auszug aus „Würzburg 2030“: Es besteht darüber hinaus zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln eine starke Vernetzung (inter- und multimodale Mobilität). Dies betrifft sowohl die Umsteigemöglichkeiten wie auch die bedarfsgerechte individuelle Information und Beratung. Hinsichtlich der Mobilität ist das Stadtbild von einem hohen Grad an Barrierefreiheit geprägt. Der lückenlose Ausbau des Rad- und Fußwegenetzes, ein erstklassiges ÖPNV-Angebot sowie eine perfekte Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsmittel befreien Würzburg von Staus, Luftverschmutzung, Stress und Hektik.

- Die **Kraftstoffe** mit geringerem Kohlenstoffgehalt (Erdgas, Bio-Treibstoffe, ...) sowie ggf. **CO<sub>2</sub>-neutrale Energieträger** sind von großer Bedeutung (Bio-Methan, Öko-Strom, ...).
- Der **Einsatz energieeffizienter Fahrzeuge** ist sowohl im PKW-Verkehr als auch beim ÖPNV und Güter-/Dienstleistungs-/Serviceverkehr durch entsprechende Fahrzeug- und Treibstoffwahl (Erdgas, Biotreibstoffe, Grünstrom für E-Mobilität) sowie Ausbau der Tankinfrastruktur zu fördern. Im Fuhrpark des ÖV werden künftig Öko-Strom und Biodiesel für Schiene, Hybride und Biogas für Busse eingesetzt.
- Im **Verwaltungs- und Betriebs-Fuhrpark der öffentlichen Hand** (Stadt und anderer Behörden) können Nutzfahrzeuge und PKW mit Biotreibstoffen, Biomethan, Grünstrom betrieben werden. Auch ausgelagerte Dienste der Ver- und Entsorgung könnten mit entsprechenden Auflagen an den Fahrzeugbetrieb ausgeschrieben werden.
- In **Betrieben der Privatwirtschaft** kann bei der Beschaffung der Fahrzeuge ähnlich vorgegangen werden. Hier hat sich insbesondere in Bezug auf die Dienstwagenflotte die Bedeutung von „green car policies“ gezeigt (vgl. Analysen im Rahmen des EU-Projektes FLEAT).
- Im **Privatsektor**: Durch die Kooperation zwischen Energieversorgern (Gastankstellen und Elektroladesäulen) und Behörden (Vorbild bei Beschaffung, verlässliche Nachfrage und Privilegierung in der Siedlungsplanung) kann die Infrastruktur erheblich vorangetrieben und damit die Marktdurchdringung mit Gasfahrzeugen (Biomethan) und Elektroautos (Grünstrom) für private PKW und LKW beschleunigt werden.
- Neben technischen Maßnahmen sind auch die Effekte durch **spritifahrende Fahrweise** nicht zu unterschätzen. Betriebe sollten für Ihre MitarbeiterInnen, insb. Vielfahrer entsprechende Trainings anbieten. Private Haushalte könnten sich in einem sportlichen Wettstreit um spritsparende Fahrweise bemühen.
- Energie-/CO<sub>2</sub>-effizientes Verkehrsmanagement/Verkehrssteuerung (Verkehrsflussoptimierung, Vermeidung von Stop-and-go, Stau im Straßennetz)
- Auch Maßnahmen im Verkehrsmanagement und in der Verkehrssteuerung können ergänzend zu einer Effizienzsteigerung in Bezug auf Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Straßenverkehr beitragen (Verkehrsoptimierung). Allerdings sind dabei eventuelle unerwünschte Rückwirkungen auf Verkehrsmittelwahl und Wegelängen zu beachten.

Grundsätzlich kann eine durchgreifende Wende in der Mobilitätsentwicklung nur mit einer Verhaltensänderung der Verkehrsteilnehmer einhergehen. Seitens der Politik ist deshalb ein **Bekenntnis zur Mobilitätswende** erforderlich. Eine beschleunigte Verhaltensänderung muss in den Köpfen der Politiker beginnen und in wirksamen Maßnahmen enden.

Für eine erfolgreiche Umsetzung von Klimaschutzzielen im Verkehr ist eine **Betrachtung auf der Ebene der funktionalen Stadtregion** notwendig. Die Planungs- und Abstimmungsprozesse auf regionaler Ebene sollten deshalb verbessert und in ihrer Verbindlichkeit gestärkt werden.

**Querbezüge zu den anderen Handlungsfeldern:**

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Regionale Energieerzeugung und -versorgung“**

Der Bedarf an Flüssigtreibstoffen kann nicht aus regionalen Energiequellen produziert werden. Dennoch sollte der Bedarf an Biomethan zum Betrieb von Gasfahrzeugen und die zumindest bilanzielle Bereitstellung von Ökostrom für die Elektrofahrzeuge aus nachhaltigen Quellen (möglichst Erzeugungsüberschüssen erneuerbarer Energien) stammen. Im Sinne einer systemgesteuerten Ladung der Elektrofahrzeuge (Grid2Vehicle, Vehicle2Grid) können Elektrofahrzeuge Speicherfunktionen übernehmen.

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund um Unternehmen“**

Zur Verbesserung des betrieblichen Mobilitätsmanagements sollen Maßnahmen seitens der Betriebe ergriffen werden, um die MitarbeiterInnen für den Weg zum Arbeitsplatz zur Nutzung des ÖPNV oder des Fahrrads zu motivieren. Auch die firmeneigenen Fuhrparks und Dienstwagen sollten konsequent auf klimafreundliche Modelle umgestellt werden.

- **Querbezug zum Handlungsfeld „Rund ums Haus“**

Die Wohnstandortwahl ist ein entscheidender langfristiger Faktor für die alltägliche Verkehrsnachfrage, die zurückgelegten Distanzen und die Optionen der Verkehrsmittelwahl und in der Folge für die Klimagasemissionen im Verkehr. Es ist deshalb nicht nur eine Energieberatung in Bezug auf die Gebäudewärme/Strombedarf wichtig, sondern auch in Bezug auf den Standort selbst (siehe Verkehrsvermeidung/Wohnstandortberatung).

## 7.6 Strategie im Handlungsfeld „Klimaanpassung“

Obwohl das vorliegende Konzept ein Klimaschutzkonzept ist, soll auch der Klimaanpassung in der Stadt Würzburg Rechnung getragen werden. Städte sind dicht besiedelt und bringen auch entsprechende Risiken und Anforderungen hinsichtlich der Bewältigung von Klimafolgen mit sich. Der folgende Exkurs stellt daher Hintergrundinformationen zum Klimawandel und zur Klimaanpassung, die Spezifika der Stadt Würzburg und mögliche Handlungsansätze vor.

### 7.6.1 Globale und regionale Klimaszenarien

#### 7.6.1.1 Klimawandel, CO<sub>2</sub> und anthropogener Treibhauseffekt

Das globale Klima verändert sich zusehends. Etwa seit 1860, seit es verlässliche Messungen gibt, um daraus globale Mittelwerte zu rekonstruieren, waren die bodennahen globalen Durchschnittstemperaturen der Erde noch nie so hoch wie in den Jahren seit 1990. Der Klimawandel ist also kein zukünftiges Phänomen mehr, sondern bereits Realität. Dabei verlief die globale Erwärmung im 20. Jahrhundert in zwei Phasen (Abbildung 43). Ein erster Anstieg in den Jahren zwischen 1910 und 1940 und dann eine kontinuierliche Temperaturzunahme seit 1976. Die Veränderung der globalen Temperaturen seit 1910 um etwa 0,8° C innerhalb der letzten 100 Jahre ist enorm. (IPCC, 2007)

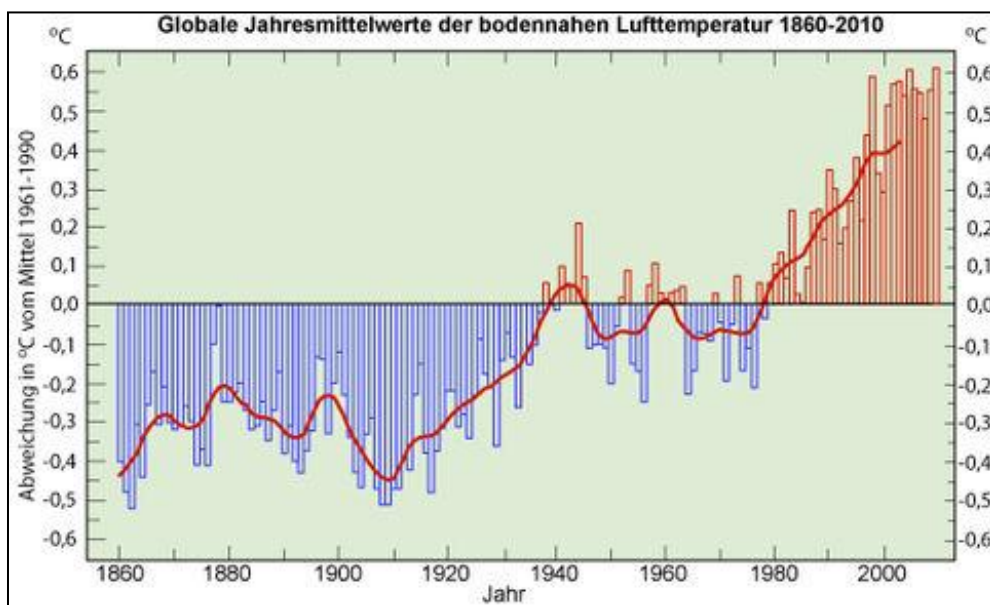


Abbildung 43: Globale Jahresmittelwerte der bodennahen Lufttemperatur von 1860 bis 2010 (IPCC, 2007)

#### Hauptursachen für die globale Erwärmung

Seit dem Beginn der Industrialisierung wurden durch die Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas in Industrie, Haushalt und Verkehr enorme Mengen CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freigesetzt. Diese starke Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration, die mittlerweile einen historischen „Rekordwert“ von 390 ppm (0,039 Volumenprozent) erreicht hat, ist mitverantwortlich für den sogenannten "atmosphärischen Treibhauseffekt". Dieser sorgt dafür, dass die von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärme absorbiert und zum Teil wieder zur Erdoberfläche zurückgestrahlt wird. Das sich dadurch einstellende Strahlungsgleichgewicht garantierte Jahrtausende lang eine angenehme, lebensfreundliche Temperaturverteilung auf der Erdatmosphäre.

Dieses Gleichgewicht droht nun durch die Auswirkungen der Industrialisierung zunehmend aus dem Ruder zu laufen. Kohlenstoffdioxid ist als ein natürlicher Bestandteil der Luft demnach zwar kein "Schadstoff", aber seine steigende Konzentration in der Atmosphäre führt zu einer Schädigung des natürlichen Gleichgewichts.

Erst 1958 begann die systematische Erforschung des atmosphärischen Treibhauseffekts durch Charles D. Keeling, der eine Vielzahl von Messstationen für Kohlenstoffdioxid aufbaute. Die wohl bekannteste Messstation befindet sich auf dem Mauna Loa auf Hawaii (Abbildung 44). Der Verlauf der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration wird als Keeling-Kurve bezeichnet und gilt als erster wichtiger Hinweis auf den anthropogenen Treibhauseffekt. Durch zahlreiche weitere Forschungsarbeiten wurde der Zusammenhang zwischen der steigenden Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre und dem sich dadurch verstärkenden Treibhauseffekt und der Erderwärmung erhärtet.

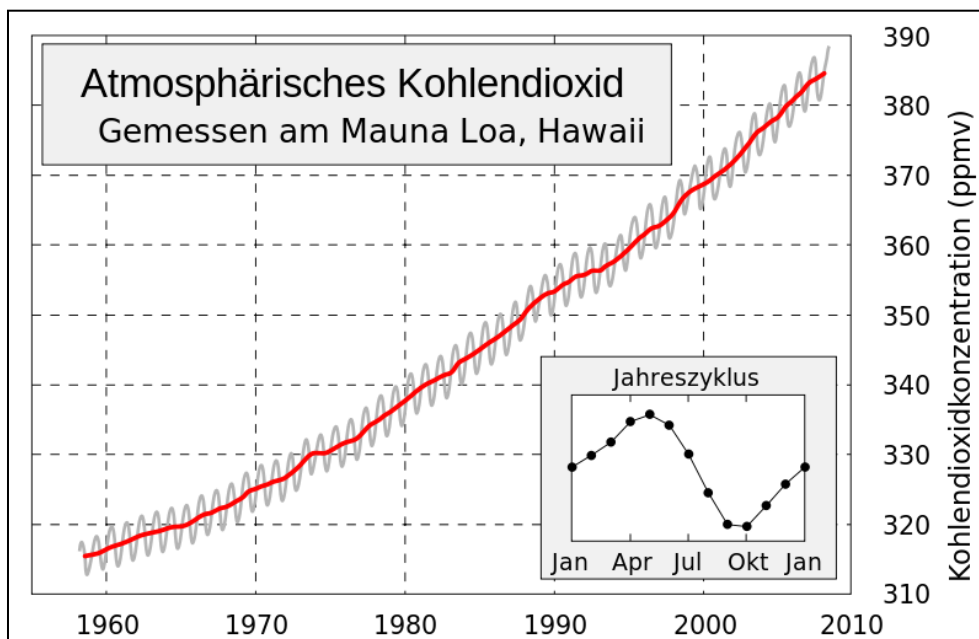


Abbildung 44: Der Graph zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Erdatmosphäre seit 1960, gemessen am Mauna Loa, Hawaii. (SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, 2012)

### Verursacher „Mensch“

Welche Rolle spielt aber die Emission von klimaschädlichen Treibhausgasen durch den Menschen bei der globalen Erwärmung wirklich? Ist dieser Beitrag vernachlässigbar oder bestimmend für den Klimawandel? Vielfach wurden für die Erderwärmung in den letzten Jahrzehnten Veränderungen der Sonnenaktivität verantwortlich gemacht und ein maßgeblicher Einfluss der menschlichen Zivilisation in Frage gestellt. Was aber bis vor wenigen Jahren noch Gegenstand kontroverser Diskussionen zwischen Befürwortern und Skeptikern eines anthropogenen Klimawandels war, ist inzwischen wissenschaftlich bestens abgesichert. Der Mensch ist demnach Hauptverursacher des Klimawandels.

Neben Kohlenstoffdioxid existieren noch weitere stark klimawirksame Spurengase wie Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffmonoxid (Lachgas, N<sub>2</sub>O), Fluorkohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). CO<sub>2</sub> ist also nur ein Faktor von Vielen, aber auf Grund seiner Menge bestimmend. Daher dient die CO<sub>2</sub>-Konzentration in vielen Prognosen als Referenzwert und weitere klimaschädliche Spurengase werden entsprechend in das "relative Treibhauspotenzial" oder "CO<sub>2</sub>-Äquivalent" umgerechnet.

Der durch den Menschen verursachte Klimawandel stellt also eine der großen Herausforderungen unserer Gesellschaft im 21. Jahrhundert und darüber hinaus dar. Mit der globalen Erwärmung gehen weitere Veränderungen der klimatischen Randbedingungen einher, die sich regional sehr unterschiedlich ausdrücken werden. Für die zukünftige Entwicklung des Klimas gibt es verschiedene Prognosen und Szenarien.

### 7.6.1.2 Klimamodelle des IPCC, Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert

Der Weltklimarat IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) wurde 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) ins Leben gerufen. Seine Hauptaufgabe besteht darin, Risiken der globalen Erwärmung zu beurteilen sowie Vermeidungs- und Anpassungsstrategien zu sammeln. Der IPCC betreibt selbst keine Forschung, sondern sammelt und bewertet Ergebnisse aus den verschiedenen Disziplinen, besonders aus der Klimaforschung. Im dritten und vierten Sachstandsbericht (2001 bzw. 2007) tätigt der IPCC viel zitierte Aussagen über die zukünftige Klimaveränderung. Diese bilden eine zuverlässige Basis für politische und wissenschaftliche Diskussionen rund um den Klimawandel. Der fünfte Sachstandsbericht ist für 2013 in Vorbereitung.

Abhängig von verschiedenen Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung und zu Tempo und Art des Wirtschaftswachstums existieren verschiedene Szenarien für die zukünftige Klimaentwicklung.

Die Prognosen zur Entwicklung der globalen Temperatur auf Basis der unterschiedlichen Szenarien sind in Abbildung 46 dargestellt.

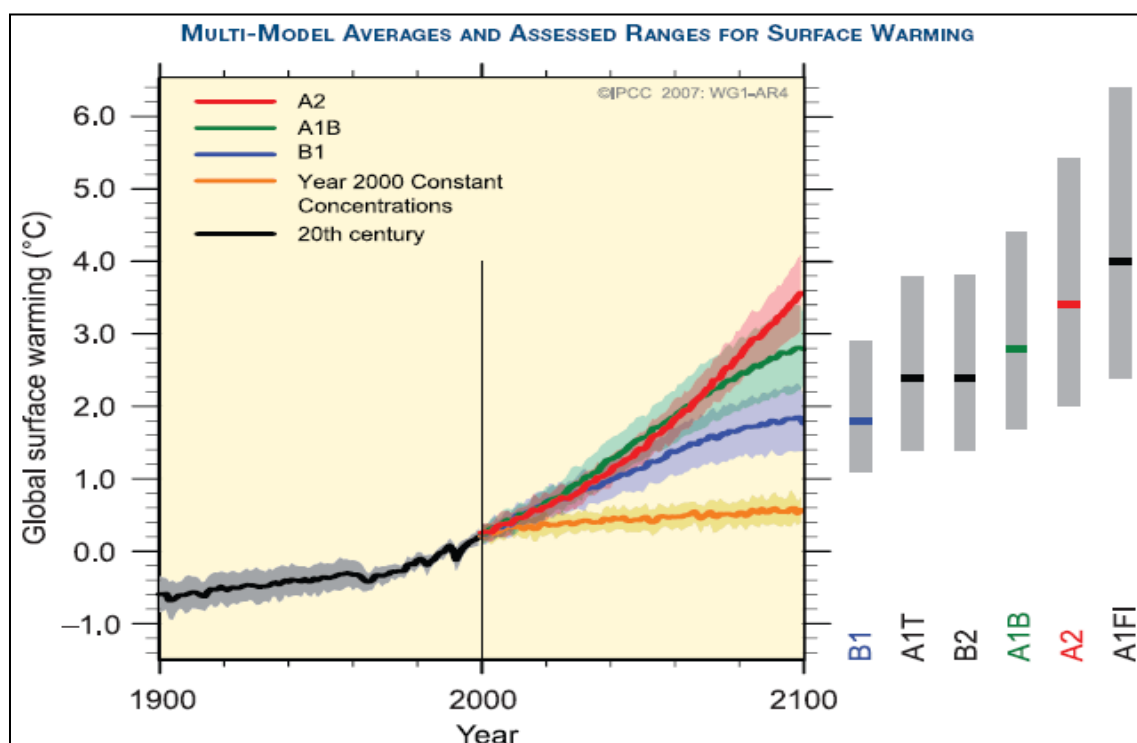


Abbildung 45: Durchschnittswerte von Multimodellberechnungen verschiedener Szenarien (IPCC, 2007)

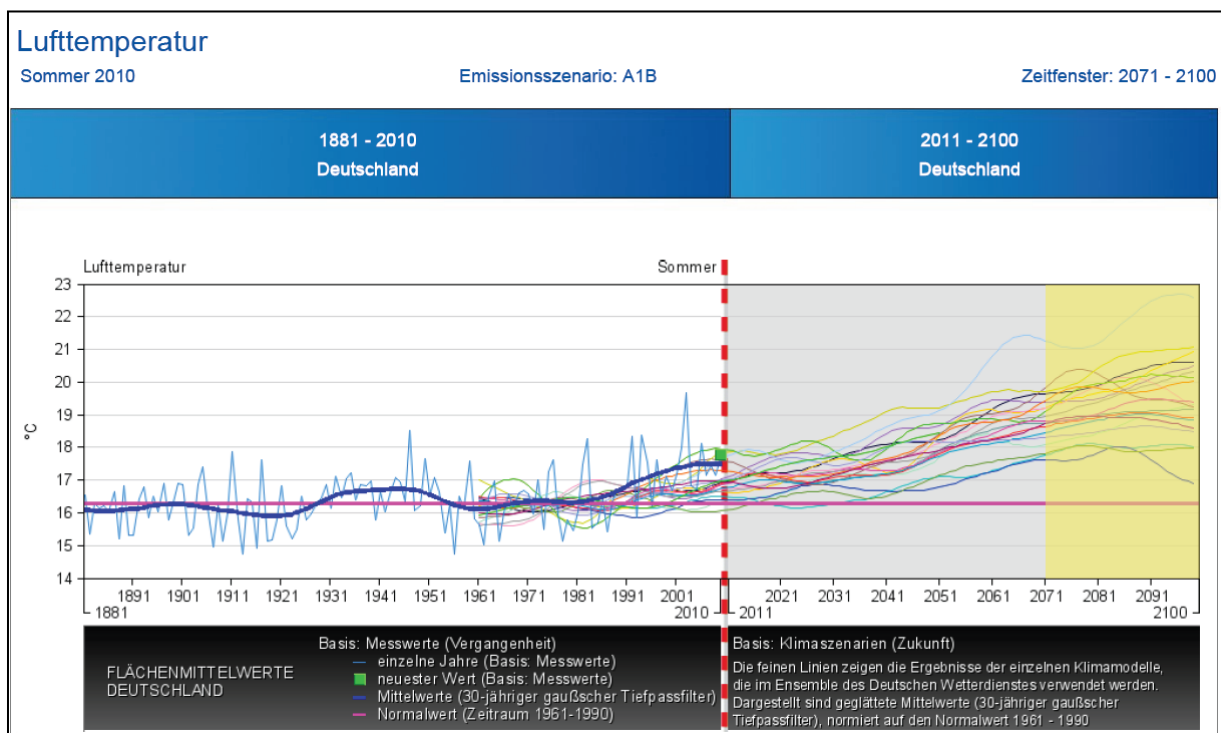
Zu den absehbaren Folgen einer fortschreitenden Erderwärmung zählen der Anstieg des Meeresspiegels um mehrere Meter, der Rückgang der Eisschilde auf Grönland und in der Antarktis, das Auftauen der Permafrostböden, die zunehmende Erwärmung und Versäue-

rung der Meere, sowie eine Verschiebung der Klimazonen. Unabsehbar sind die Auswirkungen sogenannter Kipp-Elemente („tipping points“). Beispielsweise kann das Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes oder das Auftauen der Permafrostböden eine Art Kettenreaktion in Gang setzen: Die eisfreie Landfläche Grönlands ist dunkler und absorbiert daher mehr Wärme, was zu einer weiteren Aufheizung führt. Der tauende Permafrostboden setzt große Mengen Methan frei, was den Klimawandel enorm beschleunigen kann. Einen weiteren Kippunkt könnte ein Zusammenbruch der Nordatlantik-Zirkulation („Golfstrom“) darstellen.

### 7.6.1.3 Der Klimawandel in Deutschland

Die meisten Klimamodelle können nur globale, aber keine regionalen Prognosen über die Entwicklung des Klimas geben. Die für den deutschen Raum entwickelten regionalen Klimamodelle wie REMO, CLM, WETTREG und STAR liefern teilweise recht unterschiedliche Ergebnisse. Aus Vergleichsstudien von WETTREG und REMO4 ergibt sich aber zweifelsfrei, dass auch in Mitteleuropa extreme Wetterereignisse häufiger werden. Auch die Durchschnittstemperatur wird deutlich zunehmen. Beispielsweise könnte sich die Anzahl von Sommertagen ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ ) bis zum Ende des Jahrhunderts verdoppeln, die Anzahl von heißen Tagen ( $T > 30^{\circ}\text{C}$ ) sogar verdreifachen.

Damit ist klar, dass auch Deutschland von der globalen Erwärmung nicht ausgenommen ist. Das zeigt sich bereits gegenwärtig daran, dass die Dekade 2000-2009 mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von  $9,4^{\circ}\text{C}$  die wärmste bisher beobachtete war und im Vergleich zum langjährigen Temperaturmittelwert (1969-1990) bereits um  $1,2^{\circ}\text{C}$  höher liegt.



**Abbildung 46: KlimaAtlas Deutschland: Temperaturentwicklung für den Sommer in Deutschland bis 2100 (DWD - DEUTSCHER WETTERDIENST, 2012)**

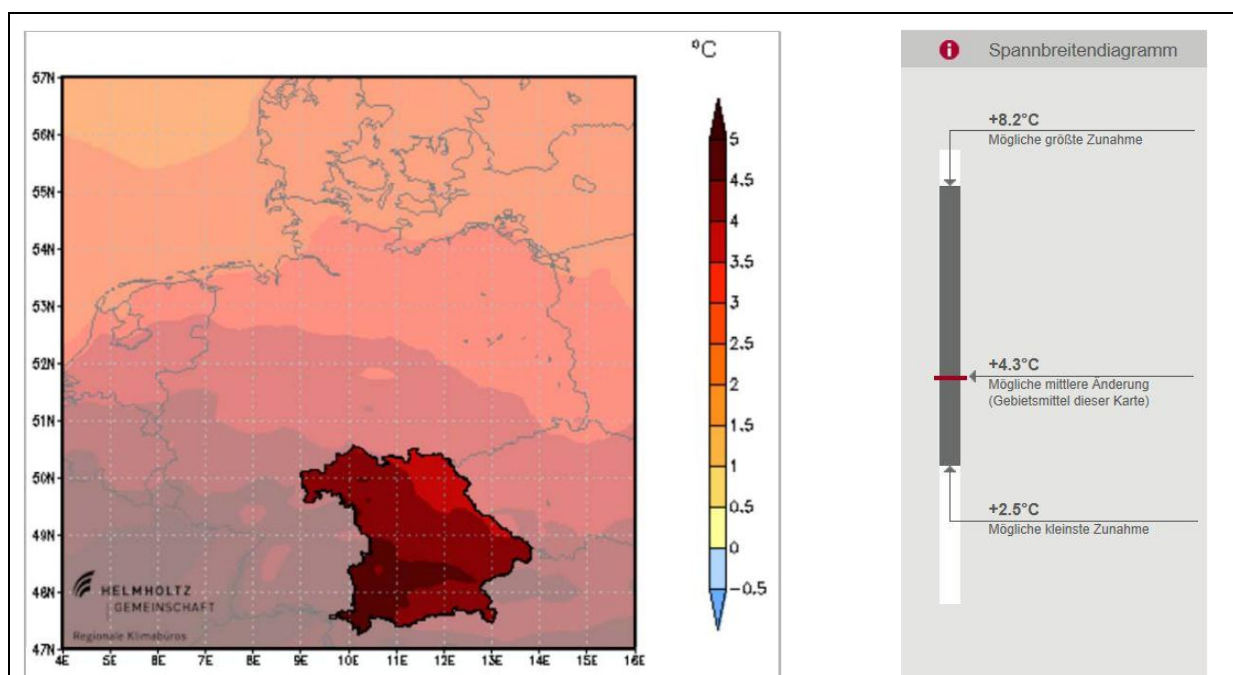
Aktuelle Prognosen und Ergebnisse regionaler Klimamodelle für Deutschland sind über den Deutschen Wetterdienst (DWD) oder die Helmholtz Gemeinschaft online verfügbar:

Quellen: DWD: [www.dwd.de/bvbw/](http://www.dwd.de/bvbw/)

Helmholtz Gemeinschaft: [www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/](http://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/)

Die Daten des Klimaatlas des DWD für Deutschland zeigen anschaulich die Bandbreite für die Zunahme der Lufttemperaturen im Sommer – je nach verwendetem Klimamodell. Eine Zunahme ist jedoch eindeutig erkennbar und liegt im Mittel bei etwa 3,6° C bezogen auf ganz Deutschland.

Die Temperaturszenarien für Deutschland und Bayern im Klimaatlas der Helmholtz Gemeinschaft weisen eine mögliche, mittlere Temperaturänderung von 4,3° C für den Sommer in Bayern aus. Im Nordosten Bayerns fällt die Temperaturänderung moderater aus, während der Südwesten stärker betroffen ist. In der Karte sind Würzburg und Schweinfurt als dunklere Flecken auszumachen, wo die Temperaturen jeweils etwa 0,5° C über denen des Umlandes liegen (Abbildung 47).



**Abbildung 47: Bayern: Mögliche mittlere Änderung der durchschnittlichen Temperatur im Sommer bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990) (REGIONALE KLIMABÜROS DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT, 2012)**

Die Auswirkungen des Anstiegs der mittleren Jahrestemperatur lassen sich am besten anhand der Zahl der Sommertage und Tropennächte veranschaulichen: Bis Ende des 21. Jahrhunderts erwarten wir im Sommer in Bayern im Vergleich zu 1961-1990 im Mittel etwa 26 Sommertage mehr. Also zusätzliche 26 Tage, an denen die Tagestemperatur über 25° C klettert. Zudem wird es in Bayern durchschnittlich 14 zusätzliche Tropennächte geben, in denen die Temperatur nicht unter 20° C sinkt.

Auch der Niederschlag wird sich Ende des 21. Jahrhunderts in Bayern anders verteilen: Es wird feuchtere Winter geben, dafür trockenere Sommer und wenn Niederschläge, dann viel häufiger mit großen Regenmengen, also als Starkregen. Damit wird auch die Gefahr von Hochwasser zunehmen.

Eine Temperaturerhöhung um ein paar Grad mag manchem subjektiv als recht wenig erscheinen. Prof. Dr. Manfred Stock vom Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung aber bringt den Unterschied auf den Punkt: "Zwei Grad beim Wetter sind wenig, beim Klima aber eine andere Welt."

## 7.6.2 Auswirkungen des Klimawandels auf Würzburg und Mainfranken

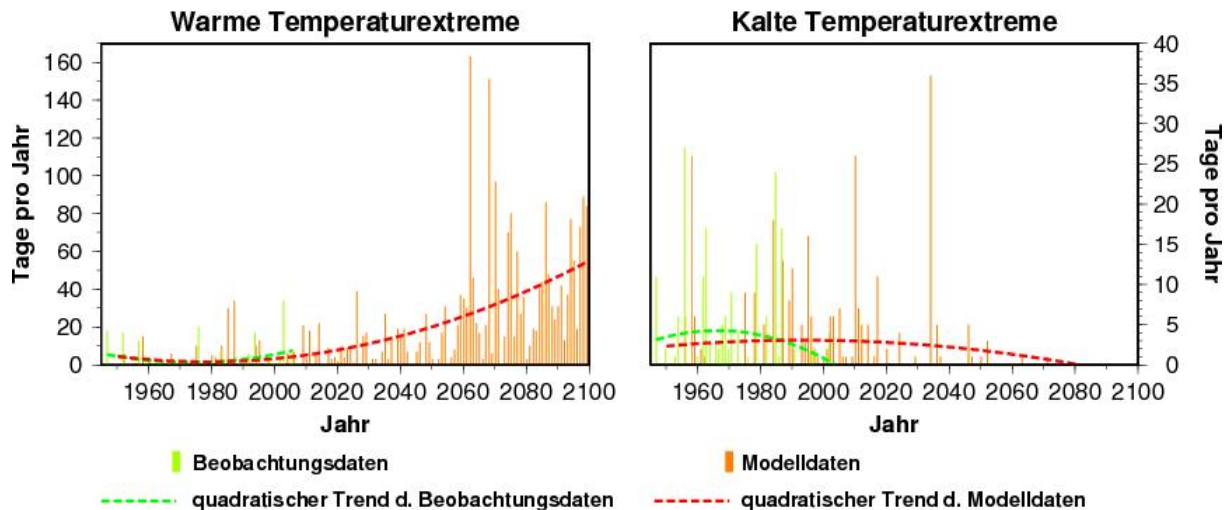
### 7.6.2.1 Hitzetage und Tropennächte – Würzburg als Hot-Spot des Klimawandels

Laut einer Studie von Prof. Dr. Jürgen Rauh und Prof. Dr. Heiko Paeth des Instituts für Geographie und Geologie der Universität Würzburg zur Auswirkung des Klimawandels auf die Weinwirtschaft in und um Würzburg (RAUH J. & PAETH H., 2011) ist Würzburg bereits jetzt besonders stark von zunehmender Erwärmung betroffen. Die Beobachtungszeitreihen belegen im Maintal eine deutliche Erwärmung um bis zu 1,4° C im Winter und 1,1° C im Sommer im Zeitraum 1947 bis 2006. Diese Erwärmungsraten sind deutlich höher als im globalen und bundesdeutschen Durchschnitt und kennzeichnen Unterfranken als Hot Spot des Klimawandels. Das regionale Klimamodell reproduziert die beobachteten Temperaturniveaus sowie die Schwankungen im Laufe des Jahres sehr zuverlässig und projiziert unter dem Einfluss steigender Treibhausgaskonzentrationen gemäß IPCC-Szenario A1B bis zum Jahr 2100 eine weitere Erwärmung um ca. 5° C in den meisten Jahreszeiten. Die Klimamodellprojektion offenbart eine bemerkenswerte Zunahme der Hitzetage bis zum Jahr 2100. Im Mittel werden am Ende des 21. Jahrhunderts 50 Hitzetage pro Jahr mehr zu verzeichnen sein als heute. Diese Entwicklung ist für die Lebensbedingungen in Unterfranken allgemein mit großer Besorgnis zu betrachten. (RAUH J. & PAETH H., 2011)

Neben dem von der Studie prognostizierten Ansteigen der Sommertemperatur um ca. 5° C und der Zunahme der Hitzetage (Tage mit über 30° C), wird auch die Zahl der Tropennächte (nicht unter 20° C) ansteigen, was bei vielen Personen zu einer fehlenden Regeneration in der Nacht führen kann. Diese Belastung durch Hitze wirkt sich vor allem dramatisch auf Kinder, Senioren oder kranke Menschen aus. Aber auch gesunde und widerstandsfähige StadtbewohnerInnen werden sich dann aus den Fußgängerzonen der Innenstadt zurückziehen und sich in klimatisierten Einkaufszentren, Büros oder in schattigen Parks und Bädern aufhalten. Konsequenzen sind auch im Energieverbrauch zu erkennen, da im Sommer der Kühlbedarf zur Raumklimatisierung stark zunehmen wird.

|                  | Temperatur    |               | Niederschlag  |              |
|------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
|                  | Beobachtungen | Modell        | Beobachtungen | Modell       |
| Winter           | +1,4°C *      | +5,2°C ***    | -15,2 mm      | 34,0 mm      |
| Frühjahr         | +0,8°C ***    | +3,2°C ***    | +16,2 mm      | 15,1 mm      |
| Sommer           | +1,1°C ***    | +4,9°C ***    | -35,8 mm      | -65,2 mm *** |
| Herbst           | +0,4°C *      | +5,1°C ***    | +23,0 mm      | -7,0 mm      |
| Hitze/Starkregen | +2,0 T/a      | +50,8 T/a *** | -1,0 T/a      | +5,1 T/a *** |
| Kälte            | -3,6 T/a      | -3,8 T/a ***  | -             | -            |

**Tabelle 21: Gesamtänderungen der bodennahen Temperatur in °C und des Niederschlages in mm nach Jahreszeit sowie der Häufigkeit von Extremereignissen in Tagen pro Jahr (T/a) im Zeitfenster 1947-2006 (Beobachtungen) bzw. 1950-2100 (Modell) gemäß Trendpolynom 2. Grades mit Angabe der statistischen Signifikanz des Trends ( \* = 10 %, \*\* = 5 %, \*\*\* = 1 %). (RAUH J. & PAETH H., 2011)**



**Abbildung 48: Zeitreihen der beobachteten und simulierten Häufigkeit von warmen und kalten Temperaturextremen in Unterfranken mit geschätztem Trendpolynom 2. Grades. Warme Temperaturextreme: Tage mit über 25,5° C, Kalte Temperaturextreme: Tage mit unter -11° C (RAUH J. & PAETH H., 2011)**

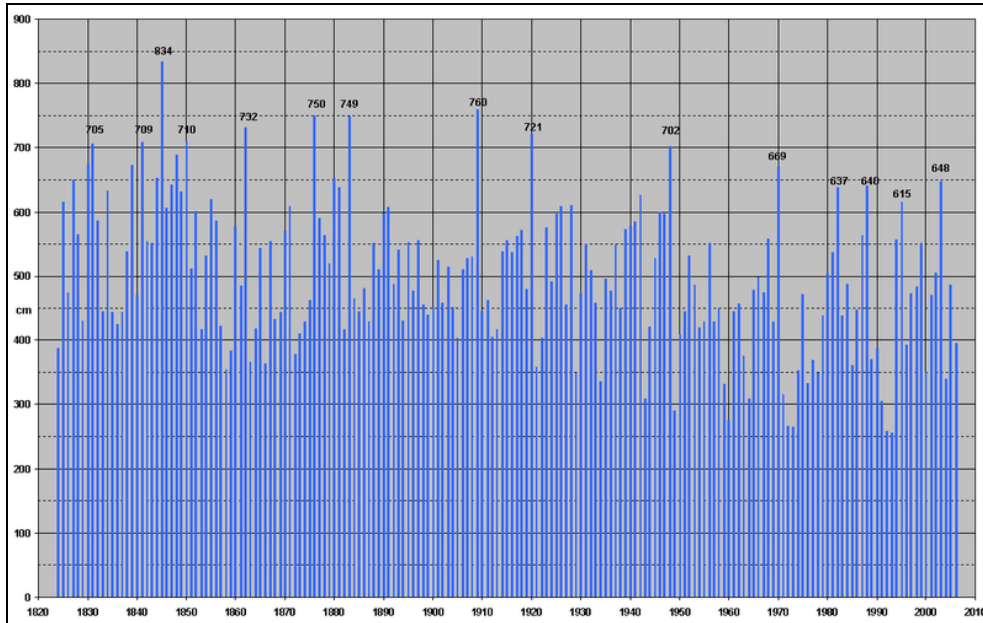
### 7.6.2.2 Abnehmende Niederschläge im Sommer und Wasserknappheit

In der Region Unterfranken werden die Winter als etwas feuchter, die Sommer als noch trockener prognostiziert. Die Sommerniederschläge gehen allgemein zurück und gleichzeitig verschiebt sich die Verteilung täglicher Niederschläge hin zu häufigeren Extremereignissen. (RAUH J. & PAETH H., 2011)

Durch die vielfach vorhandenen Muschelkalkböden mit ihrer großen Durchlässigkeit und geringen Speicherfähigkeit versickert das Oberflächenwasser sehr schnell. Die im Vergleich zu Lehmböden sehr schwache Speicher- und Verdunstungskapazität des Bodens führt zu einer schnellen Erwärmung und Überhitzung. Die Böden werden trocken, wodurch langfristig die Gefahr eines zunehmenden Wassermangels in der Landwirtschaft besteht. Diesem wird dann nur mit einer künstlichen Bewässerung, wie Tröpfchenbewässerung oder Beregnung zu begegnen sein. Dadurch besteht langfristig die Gefahr von zunehmendem Wassermangel in der Landwirtschaft.

### 7.6.2.3 Hochwassergefahr – Zunahme von Starkregenereignissen

Durch Würzburgs unmittelbare Lage am Main ist die potenzielle Hochwassergefahr in der Stadt augenscheinlich. In den letzten Jahrhunderten und Jahrzehnten gab es auch mehrfach große, zum Teil verheerende Hochwasserereignisse, die enorme Schäden hinterlassen haben (Abbildung 49). Zwar ist künftig eventuell sogar vermehrt mit Hochwasserereignissen zu rechnen, aber durch den bestehenden Hochwasserschutz und die stark erweiterten mobilen Absperrungen entlang des Altstadufers ist die Gefahr einer Überschwemmung kalkulierbarer und weniger wahrscheinlich geworden. Hierzu trägt auch die Tatsache bei, dass durch den stetigen Mainausbau der Abfluss bei gegebenem Wasserstand steigt – bei gleichem Hochwasserscheitel kann mehr Wasser abfließen. War der Abfluss beim Hochwasser im Jahr 2003 annähernd so hoch wie 1970, betrug der Wasserstand nur 646 cm gegenüber 669 cm im Jahr 1970. Der Abfluss der beiden genannten Hochwässer lag jeweils knapp unter dem eines 20-jährigen Abflussereignisses (Abfluss von 1400 m³/s). Ein hundertjähriges Abflussereignis liegt vor, wenn der Abfluss über 2000 m³/s liegt. Dies war zuletzt am 30. März 1845 der Fall, der höchste Abfluss betrug hier 2170 m³/s (UMWELTAMT DER STADT WÜRZBURG FACHKUNDIGE STELLE WASSERWIRTSCHAFT (O.J.)).



**Abbildung 49: Wasserhöchststände in cm seit 1823 im Abflussjahr vom 1. November bis zum 30. Oktober des nächsten Jahres. (WASSER- UND SCHIFFFAHRTS DIREKTION SÜD, 1999)**

Seit dem Hochwasser aus dem Februar 1970 wurde und wird kontinuierlich an der Verbesserung des Hochwasserschutzes gearbeitet. So wurde zwischen den Jahren 2004 und 2009 eine 280 Meter lange Lücke im Hochwasserschutzsystem geschlossen, die hilft, den angestrebten Schutz vor einem 100-jährigen Hochwasser zu gewährleisten. In den nächsten Jahren sollen die Baumaßnahmen zur weiteren Verbesserung des Hochwasserschutzes fortgesetzt werden. So ist etwa die Sanierung bestehender Schutzmauern geplant, eine Drainageleitung mit Pumpstation soll gelegt, weitere Anpassungen im Kanalnetz sollen durchgeführt werden.

#### 7.6.2.4 Vegetation und Biodiversität

In der Region Unterfranken sind Klimaveränderungen im Weinbau bereits deutlich spürbar. In Würzburg hat sich der Reifebeginn beim Riesling von Anfang September auf Mitte August vorverlegt, eine weitere Vorverlegung bis Anfang August wird bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts erwartet. Gleichzeitig könnte sich klimabedingt das Rebsortenspektrum von Müller-Thurgau und Riesling hin zu Merlot und Cabernet Sauvignon verschieben. (RAUH J. & PAETH H., 2011)

Der Baumbestand in Parks und im Stadtgebiet ist vermehrt Hitze- und Trockenstress ausgesetzt. In einer Klima-Arten-Matrix für Stadtbäume ("KLAM-Stadt") sind verschiedene Baumarten je nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Trockenheit und Hitze kategorisiert. (<http://die-gruene-stadt.de/wp-content/uploads/2011/01/pdf-KLimaArtenMatrix-Stadtbaeume.pdf>)

Auch in Würzburg wird den Stadtbäumen Aufmerksamkeit geschenkt. Um zu klären, welche Baumarten oder -sorten in der Lage sind, den erwarteten Klimaveränderungen in den kommenden Jahrzehnten erfolgreich zu begegnen, werden in dem Projekt „Stadtgrün 2021“ der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau 20 ausgewählte Versuchsbaumarten unter Praxisbedingungen langfristig auf ihre Eignung als „zukunftssträchtige Stadtbäume“ getestet. Jeweils 8 Bäume der je 20 Baumarten sind in Würzburg bereits ausgepflanzt und werden bis 2021 im Rahmen dieser Studie beobachtet, die gemeinschaftlich von der Abtei-

lung Gartenbau und Landespflege in Kooperation mit dem Fachzentrum Analytik durchgeführt wird.

(vgl. [http://www.lwg.bayern.de/landespflege/pflanzenverwendung/41244/projekt\\_stadtgruen2021.pdf](http://www.lwg.bayern.de/landespflege/pflanzenverwendung/41244/projekt_stadtgruen2021.pdf))

Darüber hinaus ist in Folge des Klimawandels auch mit einer stärkeren Ausbreitung von hitzeresistenten Pflanzenarten zu rechnen, von denen einige erhebliches allergenes Potenzial aufweisen, wie dies etwa beim Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia*) der Fall ist.

#### **7.6.2.5 Gesundheitliche Belastungen und Gefährdungen**

Im Gefolge einer Hitzewelle ist insbesondere die Sterblichkeit bei betagten, gesundheitlich stark beeinträchtigten Menschen vorübergehend erhöht. Besonders die Zunahme der Zahl von Tropennächten hat Einfluss auf das Wohlbefinden, da die nächtliche Erholung besonders wichtig für den Organismus ist.

Durch die Erwärmung können sich auch Veränderungen in der Population und Verbreitung gesundheitsgefährdender Insekten ergeben. So ist beispielsweise seit einigen Jahren eine Ausbreitung des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) in Unterfranken zu beobachten. Dessen Raupen hinterlassen Gespinstnester mit zehntausenden Gifthaaren, die schwerwiegende Hautreizungen und asthmatische Beschwerden hervorrufen können. Auch Zecken haben sich aufgrund der Klimaerwärmung vor allem in den südlichen Bundesländern wie Bayern und Baden-Württemberg stärker verbreitet. Sie übertragen die gefährlichen Erkrankungen Frühsommer- Meningo-Enzephalitis (FSME) und Borreliose. Beide Infektionen können zu schweren Schäden am Nervensystem führen.

#### **7.6.2.6 Risiken für Logistik, Verkehr, Wirtschaft und Handel**

Laut einer Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft (MAHAMMADZADEH M. & BIEBELER H., 2009) schätzt sich unter anderem die Logistikbranche in Bezug auf den zu erwartenden Klimawandel als besonders verletzlich ein. Durch die Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkregen, Hochwasser oder Stürmen, die häufig zu erheblichen Behinderungen und Verzögerungen im Verkehrsablauf führen, kommt die Vulnerabilität einer global vernetzten "just-in-time" Logistik der Warenströme besonders zum Tragen. In diesem Bereich sind daher rechtzeitige Vorkehrungen zu treffen, um stark exportorientierte Wirtschaftszweige in Deutschland auch weiterhin wettbewerbsfähig zu erhalten.

#### **7.6.2.7 Chancen des Klimawandels**

Neben den vielfältigen, negativen Auswirkungen des Klimawandels und des damit einhergehenden großen Anpassungsdrucks bietet die Klimaveränderung in einigen Bereichen auch Vorteile und Chancen:

So wird künftig der Heizbedarf im Winter und in der Übergangsjahreszeit leicht zurückgehen. Innovative Technologien zur solaren Kühlung könnten auch im Sommer den Energieverbrauch drosseln.

In der Landwirtschaft wird der Anbau mediterraner, stark wärmebedürftiger Pflanzen ermöglicht. Verlängerte Vegetationsperioden können zudem die Ernteerträge erhöhen.

Letztendlich stellen auch Know-how und Technologien zur Anpassung an das sich rasch verändernde Klima einen strategischen Wettbewerbsvorteil und ein mögliches Exportgut dar.

## 7.6.3 Im Fokus: Der "Hot Spot" Würzburg

### 7.6.3.1 Zur geografischen Lage Würzburgs

Würzburg liegt bei 49° 48' nördlicher Breite und 9° 56' östlicher Länge direkt am Ufer des Main, eingebettet im Mainfränkischen Becken mit seiner flach gewellten Oberfläche. Dieses wird eingerahmt von den Höhenzügen des Odenwalds und Spessarts im Westen, der Rhön und dem Thüringer Wald im Norden sowie den Schichtstufen der Haßberge, des Steigerwaldes und der Frankenhöhe im Osten. Das Mainfränkische Becken wird durch den Main und seine Nebenflüsse in einzelne Platten gegliedert und in mehrere tiefe Täler zerschnitten. Würzburgs höchster Punkt liegt mit 360 m auf der Frankenburg, der tiefste Punkt mit 166 m befindet sich am Neuen Hafen.

### 7.6.3.2 Der Ringpark

Der Ringpark von Würzburg (auch *Glacis* genannt) erstreckt sich als Grüngürtel vom Mainufer aus hufeisenförmig um die Innenstadt. Er umfasst eine Fläche von 27 ha, ist 3,3 km lang und bis zu 240 m breit. Neben einheimischen Baumarten wie Buchen, Eichen und Linden ist eine hohe Anzahl an exotischen Bäumen vorhanden.

Der Park bietet verschiedene Rasen- und Wiesenflächen mit einer zum Teil reichen Frühjahrsflora. Ein großer Teil der Wiesenflächen wird naturnah ohne Düngung und mit später Mahd gepflegt. Zahlreiche Spielplätze, Erholungsbereiche, Blumenbeete, Denkmäler, Brunnen und kleine Wasserflächen gliedern den Ringpark.

Das Glacis dient als „grüne Lunge“ ebenso wie als Naherholungsgebiet für Spaziergänger und Anwohner. Es entstand Ende des 19. Jahrhunderts im Bereich der ehemaligen Stadtbefestigung als Landschaftsgarten. Die Innenstadt verfügt innerhalb des Ringparks kaum über öffentliche Frei- oder Grünflächen. Die dominierenden Freiraumelemente sind hierbei der Main, die Residenz, der Botanische Garten sowie die umliegenden Weinberge.

### 7.6.3.3 Flächenaufteilung Würzburgs

Die Stadt Würzburg ist ein Oberzentrum im Regierungsbezirk Unterfranken. Mit einer Einwohnerzahl von 133.799 (Stand 31.12.2010) ist sie die fünftgrößte Stadt Bayerns. Das Stadtgebiet umfasst eine Fläche von rund 87 km<sup>2</sup>, die zu 35 % als Siedlungs- und Verkehrsfläche genutzt wird. Die Wasserfläche beschränkt sich im Wesentlichen auf den Main. Der landwirtschaftlich genutzte Flächenanteil beträgt 28 %, davon umfasst der Weinbau knapp ein Viertel. Jedem/jeder EinwohnerIn stehen statistisch gesehen etwa 103 m<sup>2</sup> Wald und 84 m<sup>2</sup> Grünfläche zur Verfügung.

### 7.6.3.4 Inversionswetterlagen, Verkehrs- und Feinstaubproblematik

Die Mainfränkische Platte ist vor allem durch den Temperaturunterschied zwischen Tal und Hochfläche, im Winterhalbjahr außerdem durch eine Wärmedifferenz zwischen Mairdreieck und Grabfeld gegliedert. Das Maintal weist eine Vielfalt an Kleinklimaten auf, die eine großräumige Generalisierung der klimatischen Verhältnisse kaum zulässt. Unterschiede in Ausrichtung (Exposition) und Hangneigung sowie zwischen leicht erwärmbaren Sand- und kälteren Lehmböden machen das Maintal zu einem lokalklimatisch geprägten Raum.

Die Mainfränkische Beckenlandschaft gilt dank ihrer Umrahmung durch die Mittelgebirge als windarm. Das Maintal und dessen Kessellagen heizen sich während des Sommers wegen

der häufigen Windstille besonders kräftig auf. Im Herbst und Winter kommt es dagegen nicht selten zur Ausbildung von Talnebeln. (HEROLD, 1964)

Die Häufigkeit von Inversionswetterlagen in Würzburg ist mit 70-80 % besonders hoch, wobei diese vor allem im Winter, im Frühjahr und Frühsommer zu beobachten sind. Durch den in diesen Fällen eingeschränkten Luftaustausch mit der Umgebung kann es besonders im Sommer drückend schwül werden.

Vor diesem Hintergrund wird die vitale Bedeutung von Kaltluftschneisen deutlich, die zu einer rascheren Auflösung von Inversionslagen beitragen und den Luftaustausch mit den Wäldern im Umland wieder in Gang setzen. Dadurch wird die Luftqualität und Kühlung der Innenstadt erheblich verbessert.

### 7.6.3.5 Städtische Wärmeinseln und Kaltluftsenken

Im Rahmen einer Diplomarbeit bei Prof. Dr. Paeth untersucht Robert Künstler die Position und Ausdehnung städtischer Kälte- und Wärmeinseln (KÜNSTLER, 2008).

Als städtische Kälteinseln ermittelt Künstler den Ringpark (bis  $-1^{\circ}\text{C}$ ), den Mainkai (bis  $-0,4^{\circ}\text{C}$ ), den Ludwigkai im Stadtteil Sanderau (bis  $-1,6^{\circ}\text{C}$ ) sowie die Grünfläche an der Ebertsklinge ( $-0,6^{\circ}\text{C}$ ). Die Angaben in Klammern weisen aus, um wie viel kühler die Bereiche im Vergleich zur näheren Umgebung sind. Besonders fällt dabei die im Vergleich zu den anderen Messgebieten stets kühlere Nachttemperatur im Stadtteil Sanderau auf.

Die Innenstadt hingegen kann - wie zu erwarten - als Wärmearchipel festgemacht werden: *"Die Wärmeinselintensität ist je nach Standort der Messung oder Beobachtung verschieden ausgeprägt. Allgemeine Aussagen über die Wärmeinselintensität im Gebiet Würzburg aus diesen Messbeobachtungen zu ziehen, wäre wenig aussagekräftig. Die maximal gemessene Intensität lag bei ca.  $5^{\circ}\text{C}$  an einer klaren Nacht im Juni".* (KÜNSTLER, 2008)

### 7.6.3.6 Bedeutung der innerstädtischen Verdunstungseffekte

Die Würzburger Altstadt weist einen hohen Grad der Oberflächenversiegelung und einen damit verbundenen geringeren Grünflächenanteil auf. Dies reduziert die Verdunstung, was im Allgemeinen eine Erhöhung der Temperatur bewirkt.

Die Summe aus der Verdunstung von Oberflächen (Böden, Pflaster, Wasserflächen, etc...) und Lebewesen (hier insbesondere von Pflanzen) wird als "Evapotranspiration" bezeichnet. Wenn Bäume genug Wasser zur Verfügung haben, sind sie sehr effektive Verdunster. So haben z. B. die Blätter einer Buche eine gesamte Verdunstungsfläche, die der sieben-fachen Grundfläche des Baumes entspricht. Ein Wald "erzeugt" daher viel mehr kalte Luft als ein See gleicher Fläche. So ist ein Wald eine wesentlich effektivere Kältesenke als z. B. offenes Grasland oder eine offene Wasserfläche.

Bezogen auf Würzburg unterstreicht dies die große Bedeutung des Ringparks für das Stadtklima. Die kühlende Wirkung des Glacis reicht allerdings nur etwa 100 Meter in das sehr dicht bebaute Altstadt-Umfeld hinein. Kleinstäumig verteilte Grünflächen mit Baumbestand könnten daher innerhalb dicht bebauter Flächen eine effektivere Kühlwirkung entfalten als außerhalb liegende, größere Parkflächen.

## 7.6.4 Anpassung an den Klimawandel

### 7.6.4.1 Was ist Klimaanpassung?

Der fortschreitende Klimawandel hat bereits jetzt teilweise einschneidende Auswirkungen auf die Lebensbedingungen der Menschen. Hitze und Dürre, Hochwasser, das Ansteigen des Meeresspiegels, die Übersäuerung und Erwärmung der Meere, das Auftauen der Permafrostböden, das Abschmelzen von Gletschern sowie die Zunahme von Stürmen und Extremwetterereignissen haben weitreichende Folgen für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Wenn es nicht gelingt, die globale Klimaänderung zumindest in Schranken zu halten, also das ambitionierte EU-Ziel zu erreichen, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf weniger als 2° C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, werden weitere drastische Folgen des Klimawandels auftreten, an die wir uns dringend anpassen müssen.

Das IPCC versteht hierbei unter Klimaanpassung:

*„die Anpassung ökologischer, sozialer oder ökonomischer Systeme als Reaktion auf aktuelle oder zu erwartende Klimastimuli und deren Auswirkungen und Einfluss. Der Begriff bezieht sich auf Veränderungen in Prozessen, Handlungsrouinen oder Strukturen, um potenzielle Schäden abzumindern, aufzuheben oder mögliche Vorteile durch den Klimawandel zu ziehen. Dies beinhaltet Anpassungsmaßnahmen, welche die Verwundbarkeit von Kommunen, Regionen oder Aktivitäten gegenüber Klimawandel und -variabilität reduzieren sollen.“* (IPCC, 2001)

Oder kürzer gefasst:

*„Initiativen und Maßnahmen zur Reduzierung der Verwundbarkeit natürlicher und sozialer Systeme gegenüber akuten oder erwarteten Klimawirkungen“* (IPCC, 2007)

### 7.6.4.2 Deutsche und Bayerische Anpassungsstrategien: DAS und BayKLAS

Auch in Deutschland gilt es sich mit möglichen Folgen des Klimawandels auseinander zu setzen und frühzeitig und koordiniert Vorsorge zu treffen. Mit der „Deutschen Anpassungsstrategie (DAS)“, die vom Bundeskabinett im Dezember 2008 beschlossen wurde, ist ein unverbindlicher Rahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Deutschland geschaffen worden. Die DAS stellt vorrangig den Beitrag des Bundes zur Klimaanpassung dar und bietet auf diese Weise eine Orientierung für andere Akteure. Die Strategie legt den Grundstein für einen mittelfristigen Prozess, in dem schrittweise mit den Bundesländern und anderen gesellschaftlichen Gruppen die Risiken des Klimawandels bewertet, der mögliche Handlungsbedarf benannt, die entsprechenden Ziele definiert sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden sollen.

Analog dazu hat sich Bayern als erstes Bundesland mit der „Bayerischen Klima- und Anpassungsstrategie (BayKLAS)“ seit September 2009 einen eigenen Fahrplan für die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmenpaketen zur Klimaanpassung bis 2020 geschaffen. Die BayKLAS wurde gemeinsam mit dem Bayerischen Klimarat entwickelt und will mögliche Folgen des Klimawandels bewusst machen, Informationen, Hilfestellung und Beratung anbieten sowie einen Erfahrungsaustausch zwischen Experten und vielfältigen Akteuren in Gang setzen. Der konkrete Handlungsbedarf soll beschrieben, relevante Forschungsfelder ermittelt und die Vernetzung sowie Dialog vorangetrieben werden. Regionsspezifisch sollen herausragende Beispiele aufgezeigt und auf ähnliche Situationen übertragen werden. Einige Maßnahmen aus der Anpassungsstrategie seien hier stellvertretend benannt: Hochwasser-

schutzkonzept, Waldumbauprogramm, Schutzmaßnahmen im Bergwald, Gefahrenhinweiskarte für Georisiken oder das Projekt „C3-Alps“.

So wird etwa als Vorsorge für extreme Hochwasserereignisse im BayKLAS ein 15 % Klimazuschlag auf den Pegel eines 100-jährigen Hochwassers empfohlen.

Sowohl die DAS als auch die BayKLAS stehen online zur Verfügung:

DAS: <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php>

BayKLAS: <http://www.stmug.bayern.de/umwelt/klimaschutz/klimaprogramm>

#### **7.6.4.3 Aktuelle Forschungsprojekte: ExWoSt und KlimaMORO, KLIMZUG**

Das BMWF fördert seit 2009 im Förderprogramm KLIMZUG sieben Modellregionen in Deutschland (allerdings nicht in Bayern) bei der Entwicklung innovativer Anpassungsstrategien. Die ersten Ergebnisse daraus sind in den ExWoSt-Informationen Nr. 39/1 und 39/2 ([http://www.bbsr.bund.de/nn\\_23550/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/ExWoSt/39/exwost39.html](http://www.bbsr.bund.de/nn_23550/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/ExWoSt/39/exwost39.html)) und in der MORO-Information 7/4 (<http://www.klimamoro.de>) zu finden.

Ergebnisse der Auftaktkonferenz zum ExWoSt-Forschungsfeld in Berlin im Juni 2010 (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) sind in der Broschüre "Urbane Strategien zum Klimawandel" dokumentiert und online abrufbar unter <http://stadt-und-klimawandel.de>.

#### **7.6.4.4 Infoportale des Umweltbundesamtes: „Klimalotse“ und „Tatenbank“**

Auch das Umweltbundesamt hat Initiativen zur Klimaanpassung ergriffen. Online sind die beiden Portale "Klimalotse" und "Tatenbank" zugänglich.

Der Klimalotse ist ein Online-Beratungstool, das den Nutzer anhand verschiedener Frage- und Antwortoptionen in die Lage versetzt, selbst ein Konzept zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels zu erstellen und einfache, eigene Anpassungsmaßnahmen zu planen und in Angriff zu nehmen: <http://www.klimalotse.anpassung.net/>

Die "Tatenbank" ist eine handlungsorientierte Datenbank, in der Praxisprojekte gesammelt werden, die mit besonderen Maßnahmen zur Klimaanpassung vor Ort als Anregung und Vorbild für andere Städte, Kommunen oder Unternehmen dienen sollen: <http://www.tatenbank.anpassung.net/>

#### **7.6.4.5 Förderprogramm des BMU im Bereich Klimaanpassung**

Das BMU hat im Oktober 2011 ein Förderprogramm "Anpassung an die Folgen des Klimawandels" aufgelegt, mit dem KMUs (kleine und mittlere Unternehmen), Bildungsangebote und vernetzte Maßnahmen zur Klimaanpassung angestoßen und gefördert werden sollen. Der Förderzeitraum erstreckt sich über 2-3 Jahre. Die Projekte sind mit Summen bis zu 300.000 Euro förderfähig, bei einem Eigenanteil von mindestens 35 %.

Gefördert werden Projekte mit folgendem Inhalt:

1. Anreiz für Unternehmen zur Erstellung von Anpassungskonzepten
2. Bildungsangebote im Bereich der Anpassung an die Folgen des Klimawandels
3. Kommunale Pilotvorhaben sowie interkommunale oder regionale Verbünde zum Aufbau von Kooperationen, der Erstellung von Konzepten zur Anpassung an den Klimawandel und deren beispielhafte Umsetzung

Nähere Informationen dazu finden sich unter:

[http://www.bmu.de/foerderprogramme/anpassung\\_an\\_die\\_folgen\\_des\\_klimawandels/doc/47882.php](http://www.bmu.de/foerderprogramme/anpassung_an_die_folgen_des_klimawandels/doc/47882.php).

Die Antragstellung erfolgt über den Projektträger Jülich: <http://www.ptj.de/folgen-klimawandel>.

## **7.6.5 Klimafunktionskarte für die Stadt Würzburg**

### **7.6.5.1 So funktioniert die Klimafunktionskarte: Aussagekraft und Grenzen**

In einer Klimafunktionskarte werden räumliche Strukturen auf der Grundlage lokalklimatischer Analysen in Klimatope zusammengefasst. Klimatope beschreiben die mikroklimatischen Besonderheiten unterschiedlicher Oberflächennutzung. Vor allem das Gebäudevolumen, der Versiegelungsgrad und der Grünflächenanteil spielen dabei eine ausschlaggebende Rolle. Im Vordergrund stehen hierbei die anthropogene Beeinflussung dieser Eigenschaften und ihre Rückwirkung auf den Menschen. Eine Klimafunktionskarte kann zu Fragen der Städteplanung Anhaltspunkte und erste Einschätzungen liefern. Für eine straßenzugsgenaue Analyse müssen solare Einstrahlung, Oberflächenbeschaffenheit und Windsituation modelliert und in einem sogenannten "mikroskalig numerischen Modell" aufwendig simuliert und berechnet werden.

### **7.6.5.2 Entstehung der Klimafunktionskarte für Würzburg**

Im Mai 2012 hat sich ein siebenköpfiges Team unter der Leitung von Prof. Dr. Lutz Katzschner vom Fachbereich Umweltmeteorologie der Universität Kassel auf den Weg gemacht, um das Stadtklima in Würzburg zu untersuchen. Im Rahmen eines dreitägigen Aufenthaltes in der Stadt wurde eine umfassende Flächenanalyse in verschiedenen Stadtbereichen durchgeführt. Zusätzlich wurden jeweils um 10 Uhr, 13 Uhr und 16 Uhr Windrichtung und Windgeschwindigkeit bestimmt sowie eine Typisierung von neun städtischen Bereichen nach Art der Bebauung und Gebäudevolumen vorgenommen. Für die Bestimmung des Versiegelungsgrades wurde die Vegetation aus Satellitenaufnahmen von Google Maps entnommen, sodass auf Infrarot-Daten verzichtet werden konnte, da die letzte Infrarot-Kartierung für Würzburg aus den 70er Jahren stammt. Aus den gesammelten Rohdaten und eigenen Berechnungen entstand dann eine Klimafunktionskarte, die eine Grundlage für die Klimaanalyse der Stadt Würzburg bildet.

### **7.6.5.3 Erweiterter thermischer Bewertungsindex PET\***

Der thermische Bewertungsindex PET („Physiological Equivalent Temperature“) ist diejenige Lufttemperatur, bei der unter typischen Innenraumbedingungen die Energiebilanz des Menschen ausgeglichen ist und zwar bei denselben Werten der Kern- und Hauttemperatur wie bei den Bedingungen im Freien. Typische Innenraumbedingungen sind hierbei: Die mittlere Strahlungstemperatur entspricht der Lufttemperatur, eine Windgeschwindigkeit von 0,1 m/s (leiser Lufthauch) und ein Dampfdruck von 12 hPa. Der PET-Wert als physiologischer Wärmeindex macht die menschliche Wahrnehmung zum Maßstab der Bewertung. Die auf PET-Werten basierende Klimafunktionskarte trifft demnach Aussagen über die Wahrnehmung der kombinierten Parameter Außentemperatur, Strahlungswärme, Luftfeuchtigkeit und Wind durch "Modell-Menschen". PET kombiniert somit meteorologische Rahmenbedingungen mit der thermophysiologischen Reaktion eines Kollektivs von Menschen. Die Wirkung des Durchgangswiderstands der Bekleidung auf die Wahrnehmung von Wärme durch Menschen spiegelt sich in dem erweiterten thermischen Bewertungsindex PET\* etwas besser als bei PET wieder (HÖPPE P. & MAYER H., 1987).

Auch die VDI-Richtlinie VDI 3787/Blatt 2 verfolgt das Ziel, Bewertungsverfahren der Human-Biometeorologie als Standard für die auf Menschen bezogene Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene („Bioklima“) bei der räumlichen Gesamtplanung bereitzustellen.

### 7.6.5.4 Wärmeinsel und Windfeld

Wegen der besonders ausgeprägten Kessellage Würzburgs, einer durchgängigen Riegelbebauung entlang des Mainufers sowie durch den hohen Versiegelungsgrad („steinerne Stadt“) stellt die Würzburger Innenstadt eine besonders exponierte Wärmeinsel dar. Der historische Stadtkern mit seinen vielen Steinfassaden, Straßen und vollständig gepflasterten Plätzen mit einer hohen Speicherwirkung kann die tagsüber absorbierte Sonnenwärme nachts nur langsam an die Atmosphäre abgeben. Durch mangelnde Durchlüftung und fehlende Anschlüsse an Frischluftschneisen kann auch keine kühlere Luft aus dem Umland in die Innenstadt gelangen, um diese abzukühlen. Somit ist es in der Innenstadt häufig um bis zu 5° C wärmer als im Umland.

Durch die dichte Bebauung ist nicht nur die thermische sondern auch die lufthygienische Belastung für die BewohnerInnen in der Innenstadt hoch. Schadstoffe können durch mangelnden Luftaustausch schlecht abtransportiert werden. Zum Windfeld in Würzburg gibt es bereits Voranalysen und geeignete Messstandorte, eine genaue Analyse der mikroskaligen Windverhältnisse steht aber noch aus.

### 7.6.5.5 Auswertung der Klimafunktionskarte mit Fokus auf die Hitzeproblematik

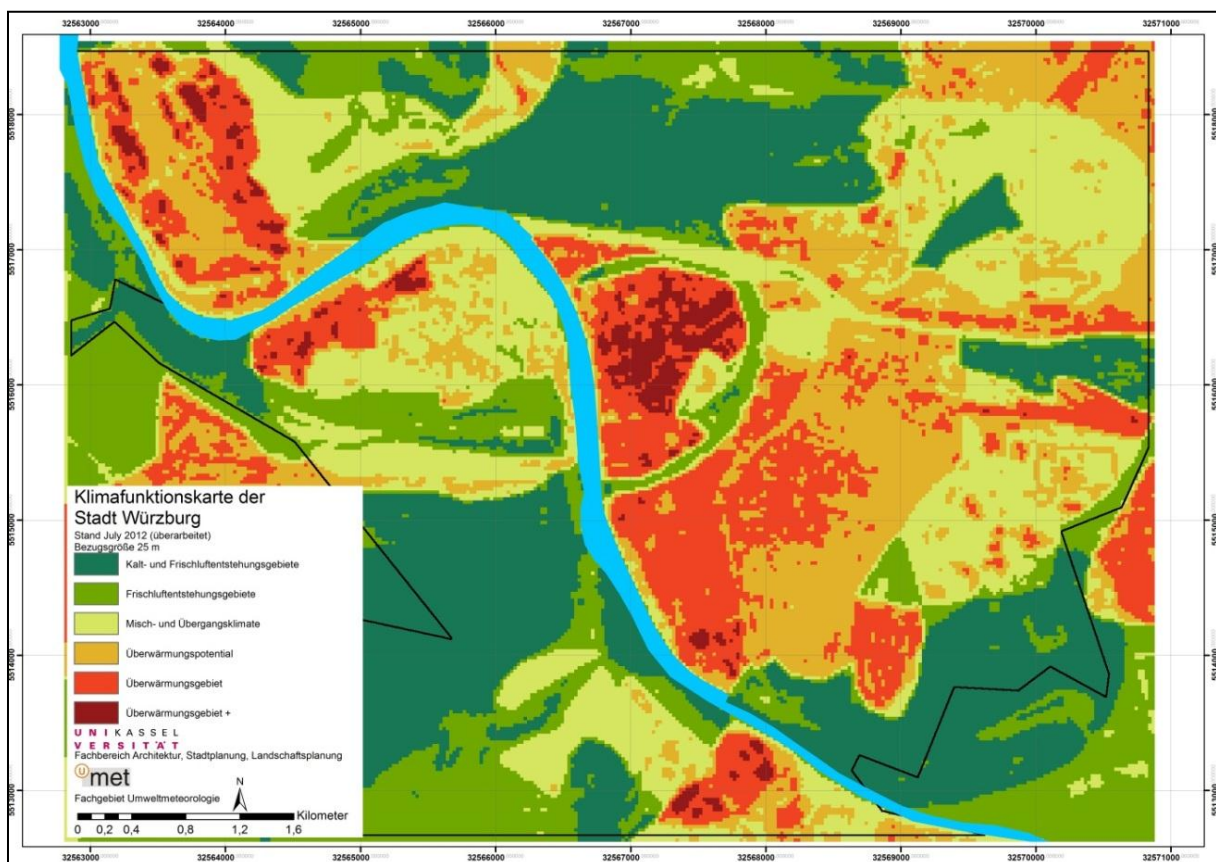


Abbildung 50: Klimafunktionskarte, normierte Legende nach VDI 3787, Modell ENVIMET als Grundlage (PROF. DR. KATZSCHNER UND TEAM, 2012)

Anhand der Klimafunktionskarte (siehe Abbildung 50) wird ersichtlich, in welchen Bereichen der Stadt es zu Überwärmung kommen kann. Besonders der Bereich der Altstadt ist davon stark betroffen. Durch die hohe und enge Bebauung, die starke Versiegelung und wenig Grün, welches zur Entstehung von Kalt- und Frischluft notwendig ist, existiert ein großes Überwärmungspotenzial. Der Ringpark, der die Altstadt von beiden Seiten bis an den Main umschließt, ist ein Frischluftentstehungsgebiet, aber durch die Gebäudestruktur der Altstadt mit ihrer dichten Verbauung ist dessen Wirkung nur am äußeren Rand spürbar. Für kommende Planungsvorhaben ist es besonders wichtig, diesen innerstädtischen Überwärmungsgebieten besonderes Augenmerk zu widmen und die Möglichkeiten einer Durchlüftung bzw. einer Anbindung an Kaltluftentstehungsgebiete zu verbessern. An den stadtnahen Abhängen sorgen landwirtschaftliche Flächen wie Wiesen oder Weinberge durch ihre starke Evapotranspiration in der Nacht für Abkühlung und für Frischluftzufuhr in die Stadt. Der Main trägt leider nur in begrenztem Maße zur Abkühlung bei, da der Luftaustausch durch die direkt angrenzende Riegel-Bebauung eingeschränkt ist. Lediglich im Südwesten des Main, wo Landschaft und Bebauung offener sind, kann man eine gewisse Kühlwirkung der angrenzenden Auen erkennen. Die nächtliche Kaltluft kommt allerdings im Hochsommer nicht mehr über den Main, weil das Wasser dann bereits zu warm ist.

#### 7.6.5.6 KFK mit Windbahnen, Potenziale für stadtklimatische Verbesserungen

In der folgenden Klimafunktionskarte sind 4 Pfeile eingetragen, die Bereiche für eine Vernetzung bzw. zur Entwicklung von Grünscheisen oder "Grünspeichen" kennzeichnen. Diese sind als Planungshinweise zu verstehen. Zu einer präzisen Aussage über die Windverhältnisse in diesen Bereichen fehlt allerdings noch die Analyse der Luftleitbahnen.

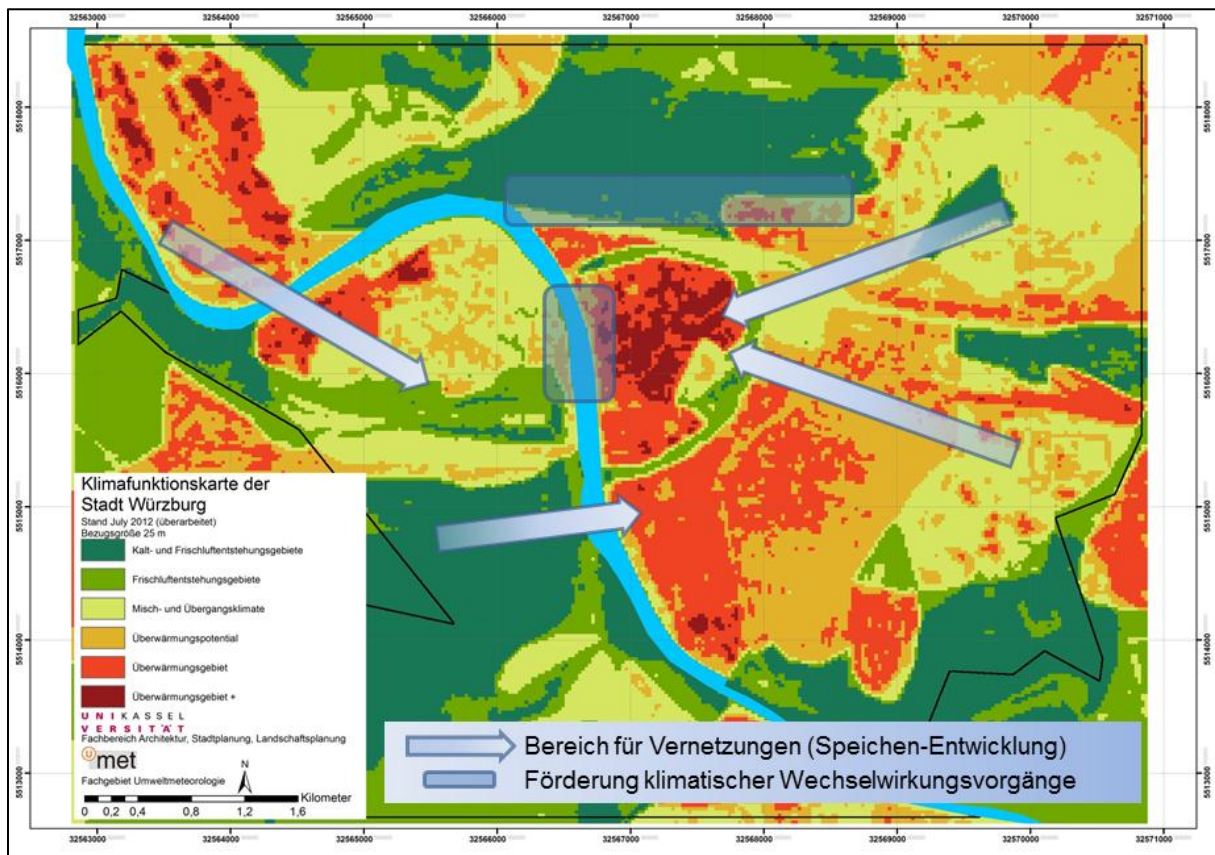


Abbildung 51: Klimafunktionskarte, mit Planungshinweisen (PROF. DR. KATZSCHNER UND TEAM, 2012)

Die rechteckigen „Fenster“ zeigen die Notwendigkeit der Förderung klimatischer Wechselwirkungsvorgänge zwischen den jeweils angrenzenden Bereichen: Einmal das Gebiet Sanderau - Mainufer - Altstadt, als zweites die nördlich an die Innenstadt angrenzenden Abhänge der Weinberge.

Aus der obigen Klimafunktionskarte lassen sich folgende Potenziale für Verbesserungen des Stadtklimas ableiten:

1. Förderung von Luftleitbahnen im Nordwesten (Unterstützung der Hauptwindrichtung) durch die Vermeidung von Querbebauung, zu dichtem Grün und das Öffnen von Windleitbahnen
2. Hot-Spots im Überwärmungsbereich entschärfen durch die Entwicklung von Grünflächen, Entsiegelung und Bepflanzung mit Bäumen, Fassadenbegrünung, etc.
3. Berücksichtigung der Hangzirkulationen: Keine Quer- oder Riegelbebauung
4. Entwicklung der Grünspeichen „Innenstadt – Landesgartenschau“ und „Innenstadt – Nordost“ zur besseren Anbindung von Kaltluftentstehungsgebieten an die Altstadt

Auf der Grundlage der Klimafunktionskarte können bereits großräumige Planungsaussagen getroffen werden. Für straßenzugsgenaue Planungsempfehlungen werden allerdings präzisere Daten auf Grundlage von Straßenschluchten-Simulationen und detaillierteren Windfeldmessungen benötigt.

Die Klimafunktionskarte sollte daher vorerst nur fachlich qualifizierten Nutzern (Planern, Stadtverwaltung) online zugänglich gemacht werden, die mit den Möglichkeiten und Grenzen einer Klimafunktionskarte vertraut sind.

Die hier vorgestellte Klimafunktionskarte liefert eine Beschreibung des gegenwärtigen IST-Zustandes. Eine Projektion der Werte in die Zukunft (für die Jahre 2050, 2100) wäre wünschenswert, um die Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels zu berücksichtigen. Eine derartige Klimafunktionskarte ist mit verhältnismäßig moderatem Aufwand zu erstellen und bereits in Planung (siehe Maßnahme M 5.1). Damit können die im Zuge der Klimaveränderung künftig drastischer ausfallenden Wärmeinsel-Effekte und deren deutliche physiologische Auswirkungen auf die Stadtbevölkerung veranschaulicht werden. Künftig entstehende Hot Spots können frühzeitig erkannt und durch darauf abgestimmte Strategien und Maßnahmen entschärft werden.

## 7.6.6 Strategien zur Klimaanpassung vor Ort

### 7.6.6.1 Klimaanpassung und Klimaschutz Hand in Hand

Wenn im Rahmen eines Klimaschutzkonzeptes Maßnahmen der Klimaanpassung erarbeitet werden, dann liegt es auf der Hand, dass diese den Zielsetzungen des Klimaschutzes keinesfalls entgegenstehen sollten. Insofern verbieten sich Maßnahmen, die im großen Maßstab auf fossile Energieträger zurückgreifen oder zum Beispiel die Raumklimatisierung in öffentlichen Gebäuden mit konventionellem Strommix sicherstellen wollen. Gerade bei der Hitzeprävention gilt es sowohl global zu denken und vorbeugend Maßnahmen des Klimaschutzes zu ergreifen und damit die globale Erwärmung zumindest zu verlangsamen als auch regional die Möglichkeiten auszuschöpfen, die sich heute schon durch den Einsatz neuartiger Dämmstoffe oder durch die Erzeugung und Speicherung solarer Kälte bieten. Die Vermeidung oder intelligente Nutzung von Abwärme aller Art - ob in der Industrie, im Verkehr, in der Energie- oder Landwirtschaft - durch Kraftwärmekopplung, Nahwärmenetze, Nutzung von Abwärme als industrielle Prozesswärme, durch den Einsatz von Elektroantrie-

ben statt Verbrennungsmotoren, ... - dies alles spart Energie, verbessert die CO<sub>2</sub>-Bilanz und verhindert unnötigen Wärmeeintrag im Stadtgebiet.

Gleichzeitig gilt es im Bereich der Bauleitplanung vernetzt zu denken und sowohl Belange des Klimaschutzes als auch der Klimaanpassung zu berücksichtigen. Dies kann z. B. durch die Begrünung von Flachdächern und deren gleichzeitige Nutzung als Photovoltaikflächen realisiert werden. Hochreflektierende Glasfassaden ("cool facades") reduzieren die thermische Belastung der Innenräume, verringern so den Kühlbedarf und leisten damit einen Beitrag zum Klimaschutz - dieselben Glasfassaden verstärken aber zugleich die Wärmeinseleffekte im städtischen Außenraum. Intelligente Solararchitektur verbindet Ziele von Klimaschutz und Klimaanpassung. Hier könnten durchaus auch städtebauliche Traditionen aus den Mittelmeerländern als Anregung und Inspiration dienen. Für die Entwicklung innovativer Konzepte, die Klimaschutz und Klimaanpassung gleichermaßen berücksichtigen, bietet sich in Würzburg mit der Perspektive der Landesgartenschau 2018 eine spannende Gelegenheit - zumal diese den Schwerpunkt „Forschung und Entwicklung“ gesetzt hat. Bei der dafür notwendigen Neuplanung und Gestaltung der Konversionsfläche "Am Hubland" (ehemaliges US-Kasernengelände) könnten beispielgebende Impulse und Ideen zur Klimaanpassung aufgegriffen werden.

#### **7.6.6.2 Schwerpunkt Hitze**

Bei der Untersuchung potenziell relevanter Klimaanpassungsthemen im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes kristallisierte sich die Dringlichkeit der Verringerung des Wärmeinseleffektes als oberste Priorität heraus.

Durch die bereits heute spürbare Wärmebelastung im Innenstadtbereich und die für Würzburg besorgniserregenden Klimaprognosen besteht hier unmittelbarer Handlungsbedarf. Gefragt ist daher die Bündelung von vorhandenen Kompetenzen zur detaillierteren Analyse der Situation und zum Erarbeiten von kurz-, mittel- und langfristigen Strategien zur Verminderung der Wärmebelastung – vor allem im Bereich der Altstadt und an weiteren Hot-Spots.

Auch das Thema Hochwasserschutz ist, wie die Hochwasserpegel der letzten Jahrzehnte zeigen, ein zentrales Thema für Würzburg. Allerdings sind hier in den letzten 30 Jahren bereits viele wichtige Vorhaben zur Verbesserung des Hochwasserschutzes geplant und umgesetzt worden, sodass vorerst kein unmittelbarer Handlungsdruck mehr besteht. Die Belange des Hochwasserschutzes könnten künftig aber enger mit den anderen Bereichen der Klimaanpassung verzahnt werden.

Weitere Themenfelder wie Wasserversorgung, Katastrophenschutz, Gesundheitsvorsorge oder Biodiversität sollten sukzessive angegangen, deren Relevanz für Würzburg geprüft und dann in eine entsprechende Gesamt-Strategie eingebunden werden.

#### **7.6.6.3 „Netzwerk Stadtklima“**

Für die Erarbeitung strategischer Handlungsoptionen zum Thema "Klimaanpassung" haben am 11. Mai und 20. Juli 2012 Treffen in Form von Arbeitskreisen stattgefunden. Dabei wurden Erkenntnisse und Forschungsergebnisse zum Stadtklima Würzburg aus den letzten Jahrzehnten zusammengetragen sowie die für Würzburg erarbeitete Klimafunktionskarte vorgestellt und ausführlich diskutiert. Mehrere Maßnahmen zur Klimaanpassung wurden erarbeitet.

Dem Arbeitskreis gehören Experten aus den Bereichen Meteorologie, Geografie, Architektur und Stadtverwaltung an:

- Univ.-Prof. Dr. Lutz Katzschner, Diplom Meteorologe, Leiter des Fachgebiets Umweltmeteorologie im Fachbereich "Architektur, Stadtplanung, Landschaftsplanung" der Universität Kassel, Adjunct Professor an der Chinese University Hong Kong-Architekturfakultät (CUHK),
- Univ.-Prof. Dr. Heiko Paeth, Professur am Lehrstuhl I für Physische Geographie, Institut für Geographie und Geologie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg,
- Prof. Dipl.-Ing. Martin Schirmer, SRL e.V., Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung
- Dr. Björn Dietrich, Leiter des Fachbereiches Umwelt- und Klimaschutz
- Christian Göpfert, Klimaschutzbeauftragter der Stadt Würzburg
- Eva Joa, Fachbereich Stadtplanung, Stadt Würzburg
- Dr. Bernd M. Schmitt, Congress-Tourismus-Wirtschaft, Stadt Würzburg

Als eine erste Maßnahme wurde vorgeschlagen, ein „Netzwerk Stadtklima“ ins Leben zu rufen (siehe Maßnahme M 5.1). Diesem Netzwerk sollen vorerst die oben genannten Teilnehmer des Arbeitskreises Klimaanpassung angehören.

Mittelfristig könnten als weitere Mitglieder auch Experten aus den Bereichen Katastrophenschutz, Medizin und Demografie ins Netzwerk eingeladen werden.

Das Netzwerk sieht sich als lernender Organismus mit einem modularen, flexiblen Aufbau. Je nach inhaltlicher Schwerpunktsetzung können weitere Handlungsfelder der Klimaanpassung angegangen und dafür geeignete Experten ins Netzwerk eingebunden werden. Sich verändernde Anforderungen dienen dem Netzwerk als Impuls, seine Wissensbasis und die Handlungsspielräume an die neuen Erfordernisse anzupassen. So ist das „Netzwerk Stadtklima“ nicht nur mit dem Thema Klimaanpassung beschäftigt, sondern im besten Sinne auch selbst anpassungsfähig.

Verschiedene Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit bestehenden Netzwerken sollen geprüft werden. Als Beispiel wäre eine Zusammenarbeit mit dem neu entstandenen Netzwerk MAINENA (Lokales Bildungs- und Kompetenznetzwerk für Nachhaltigkeit Würzburg) denkbar.

Neben regelmäßig stattfindenden Treffen soll der Austausch im Netzwerk auch per E-Mail stattfinden. Eine eigene Internetpräsenz als Kommunikationsplattform ist ebenfalls angedacht.

Darüber hinaus soll das „Netzwerk Stadtklima“ auch erfolgversprechende Förder- und Projektanträge vorbereiten und promoten.

Das Thema Klimaanpassung ist auch innerhalb der Stadtplanung in Würzburg noch relativ neu und so treten in diesem Feld häufig Zielkonflikte zwischen dem Denkmal- und Bestandschutz und der klimatischen Resilienz auf. Vielen Mitgliedern des Stadtrats ist das Stadtklima bereits als bedeutsames Thema bewusst. Umso wichtiger ist es nun, hierzu Empfehlungen für eine klimaangepasste Bauleitplanung zu entwickeln.

### **7.6.6.4 Aktuelle Datenlage zum Stadtklima, weiterer Forschungsbedarf**

Der Arbeitskreis hat versucht, für Würzburg den bisherigen Stand an klimatologisch relevanten Daten und Studienergebnissen zusammenzutragen. Bisher gab es allerdings in Würzburg nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen zum Stadtklima:

- Dr. Bernd Schmitt hat Ende der 80er Jahre mit mobilen Messstationen Untersuchungen zum Stadtklima durchgeführt.

- Eine Windkarte von Valentin & Valentin aus den 80er Jahren lieferte erste – wenn auch für die heutige Situation nicht mehr brauchbare – Windmessungen im Stadtgebiet.
- Im Rahmen einer Diplomarbeit „Stadtklimatische Untersuchungen in Würzburg“ bei Prof. Paeth hat Robert Künstler 2008 die Wärmeinseleffekte in Würzburg untersucht.
- Prof. Dr. Jürgen Rauh und Prof. Dr. Heiko Paeth (Universität Würzburg) veröffentlichten 2011 eine Studie mit dem Titel „Anthropogener Klimawandel und Weinwirtschaft – Wahrnehmung und Anpassungsmaßnahmen fränkischer Winzer auf den Wandel klimatischer Bedingungen“, die sich mit den mesoskaligen Auswirkungen des Klimawandels in der Region um Würzburg beschäftigt.

Es bestand innerhalb der Arbeitsgruppe Konsens darüber, dass die Klimafunktionskarte als erste Bestandsanalyse eine hervorragende Diskussionsgrundlage und Basis für weitere Ansätze sowie für die Umsetzung erster übergreifender Maßnahmen darstellt. Andererseits war aber bald klar, dass weitere kurz- und mittelfristig realisierbare Forschungsvorhaben angegangen werden sollten, um die Datenbasis zu verbreitern und vor allem, um straßengenaue Empfehlungen für Anpassungsmaßnahmen geben zu können. Dazu wurden folgende Vorhaben priorisiert (in dieser Reihenfolge, siehe dazu auch Maßnahme M 5.1, erste Schritte):

Eine Eichung der Klimafunktionskarte für zukünftige Zeitpunkte (z. B. für 2050 und 2100) soll von Prof. Dr. Katzschner und Prof. Dr. Paeth innerhalb des kommenden Jahres durchgeführt werden, sodass sich die künftig zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels auf Würzburg topografisch präziser verorten lassen.

- An der Universität Würzburg soll von Prof. Dr. Paeth eine Bachelor- und/oder Masterarbeit vergeben werden, die die Wetter- und Winddaten in und um Würzburg zusammen trägt und analysiert. Dadurch kann eine genaue Kalibrierung der Winddaten für die Klimafunktionskarte erfolgen.
- Ein sogenanntes „Straßenschluchtenmodell“ der Stadt Würzburg soll für ausgewählte Bereiche (in der Regel max. 2x2 km) berechnet werden (PROF. DR. KATZSCHNER UND TEAM). Damit können sehr konkrete Planungsempfehlungen gegeben und mögliche Auswirkungen verschiedener städtebaulicher Maßnahmen punktgenau simuliert und verglichen werden.

#### **7.6.6.5 Information und Öffentlichkeitsarbeit**

Der Bereich "Information und Öffentlichkeitsarbeit" wurde vom Arbeitskreis als zentrales Anliegen gesehen, um Verständnis für Zusammenhänge und eine breite Akzeptanz für notwendige Klimaanpassungsmaßnahmen zu erzielen. Zudem sollen möglichst viele Akteure zur Eigenvorsorge motiviert werden. Dazu wurde eine Maßnahme unter dem Titel "Stadtklima im Fokus" ausgearbeitet (siehe Maßnahme M 5.2).

Das „Netzwerk Stadtklima“ könnte z. B. im Rahmen der Mainfranken-Messe 2013 als auch bei den Feierlichkeiten "40 Jahre Europastadt Würzburg" vorgestellt und bekannt gemacht werden. Des Weiteren soll mit gezielten Veranstaltungen und Aktionen auf die künftigen Auswirkungen des Klimawandels in Würzburg aufmerksam gemacht und zur Eigenvorsorge angeregt werden.

Als weiterer Baustein der Öffentlichkeitsarbeit könnte ein "Info-Tag zur Klimaanpassung" für VertreterInnen von Bildungseinrichtungen, für Unternehmen und die interessierte Bürgeröffentlichkeit dienen. Dabei sollte das Thema mit positiv besetzten Ideen und Visionen anschaulich kommuniziert werden: Ein begrünter Marktplatz, ein neu angelegter Badensee, Dachgärten, Springbrunnen, grüne Fassaden, solare Kühlung von öffentlichen Gebäuden, etc. Darüber hinaus sollten Rückmeldungen, Ideen und Anregungen der BürgerInnen aufge-

griffen werden und diese motiviert werden, sich aktiv an der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu beteiligen.

Als Kooperationsprojekt mit der Landesgartenschau 2018 in Würzburg ist die Errichtung eines Klimalehrpfades mit Infotafeln zum Klimawandel auf dem Weg von der Altstadt bis zum Gelände der Landesgartenschau geplant. In die Infotafeln sollen auch Thermometer integriert werden, die den lokalen Wärmeinseleffekt deutlich machen können. Daher soll eine möglichst frühzeitige Zusammenarbeit mit den Planungsgremien der Landesgartenschau angestrebt werden.

Bereits erfolgte Eingriffe, die unter dem Gesichtspunkt der Klimaanpassung negative Auswirkungen zeigen, sollten neu überdacht und im Rahmen eines Gesamtkonzeptes nachgebessert werden. Dazu zählen etwa die gescheiterte Begrünung der Straßenbahntrasse der Linie 6, die Alleefällung in der Trautenauer Straße oder die Entfernung des alten Baumbestandes am Mainufer - Maßnahmen, die von Teilen der Bürgerschaft wiederholt thematisiert werden. Zu diesen Sachverhalten sollte die Stadt eine Kommunikations-Strategie entwickeln, Nachbesserungen vornehmen und künftig koordiniert handeln, um das Ziel einer erfolgreichen Klimaanpassung nicht durch schlecht aufeinander abgestimmte Maßnahmen zu torpedieren.

### **7.6.6.6 Stadtentwicklung unter stadtklimatischen Gesichtspunkten**

Mit Blick auf die zukünftige Stadtentwicklung in Würzburg war es dem Arbeitskreis Klimaanpassung wichtig zu betonen, dass es das Ziel einer künftigen Bauleitplanung sein sollte, die Stadtentwicklung auch aus stadtklimatischer Sicht voran zu treiben. Bislang wurden diese Gesichtspunkte bei der Erstellung von Bebauungsplänen oder bei Sanierungs- und Modernisierungsvorhaben eindeutig noch zu wenig berücksichtigt.

Wichtig ist es hier auch, aus der Vergangenheit und von anderen guten Beispielen zu lernen: In Städten wie Frankfurt oder Stuttgart, wo Klimafunktionskarten als Planungsgrundlage in den Wahrnehmungshorizont von Stadtplanung und Politik gerückt sind, ist in den letzten Jahren viel in Richtung stadtklimatischer Anpassung geschehen. Die politische Führung war hierbei sehr offen für die Thematik.

In Frankfurt müssen beispielsweise alle architektonischen Wettbewerbe die aus der Klimafunktionskarte abgeleiteten Empfehlungen berücksichtigen. Die Problematik der Klimaanpassung wird dadurch im Zuge von Planungsvorhaben quasi "automatisch" mit diskutiert. „Erfordernisse der Klimaanpassung sind zu berücksichtigen“ steht auch in Ausschreibungen. Es existiert zudem ein "Klimaplanatlas" als Werkzeug für Bauherren bei der Erstellung von Bebauungsplänen.

In Stuttgart wiederum wird der „unverbindliche Hangzonenplan“ de facto als Handlungsempfehlung bei allen Bauvorhaben einbezogen.

### **Motivation von Eigentümern zur Eigenvorsorge**

Für die Stadt Würzburg wird es zudem aufgrund des großen Anteils an Bestandsimmobilien im Denkmalschutz eine wichtige Aufgabe sein, bei den entsprechenden Eigentümern um Verständnis für die Belange und Erfordernisse der Klimaanpassung zu werben. Hier gilt es, auch spezielle Eigentümergruppen wie Stiftungen und Wohnbaugenossenschaften gezielt anzusprechen und an einen Tisch zu holen. So gehören zum Beispiel ca. 40 % der Wohnungen in Würzburg verschiedenen Stiftungen der katholischen und evangelischen Kirche. Daher ist auch besonders in dieser Richtung eine enge Zusammenarbeit anzustreben, z. B. über die Umweltbeauftragten der beiden Kirchen.

#### **7.6.6.7 Maßnahmen zur Entschärfung von Wärmeinseln, Pilotprojekte**

Da für den Arbeitskreis die Erarbeitung von ersten, konkreten Maßnahmen zur Entschärfung von Wärmeinseln wichtig war, hat sich die Runde auf einige kurzfristig und mittelfristig umsetzbare Vorhaben verständigt. Für die strategische und abgestimmte Planung weiterer, vor allem straßenzugsgenauer Maßnahmen, müssen allerdings erst die Ergebnisse der geplanten Studien (siehe Maßnahme M 5.2) abgewartet werden.

Ausgehend von der Analyse der „Hot Spots“ im Stadtgebiet wurde daher vom Arbeitskreis als erstes „Pilotprojekt“ eine kreative, öffentlichkeitswirksame und kurzfristig umsetzbare Maßnahme vorgeschlagen, die zumindest punktuell zur Entschärfung der Hitzeproblematik in der Innenstadt beitragen könnte (Maßnahme M 5.3). Ein Wanderbaumkarree aus 25-30 Bäumen in großen Pflanzkübeln ("Wanderbäume") soll dabei im Sommer für einige Wochen auf Plätzen oder in Passagen in der Altstadt Aufstellung finden. Eine begleitende Evaluation der Maßnahmenwirkungen durch Messungen und Befragungen ist zudem angedacht. Durch die beispielhaft aufgezeigte Sinnhaftigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen sollen Politik und Öffentlichkeit informiert und in der Folge zu weiteren Schritten motiviert werden.

Weitere mittelfristig realisierbare Vorhaben sind die Wiederauflage eines Fassadenbegrünungswettbewerbs, die exemplarische Gestaltung eines Straßenzuges als "grüner Finger" mit verschiedenen Maßnahmen zur Klimaanpassung (u. a. Dachbegrünung, Entsiegelung von Verkehrsflächen, Umwandlung von Parkplätzen in Baumplätze, Gestaltung von Brunnen oder Wasserflächen).

Diese Pilotvorhaben sollen jeweils mit einer koordinierten Öffentlichkeitsarbeit einhergehen und interessierte und betroffene BürgerInnen z. B. über Bürgerbeteiligungsforen frühzeitig einbinden. Nur wenn diese Vernetzung der Aktivitäten zur Klimaanpassung lokal und überregional gelingt, wird die Vision eines "erfrischenden Würzburg" auch in Zeiten des fortschreitenden Klimawandels noch eine Chance haben. Somit könnte sich Würzburg auch im Jahr 2100 als eine lebendige und lebenswerte Stadt erweisen.

## 8 Maßnahmenkatalog

Nach Erarbeitung der Zielebene wurden für die jeweiligen Handlungsbereiche der Foren gemeinsam mit den regionalen Akteuren die für die Region wichtigen Handlungsfelder herausgestellt und priorisiert. Aufbauend darauf konnten, den jeweiligen prioritären Handlungsfeldern zugeordnet, Maßnahmen zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes erarbeitet werden. Dabei wurde ein Großteil der Projektentwicklung von den Forenteilnehmern durch die Erarbeitung von Projektsteckbriefen geleistet. Weitere Maßnahmen sind infolge weiterer eingebrachter Ideen oder aufgrund des gutachterlichen Vorschlags entwickelt worden.

Eine Investitionsübersicht der einzelnen Maßnahmen befindet sich im Anhang. Dort werden sowohl die Aufwände für die Stadt Würzburg – differenziert nach Personal- und Sachkosten – als auch die Kostenanteile von weiteren Akteuren und Partnern aufgeschlüsselt. Die bezifferten Investitionen verstehen sich dabei als Einschätzung aus gutachterlicher Sicht und stehen unter dem Vorbehalt eines Stadtratsbeschlusses bezüglich Verwendbarkeit und Erfolg. Sie sind vor dem geplanten Umsetzungszeitpunkt der jeweiligen Maßnahmen im Detail zu prüfen, insbesondere hinsichtlich der Beantragung möglicher Fördermittel zur Teilfinanzierung. Auch wenn sich eventuell die eine oder andere Maßnahme im Rahmen bestehender Strukturen schnell und vergleichsweise kostengünstig umsetzen lässt, muss jedoch generell davon ausgegangen werden, dass eine so ambitionierte Zielsetzung wie die Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 nicht ohne den Einsatz zusätzlicher finanzieller und personeller Ressourcen erreicht werden kann.

### 8.1 Der Maßnahmenkatalog in der Übersicht

| Nr.                                           | M Nr. | Maßnahmen im Rahmen des IKK für die Stadt Würzburg        | Region | Stadt | KSM | WVV | Betriebe | IHK, HWK | Universität, Schulen |
|-----------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|--------|-------|-----|-----|----------|----------|----------------------|
| <b>Maßnahmenbereich "Rund ums Haus"</b>       |       |                                                           |        |       |     |     |          |          |                      |
| 1                                             | M 1.1 | Förderprogramm Gebäudesanierung                           |        | m     | m   | m   | m        |          |                      |
| 2                                             | M 1.2 | Mein Haus spart                                           |        |       | k   | k   |          | k        | k                    |
| 3                                             | M 1.3 | Netzwerk und Qualifizierung im Bereich "Gebäudesanierung" | k      |       | k   |     | k        | k        |                      |
| 4                                             | M 1.4 | Wohnberater(in)                                           |        | k     | k   | k   | k        |          |                      |
| 5                                             | M 1.5 | Energiezentrum als Anlaufstelle                           |        | m     | m   |     |          | m        | m                    |
| 6                                             | M 1.6 | Energiemanagement für kommunale Liegenschaften            |        | k     |     |     |          |          |                      |
| <b>Maßnahmenbereich „Rund um Energie“</b>     |       |                                                           |        |       |     |     |          |          |                      |
| 7                                             | M 2.1 | Beteiligungsstrukturen Ausbau EE                          |        | m     | m   | m   | m        |          |                      |
| 8                                             | M 2.2 | Solarkataster                                             |        | k     | k   |     | k        |          |                      |
| 9                                             | M 2.3 | Windkraftpotenziale                                       | k      | k     | k   | k   | k        |          |                      |
| <b>Maßnahmenbereich „Rund um Unternehmen“</b> |       |                                                           |        |       |     |     |          |          |                      |
| 10                                            | M 3.1 | Energieeffizienz-Netzwerk Würzburg                        | m      |       | m   | m   | m        | m        |                      |
| 11                                            | M 3.2 | Information für Unternehmen                               |        |       | k   |     | k        | k        |                      |
| 12                                            | M 3.3 | Energyfit - auf dem Weg zur ISO 50001                     |        | k     | k   |     | k        | k        |                      |
| 13                                            | M 3.4 | In die Arbeit, aber wie?                                  | m      |       | m   |     | m        |          | m                    |

| Maßnahmenbereich „Rund um Mobilität“   |        |                                                                  |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 14                                     | M 4.1  | Nachhaltige Mobilität Hubland Areal                              |   | m |   | m |   |   |
| 15                                     | M 4.2  | Zentrenkonzept Urbane Mobilität ISEK                             |   | l | l | l |   | l |
| 16                                     | M 4.3  | Parkraummanagement Fusswegequalität                              |   | m |   | m | m |   |
| 17                                     | M 4.4  | Radwegenetzausbau                                                | l | l | l |   |   |   |
| 18                                     | M 4.5  | Sicherung und Weiterentwicklung Straßenbahnnetz                  |   | k |   | k |   |   |
| 19                                     | M 4.6  | Busliniennetz                                                    | m | m | m | m | m |   |
| 20                                     | M 4.7  | ÖV-Ticketing-Marketing                                           | k | k | k | k |   |   |
| 21                                     | M 4.8  | Park & Ride regional - lokal                                     | l | l |   |   | l | l |
| 22                                     | M 4.9  | Förderung klimaschonender Antriebe                               |   | l | l | l | l |   |
| 23                                     | M 4.10 | Mobilstationen mit e-Carsharing                                  |   | m | m | m | m |   |
| 24                                     | M 4.11 | Imagekampagne zur Mitfahrzentrale                                | k |   | k |   |   |   |
| 25                                     | M 4.12 | Privates Carsharing                                              |   | m | m |   | m |   |
| 26                                     | M 4.13 | Mobilitätsmanagement                                             | l | l | l | l | l | l |
| 27                                     | M 4.14 | Fuhrparkmanagement Linienomnibus                                 |   | l |   | l | l |   |
| 28                                     | M 4.15 | Stärkung der strategischen regional abgestimmten Verkehrsplanung |   | l |   | l | l |   |
| Maßnahmenbereich "Rund ums Stadtklima" |        |                                                                  |   |   |   |   |   |   |
| 29                                     | M 5.1  | Netzwerk Stadtklima                                              |   | k | k |   |   | k |
| 30                                     | M 5.2  | Stadtklima im Fokus                                              |   | m | m |   |   | m |
| 31                                     | M 5.3  | Würzburg erfrischt                                               |   | m | m |   |   | m |

| Maßnahmenkatalog "energetische Gebäude-Sanierung" (IfE) |       |                                                      |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| 1                                                       | M 6.1 | Verbrauchergruppe kommunale und öffentliche Gebäude  |  |  |  |  |  |  |
| 2                                                       | M 6.2 | Verbrauchergruppe private Haushalte und Kleingewerbe |  |  |  |  |  |  |
| 3                                                       | M 6.3 | Verbrauchergruppe GHD und Industrie                  |  |  |  |  |  |  |

### Legende und Abkürzungen

KSM ... Klimaschutzmanager

WVV ... Würzburger Versorgungs- und Verkehrs GmbH

IHK ... Industrie- und Handelskammer

HWK... Handwerkskammer

|         |                                                                                |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 31      | Maßnahmen zur Umsetzung, in den Forenrunden erarbeitet                         |
| 3       | Maßnahmenkatalog aus gutachterlicher Sicht (IfE, 2012)                         |
| k, m, l | kurz-, mittel- und langfristige Umsetzung (3 Jahre, 3 - 5 Jahre, 5 - 10 Jahre) |

**Tabelle 22: Der Maßnahmenkatalog in der Übersicht – Projekte und deren Umsetzungshorizont (k: kurzfristig, m: mittelfristig, l: langfristig) nach Maßnahmenbereichen (B.A.U.M., 2012)**

## 8.2 Maßnahmen aus dem Beteiligungsprozess

### 8.2.1 Handlungsbereich „Rund ums Haus“

#### PROJEKTSTECKBRIEF M 1.1

##### Projekttitel

##### Förderprogramm für energetische Gebäudesanierung

##### Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?

Die Potenzialanalyse im Wärmebereich hat gezeigt, dass ein Großteil der möglichen Energieeinsparung und die damit verbundene Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen primär durch die Sanierung privater Wohngebäude erfolgen müssen.

Die Erneuerung der Anlagentechnik bringt den meisten Nutzen, während für eine Außendämmung das Kosten-/Nutzenverhältnis sehr viel ungünstiger ist.

Ein Problem sind dabei vor allem 80er-Jahre-Bauten, da für diese kein Sanierungszwang besteht. Besondere Herausforderungen stellen sich bei denkmalgeschützten Objekten.

Da bei einer energetischen Sanierung maximal 11 % der Modernisierungskosten auf die Mieter umgelegt werden dürfen, entsteht für viele EigentümerInnen ein Renditeproblem, sodass die meisten von ihnen Sanierungen vermeiden. Alternative Einsparmöglichkeiten, z. B. über Optimierung des Wärmemanagements in Gebäuden sind zu wenig bekannt.

##### Welche Ziele werden verfolgt?

- Verbesserung der Renditesituation bei der Sanierung für die EigentümerInnen
- Die Miete soll nach einer durchgeführten Sanierungsmaßnahme (unter Einbezug der verringerten Heizkosten) auch weiterhin für die MieterInnen erschwinglich bleiben.

##### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Durch eine höhere Sanierungsquote (derzeit rund 1 %; angestrebt werden 2 %) im Mietwohnungsbereich wird Energie gespart und CO<sub>2</sub>-Emissionen werden verringert. Konkret sinken durch die verbesserte Außendämmung der Heizenergiebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen, da weniger Fernwärme oder Erdgas etc. bereitgestellt werden muss.

##### Kurzbeschreibung

Für die energetische Sanierung der Gebäudeaußenhüllen von Mietwohnungen wird ein Förderprogramm der Stadt Würzburg aufgelegt. Die Förderung könnte z. B. an die Umsetzung durch regionale Handwerker geknüpft sein. Dadurch wird die regionale Wertschöpfung erhöht. Zudem soll im Rahmen der Bearbeitung von Förderanträgen auch auf Bundesfördermittel (KfW, etc.) verwiesen und den BürgerInnen beim Stellen von Förderanträgen geholfen werden. Darüber hinaus sollen die Einsparmöglichkeiten durch optimales Energiemanagement ausgeschöpft werden (bis zu 30 % bei sehr günstigen Amortisationszeiten). Diese Alternative ist insbesondere unter Denkmalschutzaspekten stärker einzubeziehen.

##### Erste Schritte

1. Festsetzen von Rahmenparametern für ein Förderprogramm

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 2. Förderprogramm öffentlich ankündigen<br>3. Förderungen vergeben<br>4. Evaluierung der erzielten Energieeinsparung (Heizkostenreduktion) in den geförderten Gebäuden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                              |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><br>Stadt Würzburg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Weitere Partner</b><br><br>WVV, Bayern LB, KfW-Förderbank |
| <b>Beispiele:</b><br><br>Förderprogramme der Stadt Lauf a.d. Pegnitz, Markt Feucht<br><a href="http://www.lauf.de/db_files/download/8760_laufer_klimaschutzprogramm_fortlaufend.pdf?PHPSESSID=3437d6b14425ed9a8021a2ded28254b6">http://www.lauf.de/db_files/download/8760_laufer_klimaschutzprogramm_fortlaufend.pdf?PHPSESSID=3437d6b14425ed9a8021a2ded28254b6</a><br><a href="http://www.feucht.de/cms.new/uploads//2012/Buergerservice%202012/EV_Klimaschutz_Feucht.pdf">http://www.feucht.de/cms.new/uploads//2012/Buergerservice%202012/EV_Klimaschutz_Feucht.pdf</a> |                                                              |

## PROJEKTSTECKBRIEF M 1.2

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projekttitle</b><br><br><b>Mein Haus spart</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?</b><br><br>Individuelles Engagement für Energiesparen im Haushalt ist zu gering. Zusätzliche Kosten (z. B. für Dämmung) werden gescheut, evtl. Investitionslücken sind nur über Darlehen zu schließen.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Welche Ziele werden verfolgt?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Persönliche Betroffenheit erzielen und zur Energieeffizienzsteigerung im eigenen Wohnbereich anregen</li> <li>• Kommunizieren und Bewusstmachen der Vorteile einer energetischen Sanierung: Wertehalt, Wohnwertsteigerung, Betriebskosteneinsparung</li> <li>• Quote der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen in Wohngebäuden steigern</li> </ul>                                                                                             |
| <b>Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung des Energieverbrauchs in Privathaushalten und Schulen im Quartier</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Kurzbeschreibung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Energieeffizienz im einem ersten, noch zu definierenden Quartier im Innenstadtbereich</li> <li>• Informationen der BürgerInnen über Energieverbrauch (Benchmarks, evtl. Effizienzlabel)</li> <li>• Energieeinsparmaßnahmen diskutieren, z. B. in organisierten Nachbarschaftstreffs</li> <li>• Schulen im Quartier mit einbeziehen</li> <li>• Informationsveranstaltung „Tag der Energie“, Best-Practice-Führungen („Energietouren“)</li> </ul> |
| <b>Erste Schritte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quartieranalyse: Projektarbeiten an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt und der Universität Würzburg (Geografie) als Musterprojekt</li> <li>2. Gebiet in Zusammenarbeit mit Stadtverwaltung Würzburg finden; Anforderungen an das Gebiet: Innenstadtbereich mit Potenzial für Untersuchung und ggf. Ersatzneubau</li> <li>3. BürgerInnen im Rahmen einer Kampagne über den aktuellen Energieverbrauch (Benchmarks) und mögliche Energieeinsparmaßnahmen informieren</li> <li>4. Auch Schulen ansprechen und ins Projekt einbinden</li> </ol> |                                                                                                                                                                                      |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><br>Stadt Würzburg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Weitere Partner</b><br><br>Bayerische Architekten/Ingenieurkammern, HK, Schulen, Hochschulen, Medien (regionale Presse: Mainpost, Ortsteil-Mitteilungsblätter, WVV-Informationen) |
| <b>Beispiele:</b><br><br>KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung“ (siehe Würzburg Heidingsfeld, Markt Zapfen-dorf, Markt Wernberg-Köblitz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                      |

### PROJEKTSTECKBRIEF M 1.3

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projekttitel</b><br><br><b>Netzwerk und Qualifizierung im Bereich „Gebäudesanierung“</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?</b><br><br>Energetische Gebäudesanierungen sind weniger effektiv als möglich, weil die Eigenheimbe-sitzerInnen überfordert sind. Das ist das Fazit einer repräsentativen Forsa-Umfrage vom März 2012 im Auftrag des Verbraucherzentrale Bundesverbandes (vzbv) unter 1.000 Eigen-tümerInnen, die ihre Häuser kürzlich saniert haben. Bei mehr als einem Viertel stellten sich die gewünschten Energieeinsparungen gar nicht ein. Bei weiteren 28 % fallen sie so klein aus, dass sich die Investitionen frühestens in 25 Jahren rechnen werden. Ein Grund: Nur ein Viertel nimmt vor der Sanierung eine Beratung in Anspruch. Solche ungenügenden Sanie-rungsergebnisse führen zu Unsicherheit bzw. Unzufriedenheit bei Nachbarn und weiteren Kunden und Interessenten.<br><br>Verschiedene Netzwerke wie etwa der Energieberaterverein Franken e.V. oder IHK-Netzwerke sind zwar vorhanden, diese sind aber nicht ausreichend untereinander verknüpft und es fehlt an gegenseitigem Austausch sowie an ausreichend qualifizierten MitarbeiterIn-nen. Mit der Sanierung muss auch der Aspekt der Baukultur in Würzburg berücksichtigt und auch eine ästhetische Aufwertung der sanierten Objekte erreicht werden. Oft wird unter „Sa-nierung“ lediglich eine „Verkleidung mit Styroporplatten“ verstanden. |
| <b>Welche Ziele werden verfolgt?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfolgreiche Gesamtsanierung = qualifizierter EnergieberaterIn + qualifizierte Handwer-kerIn + Vernetzung der verschiedenen an der Sanierung beteiligten Berufsgruppen bzw. Gewerke</li> <li>• Energetisches Sanieren unter Aspekten der Baukultur gestalten und den Baubestand</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>nachhaltig (auch unter ästhetischen Gesichtspunkten!) weiterentwickeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HandwerkerInnen bereits während ihrer Ausbildung für Energiethemen sensibilisieren und kontinuierlich weiterbilden (z. B. Ausbildungen des Kompetenzzentrums für Energietechnik an der HWK)</li> <li>• Regelmäßige Workshops gewerke-übergreifend für die gesamte Branche organisieren und Austausch zwischen unterschiedlichen Handwerksbetrieben ermöglichen, Kampagne für Qualifizierung im Handwerk starten</li> <li>• Evaluation der Energieberatung durch Dokumentation der erzielten Sanierungserfolge und Feedback bzw. Bewertung durch die Kunden und unabhängige Experten (tatsächliche Einsparung erfassen, Maßnahmenbeschreibung mit Begründung)</li> <li>• Möglichst enge Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Energietechnik an der HWK anstreben</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Minderung durch erfolgreiche Sanierungen</li> <li>• Vermeidung von Bauschäden</li> <li>• Ästhetisch ansprechende Sanierungsergebnisse</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikation und Austausch zwischen verschiedenen Berufsgruppen und Verbänden intensivieren</li> <li>• Strukturieren und Qualifizieren der bestehenden Angebote zur Fort- und Weiterbildung für Handwerker</li> <li>• Transparenz der Sanierungsergebnisse herstellen und öffentlich dokumentieren</li> <li>• Qualität der Energieberatung evaluieren und sicherstellen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Erste Schritte</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kampagnenmodell entwerfen / Berufsgruppen und Ausbildungen etc. sondieren</li> <li>2. Kampagne in Betriebe tragen über Handwerkskammer und weitere Institutionen</li> <li>3. Informationsabende im Treffpunkt Architektur Würzburg für beteiligte Verbände und Gruppierungen: Z. B. ByAK, AIV, AK Bauhütte, BAB, BDA, VDI, etc.</li> <li>4. Informationsveranstaltung für HausbesitzerInnen und Visualisierung von Energieeinsparmaßnahmen</li> <li>5. Bereitstellung einer „Beraterliste der Stadt Würzburg“ mit qualifizierten EnergieberaterInnen/Fachleuten, die die von der Stadt Würzburg oder z. B. von der BAFA festgesetzten Kriterien erfüllen, wie Qualifikationen, wirtschaftliche Unabhängigkeit, Tätigkeitsschwerpunkte etc.</li> </ol>                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b></p> <p>Stadt Würzburg, Kompetenzzentrum für Energietechnik an der HWK</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>Weitere Partner</b></p> <p>Stadt Würzburg, HWK, Energieberaterverein Franken e. V., Architekten und Ingenieurkammer, Banken, Fördernetzwerk der KfW, DENA, <a href="http://www.effizienzhaus.zukunft-haus.info/experten/suche-experten">www.effizienzhaus.zukunft-haus.info/experten/suche-experten</a> <a href="http://www.energie-effizienz-experten.de">www.energie-effizienz-experten.de</a></p> |

**Beispiel:**

Qualifizierungssystem für Handwerksbetriebe der Bonner Energieagentur  
[http://www.bonner-energie-agentur.de/news/newsansicht/?tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=18&cHash=1e6c4415d7fbace3b9477dfb8d194b88](http://www.bonner-energie-agentur.de/news/newsansicht/?tx_ttnews[tt_news]=18&cHash=1e6c4415d7fbace3b9477dfb8d194b88)

**PROJEKTSTECKBRIEF M 1.4**

**Projekttitel**

**Wohnberater(in)**

**Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?**

Die „2. Miete“ in Form der Betriebskosten belastet Mieter im sozialen Wohnungsbau besonders. Zudem ist dieser Personenkreis oft nur unzureichend über einfache und effektive Möglichkeiten zur Senkung des Strom- und Wärmeverbrauches informiert.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

Senkung der Warmmieten durch einfache Sparmaßnahmen und Verhaltensänderungen zur Reduktion des Energieverbrauches im sozialen Wohnungsbau und in Wohnungen, die energetisch nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprechen.

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Im sozialen Wohnungsbau und im nicht sanierten Altbaubestand besteht ein erhebliches Energiesparpotenzial. Eine Verhaltensänderung führt zu weniger Verbrauch, sinkenden Kosten und einer besseren CO<sub>2</sub>-Bilanz.

**Kurzbeschreibung**

Im Quartier tätige Sozialberater sollen für Energieeffizienzberatung geschult werden und als „Wohnberater“ in Sozialwohnungen und in unsanierten Altbauwohnungen mit Hilfe eines „Energiekoffers“ anschaulich über Energiesparmöglichkeiten informieren, konkrete Handlungsmöglichkeiten aufzeigen und praktische Tipps geben sowie die zu erzielende Einsparung in Euro pro Jahr beziffern. Die „Wohnberater“ sollen einen guten Zugang zu den Zielgruppen haben und von diesen akzeptiert werden, indem diese z. B. auch russisch oder türkisch sprechen bzw. im Verbund mit entsprechenden Dolmetschern arbeiten. Wichtig ist, dass damit insbesondere Mütter als Multiplikatoren sowie BewohnerInnen mit Migrationshintergrund barrierefrei angesprochen und besser motiviert werden.

Eine enge Zusammenarbeit mit dem Sozialreferat, mit dem Jobcenter und den Wohnbaugenossenschaften wird angestrebt, um die entsprechenden Zielgruppen zu eruieren und Informationen über mehrere Kanäle zu streuen. Dabei ist ein stadtteilbezogenes Vorgehen in Abstimmung mit dem Quartiersmanagement zu empfehlen.

Die Wohnberater sollen auch Informationsveranstaltungen und Mitmach-Aktionen in Schulen und Kindergärten anbieten, um Kinder und Jugendliche für die Thematik zu sensibilisieren und dadurch indirekt auf das Verhalten der Eltern einzuwirken.

**Erste Schritte**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SozialberaterInnen in den Quartieren ansprechen und motivieren für die Tätigkeit als „WohnberaterIn“ zur Energieberatung von sozial schwächeren Mietern</li> <li>2. Einfach zu verstehenden Info-Flyer mit Beispielen zur Energieeinsparung in Euro pro Jahr erstellen und in mehrere Sprachen übersetzen (russisch, türkisch, arabisch, ...)</li> <li>3. Inhaltliche Qualifizierung der Wohnberater (z. B. durch die WVV) für eine einfache Form der Energieberatung (Einsparungen im Haushalt durch effiziente Geräte, Sparlampen, Aus statt Standby, Deckel auf Topf, Fensterisolierung, Stoßlüften, etc.)</li> <li>4. Einen „Energiekoffer“ mit Strommessgerät, Unterlagen und Anschauungsmaterial bzw. -objekten konzipieren und zusammenstellen</li> </ol> |                                                                                                                                          |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><br>Stadt Würzburg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Weitere Partner</b><br><br>Wohnbaugenossenschaften,<br>Stadtbau GmbH, Sozialreferat, Jobcenter,<br>Sozialausschuss, Sozialbeirat, WVV |

## PROJEKTSTECKBRIEF M 1.5

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projekttitel</b><br><br><b>Energiezentrum als zentrale Anlaufstelle für Sanierungsfragen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?</b><br><br>Es gibt bereits verschiedenste Akteure für die energetische Sanierung im Stadtgebiet Würzburg. Jedoch ist für BürgerInnen oft nicht klar, wo und von wem sie sich kompetent beraten und begleiten lassen können.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Welche Ziele werden verfolgt?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benennung einer vorhandenen Einrichtung (z. B. Umweltreferat, Umweltstation, Bauaufsicht) und dortige Schaffung eines Energiezentrums als zentrale Anlaufstelle für BürgerInnen und Bauherren, die die Vermittlung von SanierungsexpertInnen (Energieberater, Handwerker) übernimmt</li> <li>• Qualitätskriterien für Energieberater und Handwerksbetriebe entwickeln (z. B. in Form eines Gütesiegels)</li> <li>• Zielgruppenorientierte Öffentlichkeitsarbeit, um das Energiezentrum bekannt zu machen und seine Aufgaben zu vermitteln</li> </ul> |
| <b>Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch das Vorhandensein einer zentralen Anlaufstelle für Sanierungsfragen werden mehr BürgerInnen angesprochen und die Bereitschaft zum Durchführen einer Energieberatung steigt → Steigerung der Sanierungsrate, CO<sub>2</sub>-Minderung, regionale Wertschöpfung wird erhöht</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Kurzbeschreibung</b><br><br>Schaffung eines Energiezentrums, das in der Stadtverwaltung angesiedelt werden soll (dadurch mehr Neutralität und Vertrauen, mehr Möglichkeiten bei der Öffentlichkeitsarbeit).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Diese Einrichtung vermittelt Interessenten (sanierungswillige Eigentümer) an die bereits vorhandenen Akteure (z. B. Energieberater, Handwerksbetriebe und Innungen) und umgekehrt. Festlegung von Qualitätsstandards, an die sich die beteiligten Akteure halten müssen, um vermittelt zu werden (z. B. Referenzliste, Rückmeldungen/Bewertung durch die Kunden, Erfassung von Verbrauchsdaten vor und nach der Sanierung, etc.). Sammeln und Strukturieren von verschiedenen Vorträgen zu energierelevanten Themen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, z. B. in Form eines Flyers, auf der Homepage des Energiezentrums.

#### Erste Schritte

1. Konzept für Energiezentrum inkl. Stellen- und Organisationsbeschreibung
2. Beschlussfassung in den Gremien
3. Stellenausschreibung für den zentralen Ansprechpartner
4. Erfassen und Strukturieren der vorhandenen Akteure im Stadtgebiet (Bestandsliste als Übersicht)
5. Entwickeln von Qualitätskriterien und Bewertungsmechanismen zur Auswahl kompetenter Partner
6. Organisieren von Informationsveranstaltungen und Fachvorträgen zu Sanierungsthemen

#### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg,  
Energieberater Franken e. V.

#### Weitere Partner

IHK, Handwerkskammer, Innungen, Schulen, Energieberaterverein, Kliniken, Wohnungsbaugenossenschaften, Kaminkehrer Würzburg, Öko-Haus, BUND, Energieagentur Unterfranken e. V.

#### Beispiele:

Energiezentrum Esslingen,  
[http://www.energiezentrum.esslingen.de/servlet/PB/menu/1435356\\_l1/index.html](http://www.energiezentrum.esslingen.de/servlet/PB/menu/1435356_l1/index.html)  
Landkreis Neumarkt (Schaffung einer zentralen Anlaufstelle)

### PROJEKTSTECKBRIEF M 1.6

#### Projekttitel

#### Energiemanagement für kommunale Liegenschaften

#### Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?

- Kein einheitlicher Überblick über Verbräuche der kommunalen Liegenschaften
- Keine zentrale Erfassung und Kontrolle durch eine verantwortliche Stelle

#### Welche Ziele werden verfolgt?

- Mindestens monatsweise Datenerfassung zu Wärme-, Strom- und Wasserverbräuchen der eigenen Liegenschaften. Ungereimtheiten sollen in Sofortmaßnahmen münden

#### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minderung der Energieverbräuche durch die genaue Kenntnis von Ort und Verlauf ist der erste Schritt</li> <li>• Einzelmaßnahme mit einem hohen kurzfristig wirksamen Beitrag zur Energieeffizienz und Einsparung</li> <li>• Durch die Vorbildwirkung für andere Eigentümer ist der indirekte Beitrag ebenfalls hoch</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                      |
| <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Würzburg wurde das Falkenhaus / der Falkenhof (Stadtbücherei) einer energetischen Untersuchung mit Stärken- und Schwächen-Profil und konkreten Handlungsempfehlungen unterzogen. Hierbei haben sich einige übergeordnete strategische Maßnahmen gezeigt, die auch auf andere kommunale Liegenschaften übertragen werden können. So fehlt in der Stadt Würzburg eine zentrale Erfassung der Verbrauchsdaten. Diese sollen künftig bei einer verantwortlichen Stelle gesammelt, ausgewertet und an die Verantwortlichen der einzelnen Liegenschaften weitergegeben werden.</p> <p>Durch die Kenntnis der eigenen Energieverbräuche können im Falle von unbekannten Mehrverbräuchen Sofortmaßnahmen eingeleitet werden. Somit können keine unbeobachteten Energieverbräuche mehr entstehen. Durch den Vergleich der Energieverbräuche der einzelnen Liegenschaften können Lerneffekte erzielt werden.</p> <p>In einem nächsten Schritt sollten alle kommunalen Liegenschaften an das zentrale Gebäudemanagement der Stadt Würzburg angeschlossen werden. Insbesondere durch eine zentrale Heizungsregelung können erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden.</p> |                                                                      |
| <p><b>Erste Schritte</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Energetische Untersuchung des Ist-Zustandes (Wärmeversorgung, Stromverbrauch, Anlagenbestand)</li> <li>2. Bewertung des Energieverbrauchs im Ist-Zustand anhand eines Benchmarking</li> <li>3. Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften vergleichen</li> <li>4. Hausmeister ausbilden, damit diese die Energieverbräuche systematisch erfassen und weitergeben</li> <li>5. Bei Unstimmigkeiten zum Vormonat/Vorjahr die Ursachen eruieren und Sofortmaßnahmen einleiten</li> <li>6. Handlungsempfehlungen erarbeiten zur Senkung der Energieverbräuche (Pumpen, Heizsystem, Beleuchtung, Lüftungs- und Klimaanlage)</li> <li>7. Facility Management Software zur dauerhaften Überwachung einführen</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |
| <p><b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b></p> <p>Stadt Würzburg,<br/>kommunale Liegenschaftsverwaltung</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>Weitere Partner</b></p> <p>Hausmeister,<br/>Energieberater</p> |
| <p><b>Beispiele:</b></p> <p>Stadt Lauf a.d. Pegnitz, Landkreis Roth, Stadt Heidelberg</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                      |

## 8.2.2 Handlungsbereich „Rund um Energie“

### PROJEKTSTECKBRIEF M 2.1

#### Projekttitel

#### **Beteiligungsstrukturen zum Ausbau erneuerbarer Energien in und um Würzburg**

#### **Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?**

Für anstehende Projekte zum weiteren Auf- und Ausbau von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien ist noch unklar, welche regionalen Kräfte diese umsetzen können und wollen. Sofern sich die notwendigen Kooperationen nicht rechtzeitig finden, besteht die Gefahr, dass die Projekte von externen Dritten realisiert werden und damit die Wertschöpfungsteilhabe für die Stadt und die Akzeptanz der BürgerInnen auf der Strecke bleiben. Hintergrund: Privates Kapital und Interesse an Investitionen in regionale und regenerative Energieanlagen ist in Würzburg in ausreichendem Maß vorhanden, es muss nur gezielt mobilisiert werden.

#### **Welche Ziele werden verfolgt?**

- Strukturen schaffen, mit denen die gesamte Bandbreite der erneuerbaren Energien sowie Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt werden können. Mit der künftigen Umsetzungsstruktur kann einerseits auf die Professionalität der Stadtwerke hinsichtlich Projektierung und Betrieb zurückgegriffen werden, andererseits ist durch das genossenschaftliche Element die Beteiligungsoffenheit für die Würzburger BürgerInnen an zukünftigen Energieprojekten gegeben
- Mobilisierung von Privatkapital für erneuerbare Energieprojekte vor Ort
- Zusammenführen von engagierten BürgerInnen in Beteiligungsstrukturen zur Realisierung erneuerbarer Energieprojekte, d. h. zur Gründung lokaler (stadtteilbezogener), dezentraler Beteiligungsstrukturen wie Gesellschaften oder Genossenschaften u. a.
- Schaffung von unternehmerischen Strukturen, mit denen das Potenzial der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz im jeweiligen Stadtteil erschlossen werden kann
- Steigerung der breiten Akzeptanz von EE-Projekten durch Wertschöpfungsteilhabe

#### **Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

- Klimaschutz vor Ort, hoher Beitrag zur regionalen Wertschöpfung
- Beschleunigte Umsetzung regionaler, erneuerbarer Energieprojekte
- Berücksichtigung der Netzaspekte durch koordinierten Zubau an regenerativen Energieerzeugungsanlagen

#### **Kurzbeschreibung**

Durch lokal bekannte Promotoren und von Ihnen angeworbenen MitbürgerInnen werden lokale Bürgerbeteiligungsgesellschaften gegründet mit dem Ziel, Projekte möglichst vor Ort durchzuführen; Agrokraft und WVV unterstützen die Bürgerbeteiligungsgesellschaften bei der Gründung und sind auch künftig mögliche Dienstleister/Berater hinsichtlich technischem Know-how und Vertriebskompetenz. Hauptakteure sind die BürgerInnen.

### Erste Schritte

1. Vorgespräche zwischen Stadt und WVV sowie interessierten Projektpartnern wie z. B. der Agrokraft und regionalen Banken, um die Rahmenbedingungen (Beteiligungsform, räumliche Abgrenzung, Rollenverständnis) für die Strukturen zu klären
2. Halbtägiger Workshop von Landkreis, Stadt, WVV, interessierten Projektpartnern, regionalen Banken zur Vorentwicklung von konkreten Projekten
3. Kontakt mit den politisch Verantwortlichen in den Stadtteilen, um Motivatoren (Treiber der Bürgerbeteiligung in den Stadtteilen) zu identifizieren
4. Treffen zwischen Stadt, Projektpartnern, WVV, Motivatoren und politisch Verantwortlichen, um das Konzept zur genossenschaftlichen Bürgerbeteiligung vorzustellen
5. Öffentliche Informationsveranstaltung zu Bürgerbeteiligungsmodellen mit den Motivatoren, StadtvertreterInnen und den Projektpartnern zum Zweck der Vorbereitung einer Gründung (Finden von Interessierten etc.)
6. Gründungsveranstaltung für Beteiligungsformen (Gesellschaft, Genossenschaft)
7. Eintägiger Workshop zur genauen Definition der Projekte u. a. anhand von vorliegenden Basiskonzepten und Ausarbeitung der Detailkonzepte
8. Projektumsetzung (inkl. Beauftragung von Dienstleistern) mit Bürgerbeteiligung durch Projektplaner, WVV, etc.)

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

WVV, Stadt Würzburg

### Weitere Partner

Firmen im Bereich erneuerbare Energien (z. B. örtliche Solarfirmen, Agrokraft, juwi, Thüga Erneuerbare Energien), örtliche Banken, Verbände, IHK, WirtschaftsvertreterInnen, Klimaallianz, WVV

### Beispiele:

Engelsberg (Fernwärmeversorgung über Holzvergaser)  
Energiegenossenschaft Oberleiterbach eG

**PROJEKTSTECKBRIEF M 2.2**

**Projekttitel**

**Solarflächen-Kataster: Sonnendächer für alle!**

**Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?**

Es gibt keine Übersicht, wo Dachflächen, insbesondere auf öffentlichen oder gewerblichen Nichtwohngebäuden in der Stadt für die Errichtung von Solarthermie oder PV-Anlagen verfügbar wären. Die Dachflächen-Eigentümer selbst haben teilweise kein Eigeninteresse und erschließen das Potenzial nicht, während investitionsfreudigen BürgerInnen die eigenen Flächen fehlen.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Mit Hilfe des Dachflächenkatasters werden geeignete Solar-Dachflächen auf Nichtwohngebäuden der Stadt systematisch erschlossen
- Anstehende Objekte werden zu sinnvollen Projekten zusammengebündelt (Synergien bei Ausschreibung und Umsetzung, Bündelung der Investitionen). Die Akzeptanz bei BürgerInnen und Unternehmen ist aufgrund der professionellen Vorbegutachtung sehr hoch
- Von der kartierten Fläche ist bis 2020 die Hälfte der Objekte entsprechend ihrer wirtschaftlichen Attraktivität und ihrer Genehmigungsfähigkeit umgesetzt

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

- Mit dem Kataster ist ein Monitoring hinsichtlich des Fortschritts möglich
- CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Substitution des Einsatzes fossiler Energieträger zur Bereitstellung von thermischer oder elektrischer Energie

**Kurzbeschreibung**

Nach Solarthermie und PV-Eignung bzw. Priorität differenziertes Flächenkataster von Dachflächen auf öffentlichen und gewerblichen Nichtwohngebäuden, ggf. auch Freiflächenpotenziale auf diesen Liegenschaften mit Hinweisen auf geeignete Realisierungsformen (Genossenschaften, Einzelinvestitionen, etc.).

**Erste Schritte**

1. Einigung über Such- und Auswahlkriterien
2. Austausch mit Gemeinden, die ein vergleichbares Kataster führen
3. Beauftragung eines Ingenieurbüros
4. Auswahl von optisch ansprechenden Vorzeigeobjekten
5. Fahrplan zur sukzessiven Umsetzung mit Jahresscheiben

**Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?**

Stadt Würzburg als Initiator und Datenquelle

**Weitere Partner**

**Beispiel:**

Übersicht der Städte mit Solarkataster:

<http://www.enbausa.de/solar-geothermie/fotovoltai/staedte-mit-solarkataster.html>

## PROJEKTSTECKBRIEF M 2.3

**Projekttitel****Politisch-ökonomische Windkraftpotenziale ermitteln****Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?**

Anhand der Gebietskulisse Windkraft wurden bereits potenzielle Flächen in Würzburg identifiziert. Neben einer Wirtschaftlichkeitsprüfung ist aber auch eine politische Willensbildung und die frühzeitige Information und Einbindung der Öffentlichkeit notwendig. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Windkraftnutzung am lokalen Widerstand scheitert.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Umfassende und strukturierte Vorgehensweise bei der Ermittlung der ökonomisch nutzbaren und politisch vertretbaren Windenergiepotenziale
- Frühzeitige Information und Einbindung der BürgerInnen bei allen Vorhaben zur Nutzung der Windkraft im Stadtgebiet Würzburg
- Wertschöpfung der Windenergieanlage in der Region durch Beteiligungsmöglichkeiten erzielen

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Umweltfreundliche Stromerzeugung in größerem Umfang im Stadtgebiet, dadurch Substitution fossiler Quellen und erhebliche CO<sub>2</sub>-Minderung

**Kurzbeschreibung**

Es wird eine strukturierte Vorgehensweise angestrebt. Zunächst soll geprüft werden, in welchem Umfang eine Windenergienutzung im Stadtgebiet unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten möglich ist. Es werden Strukturen angestrebt, die es den BürgerInnen ermöglichen, sich an einer Windkraftanlage zu beteiligen. Da Windkraftnutzung im Stadtgebiet nur begrenzt möglich sein wird, werden Beteiligungsmöglichkeiten auch außerhalb des Stadtgebietes geprüft.

**Erste Schritte**

1. Politische Entscheidungsfindung zur Windkraftnutzung im Stadtgebiet
2. Interessierte Projektierer Windenergie geben basierend auf „belastbaren“ Fakten eine Einschätzung ab, ob bisher angedachten Flächen für eine Windkraftnutzung geeignet sind (Windhöffigkeit, Schallentwicklung, Artenschutz, etc.)
3. Wenn Windenergieanlagen möglich sind, werden von der Stadt zunächst die Eigentumsverhältnisse geklärt, ggf. die Flächen gesichert und anschließend alle Beteiligten gemeinsam informiert →, Einbindung relevanter Akteure z. B. Gründung einer Beteiligungs-Genossenschaft oder -Gesellschaft, etc.
4. Wenn Windenergieanlagen im Stadtgebiet nicht möglich sein sollten, sollte dennoch eine Struktur entwickelt werden, die den BürgerInnen die Möglichkeit bietet, z. B. in Windenergieanlagen im Landkreis zu investieren

**Wer übernimmt die Verantwortung für die****Weitere Partner**

|                                                                                                                                              |                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Weiterentwicklung der Skizze?</b><br>Stadt Würzburg                                                                                       | Projektpartner Windenergie, regionale Akteure, Grundstückseigentümer auf „möglichen“ Flächen für Windkraft, Klima-Allianz Würzburg |
| <b>Beispiel:</b> Bürgerwind-Region Freudenberg ( <a href="http://www.buergerwind-freudenberg.de">http://www.buergerwind-freudenberg.de</a> ) |                                                                                                                                    |

## 8.2.3 Handlungsbereich „Rund um Unternehmen“

### PROJEKTSTECKBRIEF M 3.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projekttitel</b><br><b>Energieeffizienz-Netzwerk Würzburg</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebe, die sich dem Thema Effizienz zuwenden wollen, benötigen eine kontinuierliche Möglichkeit, sich entsprechend ihrer jeweiligen Situation mit gleichgesinnten Betrieben auszutauschen und über kurze pragmatische Wege an die richtigen Informationen zum Thema und zur Finanzierung zu kommen.</li> <li>• Oft herrscht Unklarheit über erfolversprechende Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen.</li> <li>• Die Zeitvergeudung bei der Suche nach lohnenden Effizienzlösungen im Energiebereich schreckt viele Betriebe von der tatsächlichen Abarbeitung des Themas ab, obwohl am Ende ggf. profitable Einsparpotenziale gehoben werden würden.</li> </ul> |
| <b>Welche Ziele werden verfolgt?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie-Monitoring durch Netzwerkträger</li> <li>• Know-how Transfer unter den beteiligten Unternehmen</li> <li>• Niedrige Transaktionskosten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Endenergieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Entwicklung von Effizienzstrategien bei der Energienutzung im betrieblichen Bereich sowohl der Produktion als auch der Gebäudebewirtschaftung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Kurzbeschreibung</b><br><b><u>Worum es geht:</u></b><br>Gründung eines „Energieeffizienz-Netzwerk Würzburg“ analog zur „Energieeffizienz-Initiative Unterfranken“ (EEi) mit vergleichbarer Projektstruktur und Methodik.<br>Erste Projekte sollen als Initialzündung mehr und mehr Unternehmen vom Sinn der Teilnahme am Netzwerk überzeugen. Zielfestlegung für jeden Betrieb individuell: Jeweils selbstgesteckte Energieeinsparziele. Gesamtzielvereinbarung im Netzwerk.<br><b><u>Rahmenbedingungen:</u></b><br>Ein Netzwerk für Energieeffizienz und Klimaschutz bildet sich aus ca. 10 Betrieben. Um ein vernünftiges Verhältnis zwischen der potenziellen Kostenersparnis durch effizientere Ener-                                                                     |

gienutzung und den Kosten für das Netzwerk zu sichern, sollten die Betriebe jährliche Energiekosten von etwa 100.000 € nicht unterschreiten.

Angesprochen sind Betriebe und Unternehmen des mittelständischen verarbeitenden Gewerbes, Betriebe der öffentlichen Hand aber auch Firmen mit großen Bürogebäuden.

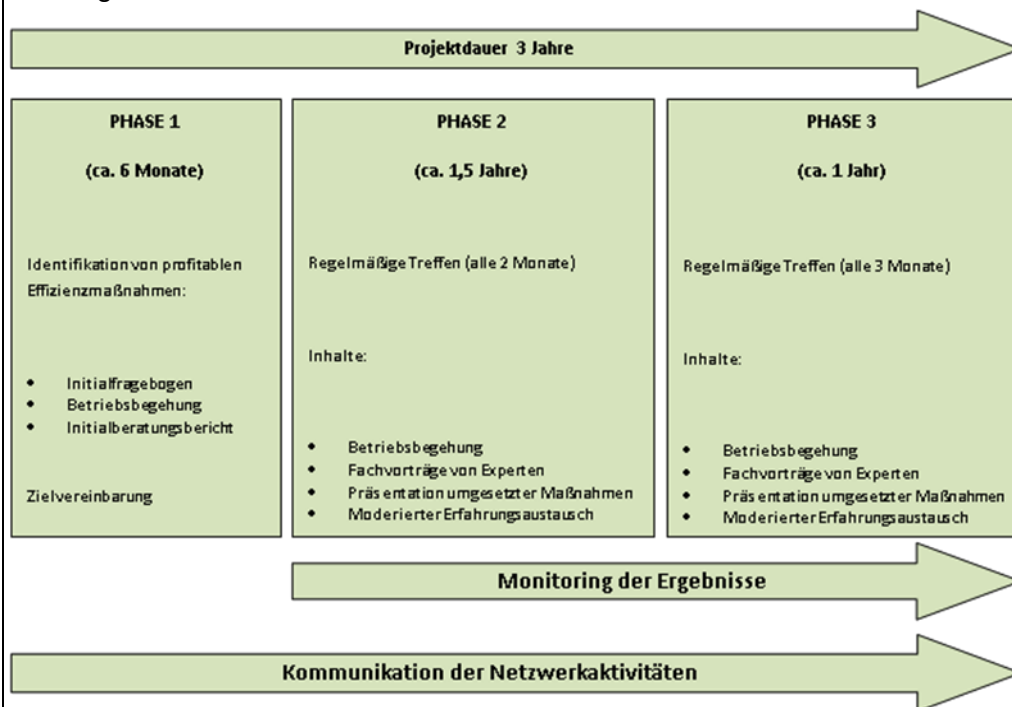
Im Netzwerk werden verschiedene Themen zur Energieeffizienz besprochen. Themenschwerpunkt sind die Querschnittstechnologien, wie die Energiebereitstellung (z. B. Dampf- oder Heißwassererzeugung, die Druckluftherzeugung, Beleuchtung, Pumpenstationen, Hydraulik, Wärmedämmung von Öfen, Wärmerückgewinnung usw.)

#### **Projektaufbau und Ablauf:**

Initialberatung: IST-Analyse im Betrieb, die durch einen erfahrenen Ingenieur und ggf. weitere Energiefachberater durchgeführt wird. Die Berater stehen über die gesamte Projektlaufzeit zur Verfügung.

Regelmäßige Netzwerktreffen (Energieeffizienz-Tisch): Einzelbetriebliche Energieoptimierungskonzepte werden einer gemeinsamen Zielvereinbarung zugeführt. Sie dienen dem moderierten Erfahrungsaustausch sowie den Informationen über neue, innovative Querschnittstechnologien.

Projektbegleitende Evaluierung, Beratungshotline und Förderberatung zur Maßnahmenumsetzung.



*Schaubild zum Aufbau des Netzwerkes aus dem Workshop „Rund um die Unternehmen“*

#### **Erste Schritte**

1. Fördermöglichkeiten für Energieeffizienz-Marketing und technische Umsetzungsmaßnahmen ausloten (WVV, Stadt)
2. Konzept für Energieeffizienz-Netzwerk erstellen (strategische Herangehensweise)
3. Akquisition beginnen, „Letters of Intent“ von interessierten Unternehmen sammeln
4. Infoveranstaltung zur Vorstellung des Projektes

**Wer übernimmt die Verantwortung für die**

**Weitere Partner**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><br>Förderkreis Umweltschutz Unterfranken e.V. (FUU)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WVV, IHK Unterfranken,<br>Brose GmbH Würzburg, Uniklinik Würzburg,<br>Würzburger Hofbräu, FHK Würzburg – SW,<br>weitere Unternehmen und Organisationen |
| <b>Beispiele:</b><br><br>Der Förderkreis Umweltschutz Unterfranken e.V. setzt die Methode der Energie-Effizienz-Tische (EET) und das Managementsystem ® LEEN ein, um die Energieeffizienz der bis zu 10 teilnehmenden Unternehmen signifikant zu senken.<br><a href="http://www.energieeffizienz.fuu-ev.de/">http://www.energieeffizienz.fuu-ev.de/</a><br>Energie-Effizienz-Tisch Hohenlohe |                                                                                                                                                        |

### PROJEKTSTECKBRIEF M 3.2

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projekttitel</b><br><br><b>Informations-Veranstaltungen für Unternehmen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?</b><br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• In vielen Unternehmen bestehen Informationsdefizite zum Thema Energieeffizienz</li> <li>• Vorhandene Einspar-Potenziale werden nicht erkannt und nicht ausgeschöpft</li> <li>• Kleine und mittelständige Unternehmen finden im Alltagsgeschäft kaum den Impuls, um sich mit der „Nebensache“ Energieverbrauch intensiver zu beschäftigen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Welche Ziele werden verfolgt?</b><br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Energieeffizienz in Betrieben durch Information und rasche Umsetzung einfach zu realisierender Maßnahmen</li> <li>• Stärkere Sensibilisierung von Unternehmensführung und MitarbeiterInnen für das Thema Energie-Effizienz</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten</b><br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährliche Thematisierung und damit Breitenwirkung (Stimmungsmache) innerhalb der Würzburger Wirtschaft erzeugen.</li> <li>• Gegenseitige Mitmacheffekte durch die Öffentlichkeitswirksamkeit und die Würdigung einzelner Betriebe hervorrufen.</li> <li>• Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von in Würzburg ansässigen Betrieben</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Kurzbeschreibung</b><br><br>Eine jährliche Informationsveranstaltung in Kooperation mit IHK zu guten Beispielen aus der Wirtschaft, soll über den Nutzen von betrieblichen Effizienzmaßnahmen im Sinne „profitablen Klimaschutzes“ breite Mobilisierungswirkung erzeugen. Die Themen sollen sich nah an der Praxis orientieren und durch die Auswertung lokal vorhandener Beispiele und Erfolge unmittelbar verwertbar für die Zielgruppe UnternehmerInnen sein. Mit der Veranstaltung werden Unternehmenskreise erreicht, die bisher noch nicht mit dem Thema vertraut sind und nun durch eine Einladung den entscheidenden Impuls bekommen, weil sie sich dort eine gebün- |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>delte Informationsgabe über relevante Themen, mögliche Förderungen und Beratungen, kompetente Berater aus der Region und Zertifizierungen erwarten können. Durch praxisnahe Themenauswahl und gute Beispiele sollen Unternehmen auf Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufmerksam gemacht werden und in Folge dazu motiviert werden, ihren Verbrauch zu analysieren und wirksame Maßnahmen zu ergreifen, um den Energieverbrauch zu senken.</p> <p>Die erfolgten Maßnahmen sollen ausgewertet und weitere Empfehlungen gegeben werden (Rückkommunikation mit den Unternehmen sicherstellen).</p> <p>Mit der Würdigung vorbildlicher Betriebe aus der Region auf diesen Veranstaltungen wird ein entscheidender Sogeffekt erzeugt und der bilaterale Austausch zwischen erfahrenen und unerfahrenen ermöglicht.</p> |                                                                                                                     |
| <p><b>Erste Schritte</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Durch Umfrage den Bedarf bei Unternehmen ermitteln (z. B. durch die IHK)</li> <li>2. Ansprechpartner bei der Stadt Würzburg und bei der IHK definieren</li> <li>3. Status Quo Analyse: Wie ist der Informationsstand der einzelnen Unternehmen, Branchen? Wie ist die bisherige Vernetzung? Wieweit werden welche Beratungs- oder Zertifizierungsmöglichkeiten bereits angenommen?</li> <li>4. Informationsveranstaltungen organisieren</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                     |
| <p><b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b></p> <p>Energieberater Stadt Würzburg</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p><b>Weitere Partner</b></p> <p>IHK, Würzburger Betriebe, Handwerkskammer, Wirtschaftsförderung Stadt Würzburg</p> |
| <p><b>Beispiel:</b></p> <p>Unternehmer-Frühstück im Landkreis Nürnberger Land<br/> <a href="http://www.nuernberger-land.de/uploads/media/Unternehmer-Fruehstueck.pdf">http://www.nuernberger-land.de/uploads/media/Unternehmer-Fruehstueck.pdf</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                     |

### PROJEKTSTECKBRIEF M 3.3

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Projekttitle</b></p> <p><b>Energyfit - auf dem Weg zur ISO 50001</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?</b></p> <p>Fehlende Vermittlung von Informationen für kleine und mittelständische Betriebe, wie Ressourcen- und Energieverbräuche systematisch reduziert werden können.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>Welche Ziele werden verfolgt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbräuche in Unternehmen reduzieren, Material- und Ressourceneffizienz erhöhen und steigenden Energiekosten entgegenwirken</li> <li>• Betriebliche Umweltaspekte identifizieren und die Umweltauswirkungen (u. a. CO<sub>2</sub>-Emissionen) verringern</li> <li>• Beratung und Begleitung bei der Umsetzung von identifizierten Maßnahmen anbieten</li> <li>• Vernetzung zum regionalen Informationsaustausch und zur Erzielung von Synergieeffekten</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ten der teilnehmenden Betriebe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optional wird nach Projektablauf die Einführung eines zertifizierungsfähigen (Umwelt- und Energie-) Managementsystems nach EMAS oder ISO50001 angeboten, um die erzielten Erfolge nachhaltig zu erhalten und kontinuierlich weitere Verbesserungen zu erzielen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                        |
| <p><b>Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreichen der Klimaschutzziele 2020 (Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990) durch CO<sub>2</sub>-Reduktion in den Betrieben</li> <li>• Durch die Umweltbetriebsprüfung und die energietechnische Beratung werden die Energieverbräuche sowie betriebliche Umweltauswirkungen systematisch reduziert</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                        |
| <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Für kleine und mittlere Unternehmen und Organisationen aus der Region Würzburg soll die Teilnahme am Programm „Würzburger Effizienz-Betrieb“ dazu dienen, sich mit den eigenen betrieblichen Umweltauswirkungen auseinanderzusetzen und durch eine Umweltbetriebsprüfung sowie eine energietechnische Beratung aktiv an der Reduzierung ihres Energieverbrauchs sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu arbeiten. Während der Projektlaufzeit werden die Teilnehmer bei der Umsetzung der Maßnahmen betreut. Es besteht die Möglichkeit, an halbjährlich stattfindenden Erfahrungs- und Informationsaustauschtreffen teilzunehmen und dadurch Synergieeffekte zu nutzen. Zudem wird den teilnehmenden Betrieben die Option angeboten, im Anschluss an das Projekt den nächsten Schritt zu gehen und ein zertifizierungsfähiges Umwelt- bzw. Energiemanagementsystem (nach EMAS bzw. ISO 50001) einzuführen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltbetriebsprüfung</li> <li>• Energietechnische Beratung</li> <li>• Betreuung bei der Umsetzung von Maßnahmen</li> <li>• Begleitende Workshops</li> <li>• Halbjährlicher Informationsaustausch zwischen den teilnehmenden Unternehmen</li> <li>• Begleitende Auswertung der Ergebnisse</li> <li>• Projektlaufzeit ca.1,5 bis 2 Jahre</li> </ul> |                                                                                                                        |
| <p><b>Erste Schritte</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informationen an potenzielle Teilnehmer</li> <li>2. Mit 8 bis 10 Betrieben Projekt starten</li> <li>3. Kick-off-Veranstaltung zu Strategie und Vorgehen im Projekt „Energyfit - auf dem Weg zur ISO 50001“</li> <li>4. IST-Analyse inkl. Umweltbetriebsprüfung</li> <li>5. Informationsaustausch in Workshops</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                        |
| <p><b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b></p> <p>Förderkreis Umweltschutz Unterfranken e.V.,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Weitere Partner</b></p> <p>Stadt Würzburg, Ingenieurbüros<br/>IHK Würzburg-Schweinfurt,<br/>HWK Unterfranken</p> |

### Weitere Hinweise

Zuschuss der Stadt Würzburg zu den Projektkosten? Fördermöglichkeiten für die teilnehmenden Betriebe ca. 50 % (KfW Fördermittel zur Initial- bzw. Detailberatung)

### Beispiel:

Nabaltec AG in Schwandorf

[http://www.ihk-regensburg.de/ihk-r/autoupload/officefiles/IHK\\_Kurzinfo\\_ER\\_1\\_Systeme.pdf](http://www.ihk-regensburg.de/ihk-r/autoupload/officefiles/IHK_Kurzinfo_ER_1_Systeme.pdf)

## PROJEKTSTECKBRIEF M 3.4

### Projekttitel

## In die Arbeit, aber wie? / Klimaschonend auf dem Weg zur Arbeit

### Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?

- Hohe Kosten für den Arbeitnehmer durch Stellplatzgebühren, Treibstoffpreise und laufende Kosten zur Instandhaltung des Fahrzeugs
- Vermeidung des Individualverkehrs, vor allem von Parkplatzsuchverkehr
- Stau, Verkehrsüberlastung zur Rush-Hour
- CO<sub>2</sub>-Belastung
- Knappes Angebot an MitarbeiterInnenparkplätzen in den Betrieben

### Welche Ziele werden verfolgt?

- Reduzierung des Primärenergie-Verbrauchs (Treibstoffe auf Mineralölbasis) und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes
- Sensibilisierung der MitarbeiterInnen für Klimaschutzthemen, dadurch Multiplikator-Effekt
- Stärkung des ÖPNV-Anteils am Modal Split für den Arbeitsweg
- Stärkere Nutzung energieeffizienter Fortbewegungsmittel (bspw. E-Bikes)

### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Durch Anreize und Information entscheiden sich MitarbeiterInnen für alternative Verkehrsmittel auf dem Arbeitsweg
- Wegelänge: Die gesamte im MIV zurückgelegte Strecke wird kürzer, die im ÖPNV wird entsprechend länger
- Besetzungsgrad: Durch neu geschaffene Möglichkeiten, Anreize und Information zu Fahrgemeinschaften für den Weg zur Arbeit erhöht sich der Besetzungsgrad im MIV

Bewertung der Wirkungsweise:

| Wertung            |                                                                                       | Legende:        |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Faktor             |                                                                                       |                 |
| Verkehrsmittelwahl |  | keine           |
| Wegelänge          |  | hoch            |
| Besetzungsgrad     |  | mittel          |
| Fahrzeugeffizienz  |  | gering          |
|                    |                                                                                       | Kontraproduktiv |

### Kurzbeschreibung

Förderung alternativer Mobilität auf dem Weg in den Betrieb durch Anreize für:

- Carsharing
- Bildung von Fahrgemeinschaften
- Verwendung von E-Fahrzeugen, E-Bikes
- Einrichtung einer Pedelec-Station (z. B. in Bahnhofsnähe)
- Finanzielle bzw. sonstige Bonus-Regelung für Vermeidung der Nutzung des eigenen KFZ
- Anpassung der Fahrzeiten des ÖPNV an die Arbeits- und Schichtzeiten der Arbeitnehmer
- Job Ticket für die Deutsche Bahn oder den ÖPNV

#### Erste Schritte

1. Regionale Klimaschutzkonferenz zum Thema Mobilität und Verkehr
2. Abstimmung von Aufgaben und Handlungsfeldern für eine strategische regionale Verkehrsplanung
3. Entwicklung von Projektideen für erfolgreiche, exemplarische Kooperation
4. Experimentelle Umsetzung von Schlüsselprojekten
5. Entwicklung einer dauerhaften Partnerschaft/Organisationsstruktur

**Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?**

Klimaschutzmanager

**Weitere Partner**

Würzburger Betriebe

#### Beispiel:

Die Stadt Hannover veranstaltet in Zusammenarbeit mit Unternehmen einen klimafreundlichen Mobilitätstag „multimobil“ mit persönlicher Mobilitätsberatung für MitarbeiterInnen.

<http://www.hannover.de/Leben-in-der-Region-Hannover/Umwelt/Klimaschutz-Energie/Akteure-und-Netzwerke/Klima-Allianz-Hannover/Klimaschutzprojekte/multimobil-Tag>

## 8.2.4 Handlungsbereich „Rund um Mobilität“

### PROJEKTSTECKBRIEF M 4.1

#### Projekttitel

#### Hubland-Areal als Standort für nachhaltige Mobilität entwickeln

#### Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?

Für die Verkehrserschließung des Gebietes „Am Hubland“ ist frühzeitig eine leistungsfähige ÖPNV-Anbindung sicherzustellen, so dass sich langfristige Verhaltensmuster (PKW-Anschaffung, Stellplatzschlüssel, ...) strukturell daran ausrichten können. Ansonsten kann es schnell zu Verkehrsproblemen durch zunehmenden MIV und mangelnde Akzeptanz von ÖPNV-Angeboten kommen. Die Anbindung an das übergeordnete Straßennetz kann ggf. zu Engpässen führen, z. B. Rottendorfer Straße in Richtung Innenstadt.

Darüber hinaus sind die Potenziale der Nahmobilität für eine energieeffiziente und verkehrssparsame Quartiersentwicklung zu nutzen.

#### Welche Ziele werden verfolgt?

- Durch Bereitstellung einer hochwertigen ÖPNV-Anbindung sollen MIV-Wege von Beginn an auf den ÖPNV verlagert werden
- Mit der Entwicklung des Hublands als neuen Stadtteil werden die durchschnittlichen Wege der EinwohnerInnen in Würzburg, auch der BesucherInnen des Standortes verkürzt, wenn der neue Stadtteil als integrierter Standort für Wohnen, Arbeiten, Bildung, Versorgung und Freizeit qualifiziert wird
- Eine gute Durchlässigkeit des neuen Quartiers sowie eine gute Verknüpfung mit den umliegenden Stadtteilen sind sicherzustellen

#### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Durch ein erweitertes ÖPNV-Angebot lässt sich die Menge der mit dem PKW zurückgelegten Wege signifikant reduzieren
- Wegelänge: Durch eine geeignete Nutzungsstruktur lassen sich die Wegelängen reduzieren, so dass Verlagerungspotenziale vom MIV auf Rad- und Fußverkehr generiert werden. Die verbleibenden Kfz-Fahrten werden ebenfalls verkürzt

#### Bewertung der Wirkungsweise:

| Wertung            |  | Legende: |                 |
|--------------------|--|----------|-----------------|
| Faktor             |  |          |                 |
| Verkehrsmittelwahl |  |          | keine           |
| Wegelänge          |  |          | hoch            |
| Besetzungsgrad     |  |          | mittel          |
| Fahrzeugeffizienz  |  |          | gering          |
|                    |  |          | Kontraproduktiv |

#### Kurzbeschreibung

*Öffentlicher Personennahverkehr:* Im Zusammenhang mit der Neunutzung der Konversionsflächen bietet sich die Möglichkeit einer Erschließung durch die Straßenbahn. Da ein Straßenbahnangebot eine höhere Akzeptanz findet als ein Busangebot, kann der Anteil des Individualverkehrs und somit der Zuwachs im motorisierten Straßenverkehr verringert werden.

**Rad- und Fußwege:** Die Öffnung der bislang unzugänglichen Kasernenflächen bietet die Chance, neue Wegeverbindungen für Radfahrer und Fußgänger zu schaffen und im östlichen Stadtgebiet die Freiflächen besser untereinander und mit den Wohngebieten zu verknüpfen. Damit verbessern sich die Wohnqualität und das Potenzial für Nahmobilität auch in den benachbarten Bereichen.

### Erste Schritte

1. Sicherung der hochwertigen Erschließung durch die Straßenbahn durch erfolgreichen Abschluss des Planfeststellungsverfahrens und Sicherung der Projekt-Finanzierung (Infrastruktur und Betrieb)
2. Entwicklung eines standortspezifischen Nahmobilitätskonzeptes gemeinsam mit den heutigen und zukünftigen Nutzern (Beteiligung)
3. Umsetzung der entwickelten Strategien und Maßnahmen in den Bauleitplanverfahren und der operativen Abwicklung sichern (z. B. Sicherung eines attraktives Fuß- und Radwegenetzes)
4. Monitoring und Controlling der Flächennutzungsentwicklung und des Mobilitätsverhaltens durchführen (z. B. über Nutzungskartierung und Haushalts-/Beschäftigten-/Besucherbefragungen)

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg, Fachbereich Stadtplanung

### Weitere Partner

Verkehrsunternehmen, WVV

### Weitere Hinweise

Welche Potenziale resultieren aus einer Wertsteigerung des Areals?

### Beispiel:

Der Stadtteil Vauban in Freiburg gilt als best-practice von neuen Stadtquartieren auf ehemaligen Kasernengeländen. Das Wohngebiet wurde durch Nutzmischung und teilweise autofreie Flächen attraktiv und familienfreundlich entwickelt.

<http://www.freiburg.de/pb/,Lde/208732.html>

<http://www.vauban.de/>

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.2

**Projekttitle****Zentrenkonzept für urbane Mobilität konsequent umsetzen****Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

Große Teile des Würzburger Einzelhandelsumsatzes sind auf Zuflüsse aus dem Umland zurückzuführen. Durch den großen Einzugsbereich des Oberzentrums Würzburg entstehen auf regionaler Ebene große Wegelängen, die wegen der relativ schlechten ÖPNV-Anbindung zahlreicher Umlandgemeinden von einem hohen PKW-Anteil geprägt sind.

Auch auf lokaler Ebene werden zahlreiche Einkaufs- und Versorgungswege mit dem PKW zurückgelegt.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

Der Stadtrat hat am 03. Mai 2012 das Zentrenkonzept 2011 – Rahmenkonzept der Stadt Würzburg über die weitere Entwicklung des Einzelhandels – beschlossen, das nun von der Stadt Würzburg und der Politik gemäß Absichtserklärung konsequent umgesetzt werden sollte. Ziel des Zentrenkonzeptes ist es, in den Stadtteilen ein ausreichendes Angebot an Gütern der Grundversorgung zu schaffen:

- Dieses Zentrenkonzept soll von der Stadt Würzburg konsequenter umgesetzt werden
- Gute Erreichbarkeit – auch für den nichtmotorisierten Verkehr
- Förderung von Einzelhandelsbetrieben, die auf die Versorgung nachbarschaftlich strukturierter Kundenkreise abzielen, sodass die Benutzer diese entweder zu Fuß, mit dem Fahrrad oder in geringen Distanzen mit anderen Verkehrsmitteln, vor allem dem Öffentlichen Personennahverkehr, erreichen können
- An einigen gut mit dem ÖPNV erreichbaren, zentralen Standorten soll darüber hinaus ein spezialisiertes Angebot des kurz- und mittelfristigen Bedarfs vorhanden sein

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Aufgrund der Nutzungsmischung und kompakterer Strukturen können mehrere Wegezwecke auf einmal erfüllt werden, wie etwa der Gang zur Arbeit und die täglichen Einkäufe (Vermeiden von Wegen). Der Rückgriff auf den PKW wird so tendenziell überflüssig (Vermeiden und Verlagern der Wege)
- Wegelänge: Aufgrund der Nutzungsmischung und kompakterer Strukturen müssen im Mittel kürzere Wege zurückgelegt werden

Bewertung der Wirkungsweise:

| <i>Wertung</i>     |                                                                                       | <i>Legende:</i>                                                                       |                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <i>Faktor</i>      |                                                                                       |                                                                                       |                 |
| Verkehrsmittelwahl |  |  | keine           |
| Wegelänge          |  |  | hoch            |
| Besetzungsgrad     |  |  | mittel          |
| Fahrzeugeffizienz  |  |  | gering          |
|                    |                                                                                       |                                                                                       | Kontraproduktiv |

### Kurzbeschreibung

Handlungsfeld Innenstadt: Zur Stärkung der Innenstadt wurden im Rahmenkonzept von 2001 attraktivitätssteigernde Maßnahmen des städtebaulichen Umfelds vorgeschlagen, die in den vergangenen Jahren zum Teil bereits umgesetzt wurden.

Erreichbarkeit der Innenstadt: Gute Erreichbarkeit durch Führung der Straßenbahn entlang der Haupteinkaufsachse.

Einengung der Passantenwege durch die Straßenbahn an publikumsintensiven Tagen, trotzdem hat sich ein durchaus verträgliches Miteinander entwickelt.

Die Erreichbarkeit der Innenstadt für den motorisierten Individualverkehr ist gewährleistet.

Geplante Umgestaltungsmaßnahmen: Die attraktive Verknüpfung von Einkaufen, Dienstleistung, Begegnung, Unterhaltung und Kultur ist eine Stärke der Innenstadt gegenüber verkehrsoptimierten Standorten auf der grünen Wiese. Dieses Potenzial gilt es zu erhalten und weiter auszubauen.

### Erste Schritte

1. Ausbau des Straßenbahnnetzes als Rückgrat für die Erschließung der innerstädtischen Einzelhandelslagen, Prüfung von zusätzlichen Haltestellen
2. Schaffung eines attraktiven Park & Ride-Angebots für Einkäufer und Tagesgäste aus dem Umland sowie Touristen
3. Suche nach potenziellen Standorten für Parkhäuser mit einer ansprechenden Gestaltung in den Randbereichen des Bischofshutes
4. Entwicklung eines Parkraumkonzepts Innenstadt (siehe ISEK Würzburg-Innenstadt)
5. Entwicklung eines Radverkehrskonzepts Innenstadt (siehe ISEK Würzburg-Innenstadt)
6. Aufwertung der Straßenräume mit intensiver Einzelhandelsnutzung (auch durch Herausnahme des fließenden und ruhenden Verkehrs)

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg

### Weitere Partner

WVV bzw. SVG als Parkhausbetreiber

### Weitere Hinweise

Das Zentrenkonzept (in der Fassung als Rahmenkonzept 2011) ist durch das integrierte, städtebauliche Entwicklungskonzept (ISEK) theoretisch und räumlich erweitert worden. Hier wird auf die zentralen Fragen der Nahversorgung und des Einzelhandels fokussiert. Eine Einbindung in die gesamtstädtische Entwicklung (ISEK) ist sicherzustellen.

### Beispiel:

„Stadtmitte am Fluss“ Saarbrücken. Das Hauptziel des Großprojektes „Stadtmitte am Fluss“ ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der grenzüberschreitenden Metropolregion durch Stärkung der Attraktivität des Oberzentrums Saarbrücken.

[http://www.saarbruecken.de/de/rathaus/stadtentwicklung/stadtmitte\\_am\\_fluss](http://www.saarbruecken.de/de/rathaus/stadtentwicklung/stadtmitte_am_fluss)

[http://saarwiki.infowiss.net/Stadtmitte\\_am\\_Fluss](http://saarwiki.infowiss.net/Stadtmitte_am_Fluss)

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.3

**Projekttitel****Parkraummanagement, Verbesserung der Fußwege- und Aufenthaltsqualität****Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

Das Parkraumangebot ist insgesamt ausreichend (Auslastung des gesamten Kontingents zu Stoßzeiten zu knapp 90 %, an normalen Tagen im Durchschnitt Belegungen um 45 %).

Das im Jahr 2002 eingeführte Parkleitsystem hat sich umfassend bewährt.

Einstellpreise in den Parkhäusern sind höher als Parkplätze auf der Straße → viel Parksuchverkehr auf den Straßen in der Innenstadt (bis zu ca. 10 % der lokalen Verkehrsbelastung).

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Parksuchverkehr wird vermieden, indem die Attraktivität der Parkhäuser gesteigert wird
- Optimierung des Parkleitsystems
- Günstigere Preise in Parkhäusern im Vergleich zu Stellplätzen auf der Straße
- Parkgaragen im Randbereich der Kernstadt
- PKW-Verkehrsströme in die Stadt sollen möglichst vermieden werden (weniger und teurere Parkplätze)
- Weniger: Gradueller Umbau der Parkplätze auf der Straße → Erhöhung der Aufenthaltsqualität, Grünfläche, Bürgersteig, Radwege, Fußgängerzonen, ...
- Teurer: Parkgebühren werden graduell gesteigert, um die Fahrten mit dem PKW zu reduzieren / um Einnahmen für Verkehrsmaßnahmen zu erhöhen (vergleichbare Effekte etwa wie eine „City-Maut“)
- Synergie-Effekte durch verbundene Maßnahmen (z. B. „BringBag“, [www.bringbag.de](http://www.bringbag.de))

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Durch die Senkung der Attraktivität des MIV im Stadtgebiet resultiert ein geringerer Verkehr in diesem Bereich. Somit erfahren die anderen Mobilitäts-Optionen einen Aufschwung
- Wegelänge: Durch das Parkleitsystem, flankiert durch eine neue Preisstruktur, kann unnötiger Parksuchverkehr vermieden werden

Bewertung der Wirkungsweise:

| <i>Wertung</i>     |                                                                                       | Legende:                                                                              |                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <i>Faktor</i>      |                                                                                       |                                                                                       |                 |
| Verkehrsmittelwahl |  |  | hoch            |
| Wegelänge          |  |  | mittel          |
| Besetzungsgrad     |  |  | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  |  |  | Kontraproduktiv |

### Kurzbeschreibung

- Ein Angebot von weniger Parkplätzen für BesucherInnen führt zu freien Flächen im Straßenraum → kontinuierlicher Umbau der ehemaligen Parkplätze zu neuen Grünflächen, Fahrradwegen, Fahrradstellplätzen, Mobilstationen oder Aufenthaltsbereichen für Fußgänger
- Effizientes Mobilitätsmanagement und Ausbau eines guten ÖPNV-Angebots zur selben Zeit
- Kurzparken in Parkgaragen (bis 1 Std.) in Abstimmung mit dem Parkraumkonzept vergünstigen bei gleichzeitiger Verteuerung der Kurzparkplätze am Straßenrand
- Schaffung eines attraktiven Park & Ride-Angebots

Verbundene Maßnahmen:

- Ausbau des ÖPNV Angebots
- Mobilitätsberatung/Mobilitätsmanagement
- „BringBag“ (Innovatives Logistikkonzept, welches die Einkäufe kostengünstig von einem Sammelpunkt in der Innenstadt zur Adresse der Besitzer liefert → Anreiz, aufgrund des abhanden gekommenen Transportproblems den ÖPNV anstatt den PKW zu nutzen)

### Erste Schritte

1. Primäre Ausführung von Maßnahmen, welche schnelle Ergebnisse erwarten lassen, um die öffentliche Akzeptanz zu fördern. Darunter könnte etwa das „BringBag“ oder das mit dem Park & Ride-Angebot verknüpfte Ticket fallen
2. Sekundär sind Maßnahmen mit etwas längerem Wirkungszeitraum einzuführen. Dies sind die sukzessive Umfunktionierung der Parkflächen im Straßenraum, die Einrichtung einer Mobilitätsberatungs-Stelle und die Vergünstigung des Kurzparkens
3. Im weiteren Verlauf sollten die langfristigen Maßnahmen implementiert werden, somit also eine strukturelle Anpassung des ÖPNV, der Bau neuer Parkhäuser, die Optimierung des Parkleitsystems etc.
4. Erarbeitung des Parkraumkonzepts Würzburg-Innenstadt

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg, Fachbereich Stadtplanung, Fachabteilung Tiefbau (Verkehrsplanung und -regelung)

### Weitere Partner

Besitzer der Parkhäuser, WV (SVG, WSB)

### Weitere Hinweise

Das neue Parkkonzept des Planungsbüros SSR (Schulten Stadt- und Raumentwicklung) ist hier mit zu berücksichtigen.

### Beispiel:

Parkraummanagement/Parklizenzen in der Landeshauptstadt München

Die Parkraumbewirtschaftung der öffentlichen Straßenrandstellplätze wird als eine der wichtigsten „Stellschrauben“ für die Gestaltung des Verkehrs in der Stadt München, insbesondere für eine stadtverträgliche Begrenzung des Wachstums des Kfz-Verkehrs, angesehen.

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.4

**Projekttitel****Radwegenetzausbau inkl. Abstellanlagen und Beschilderung****Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

Radklimatest 2005 des ADFC: Würzburg bei 21 Städten zwischen 100.000 und 200.000 EinwohnerInnen auf dem letztem Platz → Beschwerdegründe: Mangelnde Sicherheit, umständliche Radwegführungen, die zügiges Fahren oder Überholen kaum möglich, unzureichende Abstellmöglichkeiten, Bordsteinkanten bei Straßenübergängen, die zum Bremsen zwingen bzw. in Extremfällen die Laufräder beschädigen.

Es existieren zwar Verbesserungsvorschläge zum Radverkehr für Würzburg (ADFC, 2009), bislang wurden diese aber erst in Ansätzen umgesetzt.

Ein Verkehrsentwicklungsplan der TUM von 1995, der eine detaillierte Achsenplanung enthält, ist leicht modifiziert zwar weiterhin verwendbar, müsste in Hinblick auf den Radwegenetzausbau jedoch aktualisiert werden.

Nach Sichtweise der WS-Teilnehmer ist die Verkehrsplanung auf den motorisierten Individualverkehr ausgerichtet, andere Verkehrsteilnehmer werden an den Rand gedrängt, was zu Konfliktsituationen führt.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

Leitbilder:

- „Bis 2020 findet eine Steigerung des Radverkehrs von 9 % auf 15 % am Modal Split statt.“
- „Bis 2020 sind alle Stadtteile lückenlos mit Radwegen an die Innenstadt angebunden sowie untereinander vernetzt.“
- „Bis 2020 hat sich der Anteil des Umweltverbundes am innerstädtischen Modal-Split (Binnenverkehr) auf 80 % erhöht.“

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Aus einer erfolgreichen Umsetzung des Maßnahmenpakets resultiert eine Zunahme des Radverkehrs, eine Verlagerung ist nicht nur vom MIV, sondern ggf. auch vom ÖPNV und Fußverkehr zu erwarten
- Wegelänge: Verringerung der zurückgelegten KFZ-km

Bewertung der Wirkungsweise:

*Wertung*

*Faktor*

Verkehrsmittelwahl

Wegelänge

Besetzungsgrad

Fahrzeugeffizienz

Legende:

keine

hoch

mittel

gering

Kontraproduktiv

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Kurzbeschreibung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbau und Beschilderung eines schnellen, hochwertig ausgebauten, sicheren, bevorrechtigten Alltagsradroutennetzes für intrakommunale Verbindungen</li> <li>• Fahrradabstellanlagen</li> <li>• Imagewerbung für das Fahrrad und Vermittlung eines fahrradfreundlichen Klimas</li> <li>• Bordsteinkanten bei Straßenübergängen beseitigen (Positiv-Beispiele: Heidelberg, Braunschweig)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |
| <b>Erste Schritte</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erstellen eines Radwegkonzeptes</li> <li>2. Schnelle und kostengünstig realisierbare Maßnahmen haben Vorrang, um öffentliche Akzeptanz zu fördern, so z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaffung einer ausreichenden Zahl von Fahrrad-Abstellplätzen</li> <li>• Workshops mit interessierten (nicht organisierten) Radfahrern veranstalten, um deren „Experten“-Know-how zu nutzen</li> <li>• Wo möglich, als Zwischenschritt für bessere/neue Radrouten Straßenmarkierungen anbringen, notwendige Baumaßnahmen können dann später folgen</li> <li>• Strategie zur Entfernung von alten Fahrräder entwickeln</li> </ul> </li> </ol> |                                                                       |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><br>Stadt Würzburg, Fachbereich Stadtplanung, Fachabteilung Tiefbau (Verkehrsplanung und -regelung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Weitere Partner</b><br><br>ADFC, VCD, nicht organisierte Radfahrer |
| <b>Weitere Hinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemäß den Zielsetzungen des ISEK Innenstadt und auch des Zentrenkonzepts 2011 sollten die Konfliktsituationen zwischen Radfahrern, Fußgängern und der Straßenbahn in den Haupteinkaufsbereichen entzerrt werden → Etablierung von Radwegen parallel der Haupteinkaufsbereiche, keine Radfahrer in den Haupteinkaufsbereichen, ausreichend Fahrradabstellanlagen am Übergang zu Haupteinkaufsbereichen</li> <li>• siehe auch Mobilitätsmanagement Stadt Würzburg (zu schaffende Abteilung für Verkehrsplanung)</li> </ul>                                                                                                                         |                                                                       |
| <b>Beispiel:</b><br><br>Die Stadt Kopenhagen hat eine umfangreiche Strategie für Radverkehr: Hochwertiges Radwegenetz, Abstellplätze, Beschilderung, Verkehrssicherheit, Marketing-Kampagne, finanzielle Anreize für Radfahrer, etc.<br><a href="http://greenfutures.washington.edu/pdf/Livable_Copenhagen_reduced.pdf">http://greenfutures.washington.edu/pdf/Livable_Copenhagen_reduced.pdf</a><br><a href="http://www.kk.dk/sitecore/content/subsites/cityofcopenhagen/subsitefrontpage/livingincopenhagen/~/_media/a6581e08c2ef4275bd3ca1db951215c3.ashx">http://www.kk.dk/sitecore/content/subsites/cityofcopenhagen/subsitefrontpage/livingincopenhagen/~/_media/a6581e08c2ef4275bd3ca1db951215c3.ashx</a>  |                                                                       |

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.5

**Projekttitel****Sicherung und Weiterentwicklung des Straßenbahnnetzes****Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

Würzburg verfügt für eine Stadt mittlerer Größe mit dem bestehenden und geplanten Straßenbahnnetz über ein hochwertiges ÖPNV-Angebot. Die Würzburger Straßenbahn ist besonders gut geeignet, Nachfrage zugunsten des ÖPNV zu binden.

Während in Straßenbahnen bei Befragungen meist zwischen 30 und über 50 % aller Fahrgäste Wahlfreie sind, sind es in Bussen bundesweit nur 5 %, in Großstädten um die 15 %. Wo Straßenbahnen verkehren, liegt der Anteil des ÖPNV am Einkaufsverkehr in Stadtzentren zwischen 50 und 60 %. Diese Stärke ist für eine klimagerechte Mobilität für die Zukunft zu sichern und weiter zu entwickeln.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

Durch die Erweiterung und Verbesserung des Straßenbahnnetzes und seiner Ausstattung soll der ÖPNV attraktiver gestaltet und damit der Umstieg vom motorisierten Individualverkehr (MIV) erleichtert werden

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten****Zu erwartende Effekte:**

- Verkehrsmittelwahl: Aus einer Verbesserung der Erreichbarkeit der Haltestellen resultiert eine Abnahme der Wege im MIV und ein Zuwachs im ÖPNV
- Wegelänge: Sollte eine größere Anzahl an Würzburgern nun auf den ÖPNV zurückgreifen, so verringert sich insgesamt die mit dem MIV zurückgelegte Strecke. Die Wegelängen des ÖPNV hingegen werden sich primär durch die Maßnahme nicht ändern, da vorerst die bestehenden Fahrstrecken verbleiben und erst bei entsprechender Nachfrage angepasst werden
- Besetzungsgrad: Die Auslastung des ÖPNV wird sich bei erfolgreicher Maßnahmen-Implementierung erhöhen
- CO<sub>2</sub>-Minderung: Nach der standardisierten Bewertung der Straßenbahnlinie 6 ist nach aktuellem Planungsstand eine Reduktion von 263 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr zu erwarten

**Bewertung der Wirkungsweise:**

| <i>Wertung</i>     |                                                                                       | <b>Legende:</b>                                                                       |                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <i>Faktor</i>      |                                                                                       |                                                                                       |                 |
| Verkehrsmittelwahl |  |  | keine           |
| Wegelänge          |  |  | hoch            |
| Besetzungsgrad     |  |  | mittel          |
| Fahrzeugeffizienz  |  |  | gering          |
|                    |                                                                                       |                                                                                       | Kontraproduktiv |

**Kurzbeschreibung**

Schienenengebundene Nahverkehrsmittel erzeugen grundsätzlich eine höhere Attraktivität des ÖPNV-Angebots aufgrund der starken optischen Präsenz und Verfügbarkeit. Straßenbahnen besitzen eine strukturierende Wirkung für die räumliche Entwicklung. Stadtquartiere mit ei-

nem gut ausgebauten Netz von Straßenbahnen bieten durch die Verknüpfung von ÖPNV und Nahmobilität eine attraktive Alternative zum MIV.  
Fußgängerzonen mit Straßenbahnlinien bringen dem ansässigen Einzelhandel großen Nutzen und steigern die kommunale Wirtschaftskraft.

#### Erste Schritte

1. Konsequente Verfolgung und Umsetzung des aktuellen Straßenbahn-Ausbauplans
2. Prüfung von attraktivitätssteigenden Ergänzungen (Verknüpfung zu Stadtentwicklung, Nahmobilität, etc.)
3. Vorausschauende Maßnahmen zur langfristigen Sicherstellung des Straßenbahnbetriebs (Finanzierung von Infrastruktur und Betrieb nach Auslaufen des GVFG)

#### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg

#### Weitere Partner

WVV

#### Weitere Hinweise

Eine große Zahl von Planungsmaßnahmen zur Steigerung der Attraktivität des schienengebundenen Nahverkehrs ist derzeit in Vorbereitung:

- Weiterführung der Straßenbahn zum Universitätsklinikum in Grombühl (Planfeststellungsverfahren ist erfolgreich abgeschlossen)
- Weiterführung der Straßenbahn in die Stadtteile Frauenland und Hubland
- Ausbau der Haltestelle Hauptbahnhof
- Ausbau der Verknüpfungshaltestelle Bus und Straßenbahn in der Mainaustraße, Stadtbezirk Zellerau
- Ausbau der Verknüpfungshaltestelle Bus und Straßenbahn in der Königsberger Straße, Stadtbezirk Sanderau
- Beschaffung neuer Straßenbahnfahrzeuge

#### Beispiel:

Freiburg: Entscheidung für eine flächendeckende Fußgängerzone in der Altstadt. Umweltfreundliche Verkehrsarten wie Fuß- und Radverkehr sowie der öffentliche Personennahverkehr sollen in der Stadt Freiburg den Vorrang haben.

[http://www.fwtm.freiburg.de/servlet/PB/menu/1174550\\_1/index.html](http://www.fwtm.freiburg.de/servlet/PB/menu/1174550_1/index.html)

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.6

**Projekttitel****Busliniennetz – Steigerung der Attraktivität des ÖPNV im Verkehrsverbund Mainfranken****Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

- 300.000 PKW-Fahrten täglich im Quell-Ziel-Verkehr
- Geringe Nachfrage im Busverkehr, schlechte Erreichbarkeit auf regionaler Ebene

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Leitbild: „Bis 2015 wird zur Reduktion des automobilen Pendlerverkehrs ein regional abgestimmtes Verkehrskonzept entwickelt, welches mittels geeigneter Maßnahmen den ÖPNV-Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen (Modal Split) bis 2030 auf 25 % erhöht.“
- Verknüpfung des ÖPNV aus dem Umland mit jenem aus dem städtischen Bereich, z. B. durch bessere Abstimmung der Tarife, der Fahrpläne und -routen (in Zusammenarbeit mit dem Verkehrsverbund Mainfranken)
- Reduktion der Wegeanzahl mit PKW
- Steigerung der Attraktivität des Busverkehrs, unter anderem durch eine Verbesserung der Erreichbarkeit
- Erhöhung des Besetzungsgrades im ÖPNV

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten****Zu erwartende Effekte:**

- Verkehrsmittelwahl: Aus einer erfolgreichen Umsetzung des Maßnahmenpakets resultieren eine Abnahme der Wege im MIV und ein Zuwachs im ÖPNV
- Wegelänge: Wenn eine größere Anzahl an Umland-BewohnerInnen für Langstreckenfahrten auf den ÖPNV zurückgreift, verschiebt sich der Durchschnitt im MIV hin zu kleineren Werten und verringert somit den Gesamtemissionsausstoß. Die Wegelängen des ÖPNV hingegen werden sich durch die Maßnahme nicht ändern, da Umland- und Stadt-ÖPNV nur besser aneinander gekoppelt werden
- Besetzungsgrad: Der Wert für den MIV wird konstant auf niedrigem Niveau bleiben, der des ÖPNV wird sich bei erfolgreicher Maßnahmen-Implementierung erhöhen

**Bewertung der Wirkungsweise:**

| Wertung            |  | Legende:        |
|--------------------|--|-----------------|
| Faktor             |  | keine           |
| Verkehrsmittelwahl |  | hoch            |
| Wegelänge          |  | mittel          |
| Besetzungsgrad     |  | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  |  | Kontraproduktiv |

**Kurzbeschreibung**

Steigerung der Attraktivität des ÖPNV durch Verknüpfung des ÖPNV aus dem Umland mit dem städtischen ÖPNV, z. B. durch Abstimmung der Fahrpläne und Fahrrouten. Anfang 2012 erfolgte eine Teilintegration des Landkreises Neustadt/Aisch - Bad Windsheim.

Ab Januar ist es möglich, an den Bahnhöfen Markt Bibart, an der Bahnstrecke Nürnberg-Würzburg und Uffenheim, an der Bahnstrecke Treuchtlingen-Würzburg sowie in allen Buslinien, die diese Bahnhöfe anfahren, Fahrkarten zu erwerben, die im Verbundgebiet des VVM gültig sind. Sukzessive sollen in den kommenden Jahren weitere Landkreise in den Abstimmungsprozess einbezogen werden.

### Erste Schritte

1. Die ursprünglich für Anfang 2012 geplante Integration des Landkreises Main-Spessart im Jahr 2013 umsetzen. Mit der Integration des Landkreises Main-Spessart ist die Region 2, zu der die Kreise Würzburg, Kitzingen und Main-Spessart gehören, in einem Verkehrsverbund zusammengeführt.
2. Die geplante Integration weiterer Landkreise der sogenannten Region 3, zu der neben Stadt und Landkreis Schweinfurt auch die Kreise Bad Kissingen, Rhön-Grabfeld und Haßberge gehören, wird aus Sicht der Verbesserung klimafreundlicher Verkehrsangebote unterstützt.

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Nahverkehr Würzburg-Mainfranken GmbH (NWM) und Verkehrsunternehmens-Verbund Mainfranken GmbH (VVM) in Verbindung mit Stadt Würzburg, beteiligten Landkreisen als ÖPNV-Aufgabenträger nach Bayer. ÖPNVG

### Weitere Partner

WVV, regionale und lokale Verkehrsunternehmen sowie Busanbieter

### Weitere Hinweise

Die häufig im Regionalverkehr eingesetzten Reisebusse bieten oft wenig Platz für Gepäck und sind so für Einkäufe in der Stadt ungeeignet/unattraktiv.

S-Bahn Mainfranken: neue Haltepunkte (siehe Projektsteckbrief Park & Ride)

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.7

**Projekttitel****ÖV Ticketing – Marketing****Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

Momentan betragen die Verluste im Nahverkehr ca. 18 Mio. Euro im Jahr.

Da in der Hauptverkehrszeit alle Kapazitäten erschöpft sind, zieht eine weitere Ausweitung der Kapazität zu diesen Zeiten (7:30 bis 8:30, 13:00 bis 17:00 Uhr) Sprungkosten (Personal- und Fahrzeugaufwendungen, die nur für einen bestimmten begrenzten Zeitanteil von wenigen Stunden vorgehalten werden müssen) nach sich, die durch Einnahmen nicht adäquat gedeckt werden können. In den Nebenverkehrszeiten sind die Linien teilweise nur zu 10 % - 20 % ausgelastet. Mit minimalem finanziellem Aufwand sind hier noch ca. 80 % der Kapazitäten nutzbar. Fraglich ist, ob in diesen Zeitlagen auch ein Bedarf besteht und Umsteiger vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖPNV gewonnen werden können.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Die Entzerrung der Hauptverkehrszeit kann nur durch gesellschaftspolitische Maßnahmen geleistet werden, wie z. B. die Staffelung von Schulanfangszeiten, Vorlesungszeiten an der Universität usw.  
Unter dieser Voraussetzung wären auch zusätzliche Kapazitäten betriebswirtschaftlich in der Hauptverkehrszeit generierbar.
- Steigerung der Fahrgastnachfrage in der Nebenverkehrszeit
- Anzahl der Fahrten mit PKW sollte reduziert werden
- Überarbeitung und Optimierung der Fahrpläne

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Ein optimiertes ÖPNV-Angebot hat nicht nur positive Auswirkungen bzgl. der Mobilitäts-Entscheidung von Schülern und Studenten, sondern auch der Gesamtbevölkerung in Richtung des emissionsärmeren Transportes
- Wegelänge: Die mit dem PKW zurückgelegten Wege verringern sich im Schnitt
- Besetzungsgrad: Dieser steigt im Öffentlichen Verkehr an

Bewertung der Wirkungsweise:

| <i>Wertung</i>     |                                                                                       | <i>Legende:</i>                                                                       |                 |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <i>Faktor</i>      |                                                                                       |                                                                                       |                 |
| Verkehrsmittelwahl |  |  | hoch            |
| Wegelänge          |  |  | mittel          |
| Besetzungsgrad     |  |  | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  |  |  | Kontraproduktiv |

**Kurzbeschreibung**

- Verbundene Maßnahmen: Mobilitätsmanagement (durch Apps, Beratung, ökonomische Anreize – günstigeres Fahren außerhalb der Rush-Hour)
- ÖV-Marketing in der Nebenverkehrszeit, insbesondere in Verbindung mit Einkaufs- und Freizeitaktivitäten koppeln, Kombi-Tickets etc.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Erste Schritte</b><br>Klärung folgender Fragen:<br>1. Gibt es noch Kapazitäten im ÖPNV-System, um zusätzliche Nutzer zu transportieren?<br>2. Lassen sich diese quantifizieren? Aufbauend auf dieser Datenbasis kann eine Überarbeitung und Optimierung der Fahrpläne erfolgen.                                                                                                                                                                                |                                    |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br>Stadt Würzburg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Weitere Partner</b><br>WVV, VVM |
| <b>Weitere Hinweise</b><br>Anregung, bei der WSB elektronische Fahrkarten bzw. Guthabekarten einzuführen. Über eine Fahrkarte im Scheckkartenformat könnten so verschiedene Optionen aufgebucht werden – entweder personalisiert (z. B. für Monats- und Jahreskarten – analog zur BahnCard) oder nicht-personalisiert (z. B. Guthabekarten) oder über Apps. Viele Städte haben ihr System bereits komplett umgestellt; Papierkarten wurden dort komplett ersetzt. |                                    |

#### PROJEKTSTECKBRIEF M 4.8

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projekttitle</b><br><b>Park &amp; Ride – regional und lokal</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?</b><br>Verkehrsströme in Würzburg: An einem durchschnittlichen Werktag werden ca. 350.000 Fahrten zwischen der Stadt Würzburg und ihrem Umland unternommen. Etwa 60 % dieser Fahrten erfolgen zwischen der Stadt und dem Landkreis Würzburg, weitere gut 25 % haben Quelle oder Ziel in den angrenzenden Landkreisen.                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Welche Ziele werden verfolgt?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leitbild: „Bis 2015 wird zur Reduktion des automobilen Pendlerverkehrs ein regional abgestimmtes Verkehrskonzept entwickelt, welches mittels geeigneter Maßnahmen den ÖPNV-Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen (Modal Split) bis 2030 auf 25 % erhöht.“</li> <li>Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl zugunsten des Umweltverbundes</li> <li>Anzahl der Wege mit PKW werden reduziert (Verkehrsvermeidung)</li> <li>Veränderung der verschiedenen Wegelängen bzgl. der verschiedenen Verkehrsmittel: länger mit ÖPNV, kürzer mit PKW</li> </ul> |

### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Den potenziellen Nutzern des Park & Ride-Angebots soll der ökonomische und ökologische Vorteil einer differenzierten Verkehrsmittelnutzung bewusst werden. Dadurch legen sie weniger Wege mit im MIV zurück. Wenn zusätzlich an einem rentablen Standort Einkaufsmöglichkeiten für die primären Besorgungen geschaffen werden können, kann von einer weiteren Reduktion von Wegen ausgegangen werden
- Wegelänge: Durch die Entscheidung der Nutzer des Angebots für den ÖPNV fallen im MIV die Langstrecken weg, da die Stellplätze durch diese Maßnahme weiter auswärts situiert werden. Daraus ergibt sich eine durchschnittlich niedrigere Wegelänge im MIV
- Besetzungsgrad: Wird im ÖPNV steigen

Bewertung der Wirkungsweise:

| Wertung            |  | Legende:        |
|--------------------|--|-----------------|
| Faktor             |  | keine           |
| Verkehrsmittelwahl |  | hoch            |
| Wegelänge          |  | mittel          |
| Besetzungsgrad     |  | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  |  | Kontraproduktiv |

### Kurzbeschreibung

- Park & Ride-Anlagen sollten effektiv und ästhetisch ansprechend gestaltet sein
- Integrierter Park & Ride-Tarif (Parkticket ist integriert im ÖPNV-Angebot)
- Vermeidung von Langzeitparken durch Limitierung der Parkdauer auf zwölf Stunden

### Erste Schritte

1. Standortanalysen zur Feststellung der Rentabilität von Park & Ride-Plätzen
2. Ggf. Kontaktaufnahme mit angrenzenden Kommunen bzgl. außerstädtischen Standorten
3. Verhandlung/Besprechung mit potenziellen Partnern

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg, Fachbereich Stadtplanung, in Kooperation mit interessierten Kommunen im Umland

### Weitere Partner

Deutsche Bahn, Nahverkehr Würzburg-Mainfranken GmbH (NWM), Verkehrsunternehmens-Verbund Mainfranken GmbH (VVM)

### Weitere Hinweise

- Statt Park & Ride besser Bike & Ride (z. B. mit dem Fahrrad zum Bahnhof)
- S-Bahn Mainfranken: Neue Haltepunkte
- Pendlerverkehr sollte verstärkt nach außen verlagert, der Einkaufsverkehr hingegen (MIV und ÖPNV) länger in der Stadt gehalten werden (längere Höchstparkdauer am Straßenrand); dadurch hohe Aufenthaltsqualität und weniger Parksuchverkehr.

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.9

### Projekttitel

### Förderung klimaschonender Antriebe

#### Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?

- Mangel an Infrastruktur (Ladestationen!) und Anreizen für die Nutzung klimaschonender Antriebe
- Hoher Anteil des Verkehrs am Energieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Zusätzlich hohe Feinstaubbelastung

#### Welche Ziele werden verfolgt?

- Leitbild: „Ab 2020 dominieren emissionsarme Fahrzeuge das Erscheinungsbild in Würzburg.“
- Leitbild: „Bis 2015 werden mindestens 10 Elektroladestationen für PKWs und Fahrräder im Stadtgebiet installiert.“
- Ein Anreizsystem für den Umstieg auf Erdgasfahrzeuge schaffen (z. B. Ausbau des Förderprogrammes der WVV für Erdgasfahrzeuge)

#### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Zu erwartende Effekte:

- Fahrzeugeffizienz: Ein energie-/klimaeffizienter Fuhrpark reduziert die CO<sub>2</sub>-Belastung (Footprint) pro gefahrenem Kfz-km
- Verkehrsmittelwahl: Kostenintensive, aber betrieblich effiziente Fahrzeuge führen evtl. zu einer häufigeren Nutzung. Auch Auswirkungen auf Wegelängen? → Autobesitzer haben einen Anreiz, um weiter mit dem PKW zu fahren

Bewertung der Wirkungsweise:

| Wertung            |  | Legende: |                 |
|--------------------|--|----------|-----------------|
| Faktor             |  |          |                 |
| Verkehrsmittelwahl |  |          | keine           |
| Wegelänge          |  |          | hoch            |
| Besetzungsgrad     |  |          | mittel          |
| Fahrzeugeffizienz  |  |          | gering          |
|                    |  |          | Kontraproduktiv |

#### Kurzbeschreibung

Die Bundesregierung hat das Ziel, bis 2020 1 Mio. Elektroautos auf Deutschlands Straßen zu bringen. Plug-In Hybrid-Fahrzeuge und Full-EV (vollelektrische) Modelle sind dabei auf eine Ladeinfrastruktur angewiesen.

Das genannte Ziel ist nur mit der Unterstützung lokaler Initiativen zu erreichen. Außerdem können Gebietskörperschaften und öffentliche Verwaltungen etwa durch die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur die Verbreitung klimaschonender Antriebe unterstützen. Es ist zu prüfen, welche Infrastruktur vor diesem Hintergrund in der Stadt Würzburg vorgesehen werden sollte.

Die bereits vorhandene Förderung von Erdgasfahrzeugen hat sich bewährt. Sie sollte fortgeführt und z. B. durch einen weiteren Ausbau des Erdgas-Tankstellenangebots mit Bio-Methan unterstützt werden.

Einen ergänzenden Ansatz hierzu stellt die Prüfung dar, ob Dienstfahrzeuge der öffentlichen Verwaltung mit klimaschonenden Antrieben nachgerüstet werden könnten. Der Grundgedan-

ken hierbei ist, dass Anforderungen (z. B. hinsichtlich der zurückzulegenden Distanzen, regelmäßige Stand- und damit Ladezeiten etc.) an solche Flottenfahrzeuge stets absehbar sind und sich nicht schlagartig verändern. Ist das klimaschonende Fahrzeug für einen Einsatzzweck nicht geeignet, kann auf Ersatzfahrzeuge zurückgegriffen werden.

#### **Erste Schritte**

1. Erdgasfahrzeuge als Alternative bewerben bzw. ins Bewusstsein rufen
2. Abschätzung Marktentwicklung Elektrofahrzeuge und Ladetechnologien/smart-grid-Technologien
3. Beratung und Förderung zur Einrichtung von Ladesystemen im privaten Haushalt
4. Steuerung der Einrichtung von Ladeinfrastrukturen im gewerblichen Bereich (Arbeitsplatz, Supermarkt, etc.)
5. Einrichtung öffentlicher Ladesäulen nach Bedarf (möglichst nutzerbasierte Standortentscheidung)

#### **Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?**

Stadt Würzburg

#### **Weitere Partner**

WVV, KFZ-Fachhändler

#### **Beispiel:**

Modellregion Garmisch Partenkirchen: Die Marktgemeinde Garmisch-Partenkirchen wurde als Modellkommune für Elektromobilität ausgewählt. Im Rahmen des Projektes wird ein ganzheitlicher integrativer Ansatz zur Elektromobilität in der Region entwickelt.

<http://www.e-gap.de/>

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.10

### Projekttitle

### Mobilstationen zur Einführung von e-Carsharing

#### Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?

Allein im Stadtgebiet konnten rund 223.000 Personenfahrten pro Tag im motorisierten Individualverkehr (MIV) registriert werden. Hinzu kommen weitere 302.000 Personenfahrten pro Tag im MIV in der Beziehung Stadt-Umland sowie 322.000 Personenfahrten pro Tag in der Umlandbeziehung (847.000 Personenfahrten pro Tag im MIV). Der Bestand an Kraftfahrzeugen im Stadtgebiet Würzburg ist von 1990 bis 2006 um rund 16 % von etwa 64.800 auf 75.500 gestiegen. Dabei sind der Bestand an PKW um ca. 11 % und der Bestand an LKW um ca. 57 % gestiegen, wobei vermehrt mit Diesel betriebene Fahrzeuge (PKW und LKW) im Betrachtungszeitraum zugelassen wurden. Die Jahreskilometerleistung des Kraftfahrzeugbestandes kann für 2006 auf 964 Mio. km beziffert werden. Dies entspricht einer Zunahme von 70 Mio. km bzw. knapp 8 % gegenüber dem Referenzjahr von 1990.

Derzeit sind in der Stadt und im Landkreis rund 80 Elektrofahrzeuge gemeldet, wovon rund 30 Fahrzeuge im Stadtgebiet und 50 im Landkreis bewegt werden. Versorgungsinfrastruktuell hat die WVV zwei Stellplätze mit Lademöglichkeit in der Marktgarage ausgewiesen. Im Bereich des Carsharing existieren bislang nur drei Standorte des örtlichen Anbieters „Kay-Bee“ mit jeweils einem Fahrzeug sowie ein Standort des Carsharing-Anbieters „DB-Flinkster“ (Hauptbahnhof) mit vier Fahrzeugen. Mangel an umfassender Mobilitätsinformation für verschiedene Gruppen von BürgerInnen. Carsharing-Gedanke in der Würzburger Bevölkerung derzeit noch unzureichend verankert.

#### Welche Ziele werden verfolgt?

- Leitbild: „Bis 2018 wird mindestens eine Carsharing-Station pro Stadtteil eingerichtet.“
- Leitbild: „Bis 2015 werden mindestens 10 Elektroladestationen für PKWs und Fahrräder im Stadtgebiet installiert“ (Es ist zu prüfen, welche Infrastruktur vor diesem Hintergrund im Würzburg vorgesehen werden sollte)
- Das Innenstadtkonzept soll ein engmaschiges Netz an Mobilstationen im öffentlichen Raum zur Verfügung stellen, welche ein umfassendes Angebot an bedürfnisgerechten, individuellen Mobilitätsdienstleistungen bereitstellen. Je nach gewünschter Aktivität und Reiseziel soll dem Nutzer die Möglichkeit gegeben werden, das entsprechende, umweltfreundliche Fortbewegungsmittel zu wählen sowie auch das eigene Elektromobil an ausgewählten Standorten während der Parkdauer aufzuladen. Das Angebot an Carsharing sowie Elektroladestationen soll in der Stadt Würzburg als integrativer Bestandteil des öffentlichen Verkehrsverbundes (Umweltverbund) etabliert werden und in Form einer eigenen Marke der Stadt Würzburg als Marketinginstrument eingesetzt werden
- Imagegewinn für die Stadt
- Entlastungseffekte für die Umwelt
- Entlastungseffekte für den fließenden Verkehr
- Entlastungseffekte im ruhenden Verkehr
- Mobilitätsgewinn für breite Gesellschaftsschichten
- Verknüpfung mit dem Verkehrsverbund (Umweltverbund)
- Stärkung des ÖPNV

### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Ein Umstieg auf Car-sharing erfordert die individuelle Verkehrsmittelwahl für jeden einzelnen Weg. Damit können routinierte/habitualisierte Muster aufgebrochen und Entscheidungen für den Umweltverbund gestärkt werden
- Fahrzeugeffizienz: Durch die zweckspezifisch angepasste Wahl der Fahrzeuge/Fahrzeuggrößen und die Integration von Elektroautos, Pedelecs etc. kann die CO<sub>2</sub>-Belastung pro km (evtl. deutlich) reduziert werden

Bewertung der Wirkungsweise:

| Wertung            |   | Legende:        |
|--------------------|---|-----------------|
| Faktor             |   | keine           |
| Verkehrsmittelwahl | ■ | hoch            |
| Wegelänge          | ■ | mittel          |
| Besetzungsgrad     | ■ | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  | ■ | Kontraproduktiv |

### Kurzbeschreibung

Mobilstationen im öffentlichen Raum sollen unkomplizierte Mobilität für alle und zu jeder Zeit ermöglichen. Durch die hierarchische Struktur des Netzes (hochwertige Stationen mit Car-sharing und Ladesäulen nur an herausragenden Knotenpunkten/Fahrradverleih, Taxistand an wichtigen Einfallstraßen und Knoten des ÖPNV, Infosäule an ÖPNV-Haltestellen etc.) werden Nutzernähe/Präsenz im öffentlichen Raum und Wirtschaftlichkeit vereint. Die Vernetzung der Stationen untereinander soll die Straßenbahn übernehmen, im Randbereich auch Bus und Bahn. Je nach lokalen Erfordernissen sind verschiedene Angebote an der Mobilstation zu finden. Zur Grundausstattung gehört eine Infosäule, die die dynamische Fahrgastinformation, die Bestellung eines Taxis und den Kauf von Fahrkarten/Mobil-Cards ermöglicht. Sofern Public Bikes integriert werden, muss vor Ort die Möglichkeit bestehen, ein derartiges Rad entleihen zu können (ggf. verbunden mit dem kostenlosen Beitritt zu einem Verein o. Ä. – je nach Organisation/Träger des Projekts). In innenstädtischen Bereichen mit Platznot im öffentlichen Raum könnten zusätzliche Mobilstationen in Parkhäusern untergebracht werden, sofern von außen eine gute Beschilderung gewährleistet ist. Insbesondere in Bereichen mit hoher Nutzungsdichte des öffentlichen Raumes besteht eine hohe Nachfrage nach derartigen Dienstleistungen. Eine sichtbare Präsenz der Mobilstationen im öffentlichen Raum ist demnach aufgrund des Werbeeffektes und der öffentlichen Wahrnehmung unabdingbar.

An Mobilstationen sollen die Nutzer perspektivisch auch auf Transporter/größere Individualfahrzeuge zugreifen können. Die Einrichtung von Mobilstationen müssen durch intensives Marketing und eine gute Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden – eine gute Werbemöglichkeit für den Umweltverbund! Die Einführung einer Mobil-Card, die alle mit Mobilität zusammenhängenden Dienstleistungen bündelt, sollte erwogen werden. Sinnvoll erscheint die professionelle Nutzung und Einbindung der neuen Technologien und Möglichkeiten, die sich etwa durch die zunehmende Verbreitung von Smartphones ergeben, ohne die anderen Nutzer bei der Informations-Infrastruktur zu vergessen.

### Erste Schritte

1. Entwicklung eines Umsetzungskonzeptes sowie eines Planes zur Öffentlichkeitsarbeit
2. Planung und Projektierung von Pilotstationen unterschiedlicher Größe unter Einbeziehung der jeweiligen interessierten Quartiersbevölkerung
3. Recherche bereits umgesetzter Konzepte
4. Ggf. Vorverhandlungen mit möglichen Partnern oder anderweitig Betroffenen (Grundstücksbesitzer, Anwohner,...)
5. Baubeginn der Pilotstationen nach Möglichkeit noch 2013

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg, Fachbereiche Umwelt- und Klimaschutz sowie Stadtplanung

### Weitere Partner

WVV, SVG, Carsharing-Anbieter, Wohnungsgesellschaften, gewerbliche Großkunden, Profi im Bereich Neue Medien (Apps) bzw. Marketingagentur

### Beispiele:

mobil.punkt Bremen: In dem Ansatz „mobil.punkt“ werden ÖPNV, Carsharing, Fahrrad und auch Taxi kundenorientiert zusammengebracht.

<http://www.werkstatt-stadt.de/de/projekte/212/>

Als ergänzende Strategie zu den infrastrukturellen Herausforderungen gilt das Beispiel von HANNOVERmobil: Das komplette Mobilitätspaket umfasst eine kostenlose BahnCard, Carsharing-Autos und Rabatte bei Taxifahrten.

<http://www.gvh.de/hannovermobil.html>

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.11

### Projekttitel

### Imagekampagne zur Mitfahrzentrale (im Internet / über mobile Apps)

#### Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?

- Meist werden PKW gerade im planbaren, täglichen Berufsverkehr nur von einer Person genutzt, obwohl viele Menschen (meist ohne voneinander zu wissen) den annähernd gleichen Weg haben ⇔ geringer Besetzungsgrad, niedrige Effizienz
- Hohe Verkehrsbelastung in der Innenstadt/im Bischofshut gerade zu den Hauptverkehrszeiten
- Bestehende Mitfahrzentrale im Internet ist noch zu wenig bekannt, hat kleinen Nutzerkreis

#### Welche Ziele werden verfolgt?

- Die Mitfahrzentrale auf der Internetseite der Stadt Würzburg (<http://www.wuerzburg.de/de/themen/umwelt-verkehr/mobilitaet/mitfahrgelegenheiten/16865.Mitfahrzentrale.html>) durch eine Imagekampagne noch besser bekannt machen
- Die Mitfahrzentrale über eine mobile App für Smartphone-Nutzer und besonders für Jugendliche/junge Erwachsene attraktiv und leicht zugänglich machen

### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Zu erwartende Effekte:

- Besetzungsgrad: Menschen, die den gleichen Weg haben, fahren gemeinsam in einem Auto
- Verkehrsvermeidung: Verkürzung von Staus, Verkehrsbelastung in Spitzenzeiten nimmt ab

Bewertung der Wirkungsweise:

| Wertung            |  | Legende:        |
|--------------------|--|-----------------|
| Faktor             |  | keine           |
| Verkehrsmittelwahl |  | hoch            |
| Wegelänge          |  | mittel          |
| Besetzungsgrad     |  | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  |  | Kontraproduktiv |

### Kurzbeschreibung

Eine Imagekampagne im Stadtgebiet oder der Region Würzburg kann auf die bestehende Mitfahrzentrale aufmerksam machen und „Mitfahren“ als „angesagt“ vermitteln. Dadurch kann die Nutzung des Internetangebotes erheblich gesteigert werden.

Mit Hilfe mobiler Apps für internetfähige Mobilgeräte, lassen sich Mitfahrgelegenheiten und Fahrgemeinschaften sehr einfach und kurzfristig auch von unterwegs organisieren. Daher soll eine App für die Mitfahrzentrale entwickelt werden.

Weiterführende Ideen: Pendlerparkplätze schaffen wie in der EMM (Europäische Metropolregion München): An Einfallstraßen werden vorhandene Flächen mit einem Mindestmaß an Infrastruktur (griffiger, wasserdurchlässiger Bodenbelag, ggf. Beleuchtung) ausgestattet. Dadurch treffen sich Pendler mit dem gleichen Ziel, mit nur einem PKW gemeinsam in die Innenstadt zu fahren. Die „ersten“ und „letzten Meter“ (bei der Hin- und Rückfahrt) legt jeder Teilnehmer im eigenen PKW zurück. Diese Parkplätze sollten anschließend über Öffentlichkeitsarbeit und in Verbindung mit der Mitfahrzentrale beworben werden.

### Erste Schritte

1. Ein Kampagnenkonzept für die Mitfahrzentrale entwickeln für klassische wie auch neue Medien; dabei auch initiative Ansprache spezieller Zielgruppen (Jugendliche, Berufspendler) einplanen
2. Entwicklung einer App für die Mitfahrzentrale

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg

### Weitere Partner

[www.mitfahrgelegenheit.de](http://www.mitfahrgelegenheit.de)  
Werbeagentur, Softwareentwickler

### Beispiele:

Durch eine „Mitfahr-App“ sind Mitfahrgelegenheiten bei Pendlern und Besuchern schnell und günstig gefunden.

<http://www.news.de/auto/855286620/mitfahrgelegenheit-apps-zum-mitfahren-und-geld-sparen/1/>

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.12

### Projekttitel

## Privates Carsharing

### Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?

Der private PKW-Besitz ist ein wesentlicher Faktor für die hohe Automobilorientierung vieler Individuen und Haushalte: Wer einen PKW besitzt, muss diesen auch nutzen, damit sich die hohen Anschaffungskosten lohnen; der ÖPNV hat das Nachsehen.

Private PKW stehen die meiste Zeit ungenutzt in der Garage.

Um die Entscheidung gegen den PKW-Besitz bzw. zumindest zum Verzicht auf den Zweit-PKW zu erleichtern und dennoch bei Bedarf die Möglichkeit zur PKW-Nutzung zu gewähren, müssen möglichst unkomplizierte, wohnortnahe Car-Sharing-Angebote vorhanden sein. Während sich professionelle Anbieter in Würzburg meist noch zurückhalten, schlummert in vielen nur unregelmäßig genutzten Privat-PKW ein großes Potenzial.

Die meisten Haushalte verfügen über mindestens einen privaten PKW, für den im ruhenden Verkehr Parkraum zur Verfügung stehen / zur Verfügung gestellt werden muss.

Es besteht ein hoher Anteil des motorisierten Individualverkehrs am Modal Split.

Auch kurze Strecken werden mit dem PKW zurückgelegt.

### Welche Ziele werden verfolgt?

- Mit der Einbindung privater Fahrzeuge in Car-Sharing-Systeme könnte ein flächendeckendes, wohnortnahes Car-Sharing-Angebot geschaffen werden, wobei alle Beteiligten profitieren: der Autobesitzer verdient Geld mit dem sonst ungenutzten Auto; der Nutzer spart sich Geld für den eigenen PKW; die Kommunen haben keinerlei Kosten, profitieren aber hinsichtlich Klimaschutz und dem geringeren (Park-)Flächenverbrauch
- Ein Car-Sharing-PKW kann vier bis acht private Fahrzeuge ersetzen
- Eine Kundenbefragung des Bundesverbandes CarSharing aus dem Jahr 2010 hat ergeben, dass sich die jährliche PKW-Fahrleistung bei Car-Sharing-Nutzern um 60 % reduziert hat, 17 % der Teilnehmer ihren eigenen Wagen abgeschafft und 30 % auf eine Neuanschaffung verzichtet haben (Münchner Verkehrs- und Tarifverbund GmbH 2012: conTakt 1/2012, S. 11)
- Entscheidung für die Wahl eines bestimmten Verkehrsmittels für einen Weg soll bewusster getroffen werden, Nahmobilität zum Großteil per Fuß oder Fahrrad: Verkehrsverlagerung/Verkehrsvermeidung

### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl:  
Die Entscheidung für ein bestimmtes Verkehrsmittel wird bewusster getroffen. Ggf. wird häufiger auf den privaten PKW verzichtet (Zusatzaufwand), andererseits eröffnet (privates wie gewerbliches) Car-Sharing die Möglichkeit des (temporären) PKW-Besitzes (und damit die Nutzung

Bewertung der Wirkungsweise:

| Wertung            |   | Legende:        |
|--------------------|---|-----------------|
| Faktor             |   | keine           |
| Verkehrsmittelwahl | ■ | hoch            |
| Wegelänge          | ■ | mittel          |
| Besetzungsgrad     | ■ | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  | ■ | Kontraproduktiv |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| durch Haushalte ohne PKW)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                          |
| <b>Kurzbeschreibung</b><br><p>Mit der Maßnahme wird privates Carsharing vorangetrieben. Private PKW werden dabei unter Nutzung bestehender Internetportale (vgl. Referenzen) für Carsharing angeboten. Nähere Informationen dazu können direkt über die Internetseiten der Anbieter eingesehen werden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          |
| <b>Erste Schritte</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die eigentliche Umsetzung der Maßnahme kann von den BürgerInnen eigenständig durchgeführt werden (z. B. über <a href="http://www.flinc.de">www.flinc.de</a>). Die Stadt kann jedoch durch öffentlichkeitswirksame Maßnahmen in den klassischen wie auch den neuen Medien die Initiative ergreifen und spezielle Zielgruppen ansprechen. Die Maßnahme ist mit anderen Maßnahmen im Bereich Information und Beratung zu verknüpfen (z. B. Mobilitätszentrale als Ansprechpartner für Mitfahrmöglichkeiten)</li> <li>2. Umsetzungs- bzw. Organisationsform klären (rein privat oder z. B. als Verein)</li> <li>3. Best-Practice-Beispiele analysieren, Kontakt zu bestehenden Initiativen aufnehmen z. B. in anderen deutschen Städten</li> <li>4. Möglichkeiten der Kooperation mit Verkehrsverbund und/oder gewerblichen Anbietern klären; Dadurch könnten für potenzielle Nutzer etwa Vergünstigungen bei verwandten Angeboten erreicht werden, dies erweitert wiederum den Interessentenkreis</li> </ol> |                                                                                                                          |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><br>Stadt Würzburg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Weitere Partner</b><br><br>Referenten aus bestehenden Initiativen, interessierte BürgerInnen, rechtliche BeraterInnen |
| <b>Beispiel:</b><br><p>„Nachbarschaftsauto“ hat eine innovative Zusatzversicherung entwickelt, die erstmals sowohl Leihher als auch Verleiher während des privaten Verleihens schützt.<br/> <a href="https://www.nachbarschaftsauto.de/">https://www.nachbarschaftsauto.de/</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                          |

**PROJEKTSTECKBRIEF M 4.13**

**Projekttitle**

**Mobilitätsmanagement für die Stadt Würzburg**

**Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

- Hohe Pendlerzahlen aus dem Umland. Die aktuellsten Zahlen zum Pendleraufkommen stammen aus dem Jahre 2002. Von 60.000 Einpendlern sind 48.000 Berufspendler, wovon 38.000 mit dem Kfz fahren. 12.000 Personen pendeln ausbildungsbedingt nach Würzburg, hiervon fahren 4.000 mit dem Kfz. Der Zahl der Auspendler beträgt lediglich 5.300 Personen (5.000 Berufspendler, hiervon 4.000 mit dem Kfz; 300 ausbildungsbedingt, hiervon 100 mit dem Kfz. (Stadt Würzburg, 2012)
- Hohe Verkehrsbelastung im motorisierten Individualverkehr im Stadtgebiet Würzburg
- Hoher Anteil des MIV am Modal Split
- Parkhäuser in den Quartieren sind mit 33 % Auslastung noch aufnahmefähig, Pendler parken aber in Wohngebieten

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Abfangen der Pendlerströme / des einbrechenden Verkehrs
- Verkehrslenkung und verträglichere Gestaltung (Modal Shift, Erhöhung des Besetzungsgrades im MIV)
- Verkehrsverlagerung, ggf. zeitlich aus Stoßzeiten und hinsichtlich der Verkehrsmittel auf Radverkehr und ÖPNV

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

**Bewertung der Wirkungsweise:**

**Zu erwartende Effekte:**

- Verkehrsmittelwahl: Durch Informationspolitik etc. der „weichen“ Maßnahmen lässt sich ein Modal Shift hin zum ÖPNV erreichen
- Wegelänge: Die gesamte im MIV zurückgelegte Strecke wird kürzer, die im ÖPNV wird entsprechend länger
- Besetzungsgrad: Durch „Pull- und Push“-Maßnahmen hin zum ÖPNV lässt sich der Besetzungsgrad in diesen Verkehrsmitteln erhöhen. Da das Mobilitätsmanagement aber ein ganzheitlicher Ansatz ist, wird nur ein moderater Effekt resultieren

| Wertung            |  | Legende:        |
|--------------------|--|-----------------|
| Faktor             |  | keine           |
| Verkehrsmittelwahl |  | hoch            |
| Wegelänge          |  | mittel          |
| Besetzungsgrad     |  | gering          |
| Fahrzeugeffizienz  |  | Kontraproduktiv |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kurzbeschreibung</b><br><p>Mobilitätsmanagement stellt einen Ansatz zur Beeinflussung der Verkehrsnachfrage primär durch ‚weiche‘ Maßnahmen in den Bereichen Information und Kommunikation, Motivation, Service dar. Es bietet ein hohes Potenzial zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich. Ziel ist die Regelung und Lenkung von Verkehrsflüssen und die umfassende Information der Verkehrsteilnehmer über alle Fortbewegungsalternativen.</p> <p>Das Konzept des Mobilitätsmanagements lässt sich mit den angedachten Mobilstationen/Mobilitätspunkten verknüpfen und sollte alle Verkehrsmittel umfassen. Es kann sowohl von der Stadt Würzburg, ortsansässigen Betrieben oder anderen Organisationen wie Schulen oder Universitäten initiiert werden.</p> <p>Neben thematischen Fokussierungen (z. B. Bike/Bus &amp; Ride, Park &amp; Ride, Bus-Schiene-Konzept, Tarifgestaltung/Übergangstarife/Marketing) können auch einzelne Bevölkerungsgruppen besonders in den Blick genommen werden: SchülerInnen, SeniorenInnen, StudentenInnen, BewohnerInnen eines bestimmten Stadtteils, BerufspendlerInnen, etc.).</p> |                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Erste Schritte</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konzepte aus anderen Städten sammeln</li> <li>2. Zuständigkeit für Mobilitätsmanagement innerhalb der Stadtverwaltung klären</li> <li>3. Entwicklung eines strategischen Rahmenplans für Mobilitätsmanagement in Würzburg</li> <li>4. Umsetzung von ausgewählten Projekten</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><p>Stadt Würzburg (neu organisierte Abteilung für Verkehrsplanung)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Weitere Partner</b><br><p>Stadt Würzburg (andere Abteilungen), WVV/WSB, Deutsche Bahn AG/DB Regio, Nahverkehr Würzburg-Mainfranken GmbH (NWM), Verkehrsunternehmens-Verbund Mainfranken GmbH (VVM)</p> |
| <b>Beispiel:</b><br><p>"münchen – Gscheid mobil" ist ein Gesamtkonzept zum Mobilitätsmanagement, welches die Mobilitätsbedürfnisse der Bevölkerung besser erfüllt.<br/> <a href="http://www.effizient-mobil.de/index.php?id=muenchen">http://www.effizient-mobil.de/index.php?id=muenchen</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                           |

#### PROJEKTSTECKBRIEF M 4.14

|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projekttitle</b><br><b>Fuhrparkmanagement Linienomnibusverkehr</b>                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Anteil des MIV am innerstädtischen Modal Split</li> <li>• Das ökologische Image von dieselbetriebenen Linienbussen in der Öffentlichkeit ist nicht besonders positiv</li> </ul> |

### Welche Ziele werden verfolgt?

- Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Linienomnibusverkehr
- Aufbau eines zukunftsfähigen, insbesondere klimaverträglichen Fuhrparks
- Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV durch ein attraktives Busnetz

### Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten

Bewertung der Wirkungsweise:

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Durch eine Verbesserung des Images des öffentlichen Verkehrs kann eine Verlagerung im Modal Split erreicht werden
- Wegelänge: Die gesamte im MIV zurückgelegte Strecke wird kürzer, die im ÖPNV wird entsprechend länger
- Besetzungsgrad: Der Besetzungsgrad erhöht sich leicht aufgrund einer verstärkten Nutzung der mobilen Bevölkerung

Wertung

| Faktor             |  |
|--------------------|--|
| Verkehrsmittelwahl |  |
| Wegelänge          |  |
| Besetzungsgrad     |  |
| Fahrzeugeffizienz  |  |

Legende:

|  |                 |
|--|-----------------|
|  | keine           |
|  | hoch            |
|  | mittel          |
|  | gering          |
|  | Kontraproduktiv |

### Kurzbeschreibung

Worum es geht:

- Möglichst effiziente Fahrzeuge für den Linien-Busverkehr einsetzen, bereits mit Zeithorizont 2020-2030 unter Vermeidung von unnötigen Zwischenschritten
- Entwicklung eines Fuhrparkmanagements für den Busverkehr im ÖPNV

### Erste Schritte

1. Überzeugung kommunalpolitischer Entscheidungsträger, Konzepte für den Einsatz klimaschonende Fahrzeug in Vorreiterrolle bzw. mit Signalwirkung zu initiieren
2. Fördermöglichkeiten ausloten
3. Zusammenarbeit mit Herstellerbetrieben zum Einsatz von Prototypen
4. Regelmäßiger Gedanken- und Informationsaustausch von politischen Verantwortungs-trägern mit ÖPNV-Dienstleistern

### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Würzburger Straßenbahn GmbH

### Weitere Partner

Stadtrat, Verwaltung,  
ÖPNV,  
NVG Omnibus-Betriebsgesellschaft mbH

### Weitere Hinweise

Die Einführung von alternativen Omnibusantrieben wird zum momentanen Zeitpunkt nicht für wirtschaftlich erachtet. Die weitere technische Entwicklung ist zu beobachten.

Die Anregung zur Einführung alternativer Antriebsformen wie Hybrid- oder Elektrobusse wird im Rahmen der nächsten Überarbeitung des Nahverkehrsplanes geprüft (s. Stadtratsbeschluss vom 28.6.2012).

## PROJEKTSTECKBRIEF M 4.15

**Projekttitel****Stärkung der strategischen regional abgestimmten Verkehrsplanung****Situationsbeschreibung – Welche Probleme werden gelöst?**

- Alltägliche Verkehrsnachfrage in Würzburg lässt sich nur langfristig und auf regionaler Ebene steuern.
- Strategische Verkehrsplanung ist innerhalb der Stadtverwaltung Würzburg schwach ausgeprägt und sollte in eine integrierte Stadtentwicklung / Umwelt- und Klimaschutzpolitik eingebettet werden
- Mangelnde Integration zwischen verschiedenen Fachbereichen zu einem strategischen Gesamtkonzept „Mobilität und Verkehr“
- Mangelnde Zusammenarbeit über kommunale Grenzen hinweg (z. B. in Hinblick auf abgestimmte Einzelhandel-/Gewerbeentwicklung) innerhalb eines funktionalen Raums

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Ziel der Klimaschutzbemühungen muss es sein, die Fahrleistung im fossil betriebenen Verkehr (KFZ-km) bei Erhalt der Mobilität (Teilnahmechancen) auf stadtreionaler Ebene reduzieren.
- Dies geht nur in strategischer Zusammenarbeit über verschiedene fachliche und räumliche Grenzen hinweg.
- Es sind deshalb Instrumente zur Kooperation zwischen den verschiedenen Fachbereichen sowie zwischen der Stadt Würzburg und dem Umland weiter zu entwickeln.
- Es sollte eine „Allianz für den Klimaschutz im Verkehr“ angestoßen werden – die das Thema übergreifend und langfristig bespielt, z. B. mit einem integrierten, regionalen Verkehrsentwicklungsplan.

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Zu erwartende Effekte:

- Verkehrsmittelwahl: Aufgrund der Abstimmung von Nutzungsstruktur und Verkehrsangebot auf regionaler wie auf lokaler Ebene können die Rad- und Fußverkehrsanteile sowie die ÖV-Nutzung deutlich verbessert werden.
- Wegelänge: Die regionale Standortstruktur ist der entscheidende Faktor für die Entwicklung der Wegelängen. Nutzungsmischung und kompaktere Strukturen tragen zu einer Reduzierung bei.
- Besetzungsgrad: Bei guter Nutzungsstruktur können die ÖV-Auslastung

Bewertung der Wirkungsweise:

*Wertung*

| <i>Faktor</i>      |                                                                                       |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Verkehrsmittelwahl |  |
| Wegelänge          |  |
| Besetzungsgrad     |  |
| Fahrzeugeffizienz  |  |

Legende:

|                                                                                       |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | keine           |
|  | hoch            |
|  | mittel          |
|  | gering          |
|  | Kontraproduktiv |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| und der Besetzungsgrad im PKW-Verkehr gesteigert werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |
| <b>Kurzbeschreibung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgestimmte Standort- und Verkehrsplanung ist im Großraum Würzburg zu etablieren.</li> <li>• Verkehrsangebote (insbesondere Straßenbahn, P+R, regionaler ÖV, etc.) und Standortentwicklungen für Wohnen, Gewerbe, Einkauf und Freizeit sind so aufeinander abzustimmen, dass der Verkehrsaufwand minimiert wird.</li> <li>• Erreichbarkeitsmodelle stellen Schlüsselinstrumente für solche Planung zur Verfügung.</li> <li>• Angestrebt wird ein regionaler, integrierter Masterplan Mobilität (Standort- und Verkehrsentwicklungsplan).</li> <li>• Dazu ist nach Möglichkeit eine regionale Aufgabenträgerschaft zu strukturieren (vgl. Zweckverbände in Braunschweig, Hannover etc.).</li> </ul> |                                                          |
| <b>Erste Schritte</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regionale Klimaschutzkonferenz zum Thema Mobilität und Verkehr</li> <li>2. Erfassung des Mobilitätsverhaltens (Haushaltsbefragung)</li> <li>3. Regionale Standortentwicklung auf Verkehrsangebote abstimmen (Erreichbarkeitsplanung)</li> <li>4. Verkehrsträgerübergreifende Konzeptentwicklung (Regionaler Verkehrsentwicklungsplan)</li> <li>5. Umsetzung von erfolgreichen Schlüsselprojekten</li> <li>6. Aufbau dauerhafter Partnerschaften und Organisationsstrukturen</li> </ol>                                                                                                                                                                                                              |                                                          |
| <b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b><br><br>Stadt Würzburg (Strategie-Abteilung für Verkehrsplanung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Weitere Partner</b><br><br>Umlandgemeinden/Landkreise |

## 8.2.5 Handlungsbereich „Rund ums Stadtklima“

### PROJEKTSTECKBRIEF M 5.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Projekttitel</b></p> <p><b>Netzwerk Stadtklima</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?</b></p> <p>Prognosen für die Klimaentwicklung in Würzburg bis 2100 sagen einen erheblichen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um bis zu 5°C voraus. Daher wird die Stadt künftig mit zunehmender Hitzebelastung, mit Hochwasser und weiteren Klimafolgen zu kämpfen haben. Bislang wird das Thema Klimaanpassung in Würzburg allerdings noch nicht systematisch und vernetzt bearbeitet. Fachwissen und Austausch über die regionale Vulnerabilität Würzburgs, über dringliche Handlungsfelder und bestehende Fördermöglichkeiten fehlen größtenteils.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Welche Ziele werden verfolgt?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablieren eines „Netzwerks Stadtklima“, das über den Klimawandel kompetent diskutiert, informieren und Vorschläge und Empfehlungen für Klimaanpassungsmaßnahmen geben soll, sowie Impulse zur Vernetzung und strategischen Zusammenarbeit der betroffenen Akteure in Unternehmen, Öffentlichkeit und Stadtverwaltung setzen kann.</li> <li>• Dabei sind vorhandene und derzeit laufende Projekte/Machbarkeitsstudien und Stadtentwicklungsprojekte zu berücksichtigen bzw. zu integrieren.</li> <li>• Handlungsorientiertes Expertenwissen zum Klimawandel wird von relevanten Experten aus Wissenschaft, Forschung und Lehre, der Stadtplanung sowie dem Umwelt- und Klimaschutz gebündelt, aufbereitet und als Diskussionsgrundlage zur Verfügung gestellt.</li> <li>• Erfolgversprechende Projekt- und Förderanträge sowie geeignete Förderprogramme werden vom Netzwerk Stadtklima vorgeschlagen.</li> </ul> |
| <p><b>Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten</b></p> <p>Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Region Würzburg sollen frühzeitig erkannt und von Experten des interdisziplinären Netzwerks Stadtklima handlungsrelevant eingeschätzt werden. Nur so ist ein systematisches und vernetztes Vorgehen zu ermöglichen. Förderpotenziale auf nationaler wie europäischer Ebene werden dafür sondiert und bestmöglich ausgeschöpft.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Etablierung eines „Netzwerks Stadtklima“, das in regelmäßigen bzw. bedarfsgerechten Treffen einer interdisziplinären Expertengruppe strategische Handlungsempfehlungen erarbeitet. Fokus hierbei liegt speziell im Bereich der Innenstadt und weiteren Hot Spots. Das Netzwerk diskutiert und diagnostiziert den nötigen Handlungsbedarf und gibt strategische Empfehlungen und zielorientierte Impulse. Operative Umsetzung der Einzel-Maßnahmen ist nicht Bestandteil/Aufgabe des Netzwerks.</p> <p>Die Expertengruppe besteht aus Mitgliedern der Stadtverwaltung (Stadtplanung, Bauleitplanung, Umwelt- und Klimaschutz) sowie Experten in Wissenschaft, Forschung und Lehre aus den Fachbereichen Meteorologie, Geografie, Bauklimatik, Städtebau sowie verwandter</p>                                                                                                                                                                                          |

Fachgebiete. Im Lauf der kommenden Jahre sollen sukzessive weitere relevante Bereiche der Klimaanpassung (Hochwasserschutz, Katastrophenschutz, Versicherungsfragen, Gesundheit und Hygiene, Versorgungssicherheit, ...) angegangen und das Netzwerk um diesbezüglich wichtige Akteure modular erweitert werden.

#### **Erste Schritte**

1. Terminkoordination des nächsten Treffens Netzwerk-Stadtklima
2. Ausarbeitung eines Leitbildes für das Netzwerk Stadtklima
3. Projektion der Klimafunktionskarte: Karten für die Jahre 2030, 2050 und 2100 erarbeiten
4. Handlungsempfehlungen auf Basis der Klimafunktionskarte zur Umsetzung ausarbeiten (z. B. für Bauleitplanung, Beratungsangebote usw.)
5. Möglichkeiten einer vereinfachten Windkartierung prüfen und z. B. mit Studentengruppe umsetzen
6. Berechnen von Straßenschluchtenmodell für ausgewählte Bereiche in der Innenstadt (Definition der Quartiere)
7. Dialog mit städtischen Gremien und Verwaltung (Schnittstelle Umwelt- und Klimaschutz)
8. Sondierung möglicher Förderprogramme (national/europaweit)
9. Vorbereiten von Förder- und Projektanträgen (z. B. BMU-Förderantrag „Förderung kommunaler Leuchtturmvorhaben sowie interkommunaler- oder regionaler Verbünde im Aufbau von Kooperationen, der Erstellung von Konzepten und deren pilothafte Umsetzung in der Anpassung an den Klimawandel“, u. Ä.)

#### **Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?**

Stadt Würzburg, Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz,  
Klimaschutzmanager

#### **Weitere Partner**

Stadt Würzburg, Fachbereich Stadtplanung  
Universität Kassel, Universität Würzburg,

**PROJEKTSTECKBRIEF M 5.2**

**Projekttitel**

**Stadtklima im Fokus: Informieren, Begreifen, Handeln!**

**Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?**

Prognosen für die Klimaentwicklung in Würzburg bis 2100 sagen einen erheblichen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um bis zu 5°C voraus. Die Stadt wird neben der Hitzebelastung künftig aber auch von weiteren vielfältigen Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. In der Bevölkerung, in Bildungseinrichtungen, Unternehmen und der Verwaltung besteht zurzeit noch erheblicher Informationsbedarf zum Thema Klimaanpassung und -wandel. Die Brisanz und Dringlichkeit der Situation sowie die Notwendigkeit einer gezielten Vorsorge und die Sensibilisierung des gemeinsamen Handelns sind vielen potenziell Betroffenen noch zu wenig bewusst.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Ziel ist es, über kurz-, mittel- und langfristige Auswirkungen des Klimawandels im Stadtgebiet Würzburg zu informieren und eine Sensibilisierung zu generieren.
- Durch die Information und Aktivierung städtischer Gremien, BürgerInnen, Bildungseinrichtungen und Unternehmen sollen eigenverantwortlich Vorsorgemaßnahmen zur Klimaanpassung aufgegriffen werden. Durch die Förderung und strukturelle Unterstützung von Eigeninitiative soll ein gemeinsamer Schulterschluss aller Betroffenen erfolgen.

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

Durch Information über die bereits jetzt spürbaren Auswirkungen des globalen Klimawandels auf Würzburg wird bei den BürgerInnen Verständnis für den diesbezüglichen Handlungsbedarf geschaffen und die Bereitschaft erhöht, vorbeugend für den Klimaschutz aktiv zu werden und durch geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen sich selbst rechtzeitig vor den negativen Auswirkungen des Klimawandels zu schützen.

**Kurzbeschreibung**

Die Relevanz und Brisanz des Klimawandels für die Stadt Würzburg soll den BürgerInnen, den Bildungseinrichtungen und den Unternehmen, aber auch der Stadtverwaltung vermittelt werden. Handlungsmöglichkeiten sollen aufgezeigt, Best Practice Beispiele ausgelobt und Fördermöglichkeiten eng kommuniziert werden. Für die Zielgruppen BürgerInnen/Privathaushalte, Bildungseinrichtungen und Unternehmen gilt es dabei unterschiedliche breit gefächerte Kommunikationswege zu beschreiten. Die Landesgartenschau 2018 bildet hierzu den „Motor“. Durch diesen Impulsgeber sollen städtische Grünflächen aufgewertet und einen positiver Beitrag zur Klimaanpassung geschaffen werden. Die Notwendigkeit von gezielten Maßnahmen zur Klimaanpassung soll durch kontinuierliche Information und Beteiligung transparent kommuniziert und dabei die Bedeutung von rechtzeitiger Selbstvorsorge und hohem Eigenengagement unterstrichen werden.

**Erste Schritte**

1. Ideen für gezielte Öffentlichkeitsarbeit und für Informations- und Bildungsangebote sammeln (Konzeptfindung)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Fördermöglichkeiten für Unternehmen, Privatpersonen und Bildungseinrichtungen eruieren und kommunizieren</li> <li>3. BürgerInnen, Bildungseinrichtungen und Unternehmen aktiv einbinden z. B. über Wettbewerbe, Ideenbörse, Umfragen, etc..., Beispiele: Fassadenbegrünungswettbewerb, Fotografie-Projekt an Schulen („Würzburg – heißes Pflaster“), Klimafunktionskarte als Internettool für Unternehmen, Architekten und Planer</li> <li>4. Im Hinblick auf die Landesgartenschau 2018: Klima-Lehrpfad/Info-Weg/Thermometerpfad von der Innenstadt zur Landesgartenschau mit Infotafeln (Zusammenarbeit mit dem Netzwerk Stadtklima)</li> <li>5. Plattformen für einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch etablieren (z. B. Unternehmer Jour Fixe, Schulk Kooperationen, o. Ä.)</li> </ol> |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?</b></p> <p>Stadt Würzburg, Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz,<br/>Klimaschutzmanager<br/>Netzwerk Stadtklima<br/>Stadt Würzburg, Pressestelle</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Weitere Partner</b></p> <p>Schulen in und um Würzburg,<br/>Umweltstation, Mainena-Netzwerk,<br/>VHS Würzburg, Gartenamt Würzburg,<br/>Unternehmerverbände, IHK<br/>Organisationsbüro der LaGa 2018,<br/>Bürgerprojekt 40 Jahre Europastadt</p> |
| <p><b>Beispiele:</b></p> <p>Information und Öffentlichkeitsarbeit zum Klimawandel: <a href="http://www.klimascout.de">http://www.klimascout.de</a><br/>         Klimalehrpfad des Gymnasiums Schloss Neuhaus:<br/> <a href="http://www.gymnasium-schloss-neuhaus.de/gsninventsfuture/klimalehrpfad.html">http://www.gymnasium-schloss-neuhaus.de/gsninventsfuture/klimalehrpfad.html</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                      |

## PROJEKTSTECKBRIEF M 5.3

**Projekttitel****„Stadtklima: Würzburg erfrischt“ Pilotprojekte zur Klimaanpassung****Situationsbeschreibung - Welche Probleme werden gelöst?**

Prognosen für die Klimaentwicklung in Würzburg bis 2100 sagen einen erheblichen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um bis zu 5°C voraus. In der Innenstadt liegen die Temperaturen dabei nochmals um bis zu 5°C über den an der Wetterstation Würzburg (Lage am Stadtrand auf einer nahezu bebauungsfreien Hangkante) gemessenen Werten. Die Innenstadt wird künftig vor allem durch die Zunahme der Zahl der Tropennächte mit starker Hitzebelastung zu kämpfen haben. Diese Entwicklung konterkariert die Bemühungen der Stadtpolitik, eine stärkere Durchmischung der Bevölkerungsstruktur in der Innenstadt - unter anderem durch den Zuzug junger Familien - zu erreichen. Hier besteht daher unmittelbarer Handlungsbedarf.

**Welche Ziele werden verfolgt?**

- Erarbeitung eines kurzfristig umsetzbaren „Pilotprojektes“ zur punktuellen Entschärfung der Hitze Problematik
- Umsetzung des Projektes (begleitet durch kontinuierliche und intensive Öffentlichkeitsarbeit/Bürgerbeteiligung)
- Analyse und Evaluierung der Maßnahme mit Zielen, Auswirkungen und Perspektiven

**Beitrag zur Energiewende und den Handlungsschwerpunkten**

- Das Pilotprojekt kann anschaulich und beispielhaft demonstrieren, wie Maßnahmen zur Klimaanpassung die Lebensqualität in der Stadt verbessern, indem kritische „Hot Spots“ entschärft werden
- Durch spürbare Maßnahmen zur Klimaanpassung wird der Klimawandel in den Fokus gerückt. Die BürgerInnen werden sensibilisiert und motiviert, sich für den Klimaschutz der Stadt zu engagieren

**Kurzbeschreibung**

Ausgehend von der Analyse der „Hot Spots“ im Stadtgebiet sollen vom Netzwerk Stadtklima und vom Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz kreative, öffentlichkeitswirksame und kurzfristig umsetzbare Maßnahme („Pilotprojekte“) entwickelt werden. Diese sollen punktuell zur Entschärfung der Hitze Problematik in der Stadt beitragen. Die Auswirkungen der Maßnahme werden durch begleitende Messungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit und die Befragung betroffener Akteure evaluiert. Dadurch soll exemplarisch aufgezeigt werden, welche Bedeutung Maßnahmen zur Klimaanpassung besitzen und Politik sowie Öffentlichkeit zu weiteren Schritten motiviert werden. Abhängig von der Art der Maßnahme soll eine frühzeitige Einbindung interessierter und betroffener BürgerInnen über Bürgerbeteiligungsforen erfolgen. Die frühzeitige intensive Sondierung und Prüfung geeigneter BMU-Fördermaßnahmen wird ein wesentlicher Baustein der Erarbeitung sein.

Im Zuge des Brainstormings im Netzwerk Stadtklima und auf Basis des beschlossenen ISEK Würzburg-Innenstadt sind folgende Maßnahmen und Bausteine zum Klimawandel in den nächsten Jahren anzugehen:

- Kurzfristig: Wanderbaumkarree auf dem Marktplatz für einige Wochen, dann weiterwandern (z. B. auf den Residenzplatz)
- Kurz- bis langfristig: Umgestaltung/Umbau der Straßenräume, Prüfung der Reduktion einzelner Stellplatzanlagen zugunsten einer Entsiegelung, Begrünung und Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Schaffung von Stadtoasen (z. B. Kaiserstraße, „Jedem Quartier seinen Platz“)
- Kurz- bis langfristig: Verwendung von hellen Pflasterbelägen sowie Fassadenelementen im Stadtraum, dadurch Verringerung des Aufheizens im verdichteten, städtischen Umfeld
- Mittelfristig: Straßenplanung und Umgestaltungsvorhaben auf mögliche, geeignete Begrünung und Baumpflanzung prüfen; Klimaanpassung frühzeitig in der Planungsphase berücksichtigen (z. B. Röntgenring, untere Juliuspromenade, Semmelstraße)
- Mittelfristig: Exemplarische Gestaltung eines Straßenzuges (Richtung Landesgartenschau-Gelände) als „grüner Finger“ mit Fassadengrün, Entsiegelung von Verkehrsflächen, Umwandlung von einzelnen Parkplätzen um Bäume zu pflanzen, etc...
- Mittel- und langfristig: Gründächer für Neubauten im Innenstadtbereich generieren (unter Berücksichtigung regenerativer Energien: Kombination mit aufgeständerten PV-Anlagen prüfen)
- Langfristig: Offene Wasserführung /-flächen zur „Stadtkühlung“ etablieren
- Langfristig: Weiterentwicklung des Ringparks (Entwicklung eines Gesamtkonzeptes, Brüche im Freiraumzusammenhang (Berliner Platz, Hauptbahnhof, Bereich Friedensbrücke) schließen)

#### Erste Schritte

1. Fokussierung auf die Entlastung des „Hot Spots“ Marktplatz durch die kurzfristig realisierbare und öffentlichkeitswirksame Maßnahme „Wanderbaumkarree“ für einige Wochen
2. Auftakt öffentlichkeitswirksam inszenieren
3. Wanderbaumprojekt durch begleitende Umfragen und Messungen evaluieren
4. Weitere Projekte initiieren - siehe Kurzbeschreibung.

#### Wer übernimmt die Verantwortung für die Weiterentwicklung der Skizze?

Stadt Würzburg, Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz, Fachbereich Stadtplanung  
Klimaschutzmanager  
Netzwerk Stadtklima

#### Weitere Partner

Friedhofsverwaltung Würzburg,  
Baumschulen im Stadtgebiet,  
Gartenamt Würzburg, Botanischer Garten,  
Liegenschaftsverwaltungen von katholischer und evangelischer Kirche in Würzburg, Bayerische Schlösser- und Seenverwaltung

#### Beispiel:

Gute Konzepte und Beispiele im Bereich klimawandelgerechte Stadtentwicklung  
<http://www.stadtklimatse.net/good-practices/>

## **8.3 Maßnahmen aus gutachterlichen Vorschlägen**

### **8.3.1 Verbrauchergruppe private Haushalte**

Gemessen am thermischen und elektrischen Endenergieverbrauch im Stadtgebiet Würzburg liegt der Anteil der privaten Haushalte bei etwa 28 %. In der vorhergehenden Betrachtung des Minderungspotenzials wurden bereits deutliche Einsparpotenziale im Bereich der Wärmedämmung der Wohngebäude sowie der Energieeffizienz ermittelt. Um die Potenziale nutzen zu können, gilt es Maßnahmen zu ergreifen und entsprechend zu handeln.

Die wichtigste Grundlage für das Ergreifen von Maßnahmen und Handlungen liegt darin, den Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten im eigenen Haushalt zu kennen. Nur wer sich über seine Energiekosten im Klaren ist, wird ein Gespür dafür entwickeln, wie relevant eine effiziente Energieversorgung für die Haushaltskasse und für die Umwelt ist. Die Ermittlung des jährlichen Energieverbrauchs und der jährlichen Kosten sowie eine Einordnung und Bewertung (Ermittlung von Kenngrößen als Vergleichswert, z. B. Energieverbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche) sind für weitere Maßnahmen eine wichtige Grundlage.

Die richtige Herangehensweise an die Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. der einhergehenden Umweltauswirkungen liegt darin, zunächst

- den Endenergieverbrauch zu senken (z. B. durch Wärmedämmung) und anschließend
- eine effiziente Deckung des reduzierten Bedarfs, z. B. durch den
- Einsatz erneuerbarer Energieträger sicherzustellen

Nachfolgend ist ein allgemeiner Überblick der Handlungsempfehlungen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ dargestellt, die sich im Rahmen dieser Studie herauskristallisiert haben. Anschließend werden einige dieser Empfehlungen nochmals detailliert erläutert.

| Maßnahmenkatalog mit Handlungsempfehlungen           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verbrauchergruppe private Haushalte und Kleingewerbe |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| -> <b>Gebäudehülle</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lokalisierung von Schwachstellen im Ist-Zustand (z.B. mittels Thermographie)</li> <li>- Schwachstellenanalyse: <ul style="list-style-type: none"> <li>ungedämmte oberste Geschößdecken, ungedämmtes Dach</li> <li>undichte Fenster mit überschrittener Lebensdauer</li> <li>Wärmebrücken durch auskragende Betonteile (z.B. Balkone)</li> </ul> </li> <li>- Ganzheitliche und lückenlose Sanierung der Gebäudehülle (Energieberater)</li> <li>- vorausschauende und langfristige Denkweise</li> <li>- Einsatz natürlicher Dämmstoffe</li> </ul>     |
| -> <b>Wärmeversorgung</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brenner- und/oder Kesseltausch bei veralteter und ineffizienter Technik</li> <li>- Auswahl einer effizienten Anlagentechnik (z.B. Brennwerttechnik)</li> <li>- Überprüfung der Einsatzmöglichkeit erneuerbarer Energien o. Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW, Solarthermie, Wärmepumpe, Biomasse, Nahwärmeanschluss)</li> <li>- Dämmung von ungedämmten Heizungsverteilungen und Rohrleitungen</li> <li>- Überprüfung der Systemtemperaturen, wenn möglich absenken</li> <li>- Hydraulischen Abgleich durchführen (Effizienz bei der Umwälzung)</li> </ul> |
| -> <b>Elektrogeräte</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung der Energieeffizienz der installierten Haushaltsgeräte<br/>z.B. Kühlschrank, Gefriertruhe, Wäschetrockner, Waschmaschine, Geschirrspüler</li> <li>- Austausch von „stromfressenden“ ungeregelten Heizungspumpen</li> <li>- Vermeidung von unnötigen Stand-By Verlusten</li> <li>- Beachtung des Energieverbrauchs bei der Neuanschaffung von Elektrogeräten</li> </ul>                                                                                                                                                                  |
| -> <b>Beleuchtung</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung von Glühlampen bei Neuanschaffungen</li> <li>- Einsatz von Energiesparlampen und LED</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| -> <b>Einsatz erneuerbarer Energien</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Installation einer Photovoltaikanlage mit der Möglichkeit der Eigenstromnutzung</li> <li>- Installation einer Solarthermieranlage</li> <li>- Einsatz von regionalen erneuerbaren Energieträger zur gleichzeitigen regionalen Wertschöpfung</li> <li>- Überprüfung der Möglichkeit eines Anschlusses an die bestehenden Fernwärmenetze der WVV</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |

Abbildung 52: Maßnahmenkatalog private Haushalte und Kleingewerbe (IfE, 2012)

### **8.3.1.1 Sanierung der privaten Wohngebäude**

In Kapitel 4.2.1.1 wurde das energetische Einsparpotenzial durch die Sanierung des Gebäudebestandes im Stadtgebiet Würzburg berechnet. In Summe könnte der thermische Endenergiebedarf hierdurch bis zum Jahr 2020 um rund 104.207 MWh gesenkt werden. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 23.400 Tonnen pro Jahr (Sanierungsrate von 2 % pro Jahr bis zum Jahr 2020).

Die Investitionskosten für die Umsetzung der 2%-igen Sanierungsrate belaufen sich bis zum Jahr 2020 auf rund 322.000.000 Euro. Dies entspricht jährlichen Investitionen in Höhe von rund 32.200.000 Euro pro Jahr. Dies sind enorme Summen, die ohne Unterstützung auf Bundesebene von einer Stadt und deren EinwohnerInnen nur schwierig gestemmt werden können. Jedoch muss hierbei berücksichtigt werden, dass sich eine energetische Gebäudesanierung in vielerlei Hinsicht auszahlt.

Fachmännisch geplante und durchgeführte Sanierungsmaßnahmen vermeiden Bauschäden, schützen die Bausubstanz und stärken die regionale Wertschöpfung. Durch die Sanierung steigt zudem der Wert des Hauses. Durch die wärmetechnische Gebäudesanierung wird auch das Raumklima verbessert. Der Dämmstoff verhindert den raschen Verlust der Wärme nach außen und erhöht die Temperatur auf der Bauteilinnenseite. Das Problem mit feuchten Wänden kann somit vermieden werden. Hierdurch wird die Gefahr von Feuchtigkeitsschäden und Schimmel erheblich gemindert.

Zudem müssen die steigenden Brennstoffpreise berücksichtigt werden. Unter der Annahme einer jährlichen Preissteigerung von rund 5 % würde bspw. der Heizölpreis im Jahr 2020 auf rund 1,25 Euro je Liter netto ansteigen. Benötigt ein Einfamilienhaus aktuell rund 4.000 Liter Heizöl pro Jahr, belaufen sich die Brennstoffkosten im Jahr 2020 bereits auf jährlich rund 5.000 Euro netto. Langfristig werden die zusätzlichen Ausgaben für die Sanierung über die Heizkosten eingespart. Wenn ohnehin Baumaßnahmen ins Haus stehen, sind energetische Modernisierungen wirtschaftlicher (Sowieso-Kosten).

Durch Musterhäuser bzw. modellhaft nach einem hohen Standard komplett sanierte Gebäude sollte im Stadtgebiet Würzburg für unterschiedliche Gebäudetypen gezeigt werden, wie integrierte Sanierungsmaßnahmen fachmännisch durchgeführt werden können. Insbesondere sollte hier auch demonstriert werden, wie sich eine Sanierung wirtschaftlich und unter Einbindung des örtlichen Handwerks, der Gewerbebetriebe und der Baufinanzierer ausführen lässt. Mögliche staatliche Fördermöglichkeiten sollten hierbei dargestellt und exemplarisch ausgeschöpft werden. Der Vorzeigecharakter ist ausschlaggebend und soll Nachahmer motivieren.

### **8.3.1.2 Anschluss an das Fernwärmenetz der WVV**

Die BürgerInnen bzw. WohnungsinhaberInnen sollten intensiv über die Vorteile der Kraft-Wärme-Kopplung informiert werden. Der Anschluss weiterer privater Wohngebäude an das Fernwärmenetz der WVV könnte den CO<sub>2</sub>-Ausstoß noch deutlich senken und sollte daher weiter forciert werden. Hierfür wurde im Rahmen dieser Studie ein umfassendes Wärmekataster entworfen, welches der WVV mit verschiedenen Anschlussdichten zur Verfügung gestellt wurde. Basierend hierauf wurde bereits während der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes an weiteren Ausbauszenarien gearbeitet.

### **8.3.1.3 Ausbau von Solarthermie und Photovoltaik**

Es zeigt sich, dass das größte ungenutzte Solarthermie-Potenzial in Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten liegt. Besonders bei diesen Gebäuden ist eine wirtschaftliche Installation von Solarthermie in vielen Fällen zu erreichen. Durch eine Solarthermie-Anlage kann der Brennstoffverbrauch eines Hauses deutlich gesenkt werden, insbesondere, wenn die Anlage nicht nur zur Warmwasserbereitung, sondern auch zur Heizungsunterstützung genutzt wird. Dadurch werden nicht nur die laufenden Kosten des Eigentümers gesenkt, sondern auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Für Informationen zum Potenzial von Mehrfamilienhäusern empfiehlt sich eine Zusammenarbeit mit den regionalen Energieberatern und der WVV.

Auch der weitere Zubau von Photovoltaik auf privaten Wohngebäuden bildet einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stadtgebiet Würzburg. Durch die stark steigenden Stromkosten (möglichst hohe Stromeigennutzung), der Vergütung durch das EEG, die sinkenden Investitionskosten und die hiermit verbundene Rendite ist die Anzahl der Photovoltaikanlagen in den vergangenen Jahren stark angestiegen. Dennoch besteht im Stadtgebiet Würzburg noch ein Ausbaupotenzial von rund 57.600 kWp (siehe Kapitel 4.3.3). Die Erschließung dieses Ausbaupotenzials ist maßgeblich von der aktuellen EEG-Vergütung, den Stromkosten und den Investitionskosten abhängig. Hier hat die Stadt Würzburg keinen direkten Einfluss. Jedoch kann sie durch weitere Öffentlichkeitsarbeit die Vorteile der Photovoltaik beleuchten und so den BürgerInnen näher bringen.

### **8.3.2 Verbrauchergruppe kommunale Liegenschaften**

Die Kommune spielt im Klimaschutz eine entscheidende Rolle und sollte deshalb eine Vorbildfunktion einnehmen.

Das Ziel sollte sein, den privaten Haushalten und Betrieben mit Musterbeispielen (z. B. Modellsanierungen kommunaler Liegenschaften, größte Effizienz bei elektrischen Antrieben und Beleuchtung) voranzugehen und diese zu animieren, da das absolute CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial gemessen am Gesamtumsatz nur gering ist. Zum anderen kann die Kommune auch eine Basis für den Einstieg der BürgerInnen in die Nutzung erneuerbarer Energien sein (z. B. Anschluss weiterer kommunaler Liegenschaften an die Nahwärmenetze, etc.).

Die richtige Herangehensweise an die Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. der einhergehenden Umweltauswirkungen liegt darin, zunächst

- den Endenergieverbrauch zu senken (z. B. durch Wärmedämmung) und anschließend
- eine effiziente Deckung des reduzierten Bedarfs, z. B. durch den
- Einsatz erneuerbarer Energieträger sicherzustellen

Nachfolgend ist ein allgemeiner Überblick der Handlungsempfehlungen in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ dargestellt, die sich im Rahmen dieser Studie herauskristallisiert haben. Anschließend werden einige dieser Empfehlungen nochmals detailliert erläutert.

| Maßnahmenkatalog mit Handlungsempfehlungen                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verbrauchergruppe kommunale und öffentliche Gebäude                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| -> <b>Sanierung des kommunalen Gebäudebestandes</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung eines Energiemanagementsystems</li> <li>- Installation eines Gebäudeleitsystems mit zentraler Regelung und Steuerung</li> <li>- Entwicklung von Energiesparmodellen an Schulen und Kindertagesstätten</li> <li>- Ermittlung des spez. Energieverbrauchs (Benchmarking)</li> <li>- Überprüfung der Energieeffizienz der installierten Anlagentechnik</li> <li>- Erstellung einer Prioritätenliste für den Handlungsbedarf</li> <li>- Gezielte energetische Sanierung</li> <li>- Definition von Energiestandards</li> <li>- Schulung der Mitarbeiter bzgl. Energieeffizienz</li> </ul> |
| -> <b>Ausbau erneuerbare Energieträger</b>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anschluss weiterer Liegenschaften an Fernwärmenetz der WVV</li> <li>- Ausbau von Bürgersolaranlagen</li> <li>- Ausweisung geeigneter Flächen und Standorte zur Errichtung und Initiierung von PV-Projekten mit Bürgerbeteiligung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| -> <b>Betriebsoptimierung</b>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transparenz beim Stromverbrauch</li> <li>- Aufbau eines Klimaschutz-Controllingsystems</li> <li>- Ökologisches Beschaffungswesen</li> <li>- Kontrolle und Steigerung der Effizienz der Kläranlage und Pumpwerke</li> <li>- Mögliche Abwärmenutzung der Kläranlage</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| -> <b>Öffentliche Beleuchtung / Straßenbeleuchtung</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- langfristige und weitsichtige Lichtplanung</li> <li>- Stand der Technik neuer Technologien (z. B. LED)</li> <li>- Austausch der Straßenbeleuchtung</li> <li>- bei Neubauten auf effiziente Technologien achten</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| -> <b>Umstrukturierung der öffentlichen Kfz- Flotte</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung von unnötigen Fahrten</li> <li>- Nutzung von Kraftstoffen mit besserer CO<sub>2</sub>- Bilanz als Diesel oder Benzin</li> <li>- Vorreiter bei der Nutzung alternativer Technologien</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| -> <b>Bauleitplanung</b>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Innenentwicklung vor Außenentwicklung</li> <li>- Leitplanung zur Sanierung von Altbauten im Innenstadtbereich</li> <li>- Vorgabe von Baustandards bei der Ausweisung von Neubaugebieten</li> <li>- Berücksichtigung des künftigen Wohnbedarfs (z.B. demografischer Wandel)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| -> <b>Interkommunale Zusammenarbeit / Öffentlichkeitsarbeit / Anreizprogramme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mögliche Bestellung eines Klimaschutzmanagers</li> <li>- Informationsveranstaltungen / Workshops</li> <li>- Förderprogramme zur Steigerung der Energieeffizienz im Sektor GHD/Industrie</li> <li>- Aktionsprogramme mit regionalen Handwerkern zur Stärkung der regionalen Wertschöpfung (z.B. Heizungspumpentausch, etc.)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| -> <b>Nutzerverhalten in Kommunen</b>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung des Nutzerverhaltens in den Verwaltungen</li> <li>- Mitarbeiterschulungen zur Energieeffizienz</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Abbildung 53: Maßnahmenkatalog kommunale und öffentliche Gebäude (IfE, 2012)

### **8.3.2.1 Energetische Untersuchung und Schwachpunktanalyse in der Stadtbücherei**

Im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Würzburg wurde das Falkenhaus/Falkenhof (Stadtbücherei) einer energetischen Untersuchung mit Stärken- / Schwächenprofil unterzogen und konkrete Handlungsempfehlungen entwickelt. Hierbei haben sich einige übergeordnete strategische Maßnahmen gezeigt, die auch auf andere kommunale Liegenschaften übertragen werden können.

#### **Allgemeines zum Gebäudekomplex Falkenhof/Falkenhaus**

Im Jahr 1993 beschloss der Stadtrat die umfassende Sanierung, den Umbau und die Erweiterung des Hauses zum Falken (1997 - 2000) sowie den Abbruch und Neubau des Falkenhofes (1993 - 1996), mit dem Ziel, das Maximum an Nutzfläche für die Stadtbücherei zu erreichen. Das Bauvorhaben wurde, unter Aufrechterhaltung des Bücherei- und Bürobetriebes, in zwei getrennten Bauabschnitten verwirklicht.

Neben der Stadtbücherei und der Tourist Info (rund 2.900 m<sup>2</sup> Nutzfläche) sind im Gebäudekomplex noch die Confiserie Bossert (rund 35 m<sup>2</sup>), die Betreuungsstelle (rund 74 m<sup>2</sup>), die alte Hausmeisterwohnung (heute Büro; rund 111 m<sup>2</sup>) und das Studio der Stadtbücherei mit Betreuungsstelle (rund 243 m<sup>2</sup>) untergebracht. Die gesamte Nutzfläche beläuft sich folglich auf rund 3374 m<sup>2</sup>. Die tägliche BesucherInnenzahl beläuft sich auf rund 2.000 Personen pro Tag. Derzeit sind ca. 45 Personen angestellt.

#### **Energetische Untersuchung des Ist-Zustandes**

Im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung mit den beteiligten Akteuren der Stadt wurde die energietechnische Infrastruktur aufgenommen.

#### **Wärmeversorgung**

Die Beheizung des Gebäudekomplexes erfolgt über Fernwärme der WVV. Hierfür sind im Kellergeschoss des Gebäudes zwei Dampf-Wärmetauscher mit einer Leistung von je 175 kW installiert (Baujahr 1994). Zudem sind zwei Warmwasser-Boiler vorhanden. In der Heizungsverteilung sind zum Großteil noch Stufenpumpen installiert. Zudem ist ein Heizungsmanagement eingerichtet, welches anhand eines vorprogrammierten Nutzungsprofils die Heizzeiten regelt. Die Beheizung bei abweichenden Nutzungszeiten (z. B. durch Lesungen, vermietete Tagungsräume, etc.) wird händisch geregelt.

Die Beheizung des Kellergeschosses (v. a. Archiv) erfolgt über eine Lüftungsanlage mit Wärmeregister (Umwälzung ca. 3.000 m<sup>3</sup>/h), welche nach Auskunft des technischen Personals täglich von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr in Betrieb ist.

Das Erdgeschoss wird über eine Fußbodenheizung beheizt. Zudem sind ein automatischer Sonnenschutz und eine automatische Fensterkipfung am Glasbau installiert (Regelung über Regen-Wind-Lichtsensor). Nach Auskunft des Personals in der Bibliothek funktioniert diese Einrichtung auch meist zuverlässig.

Die Beheizung des 1. Obergeschosses erfolgt ebenfalls über eine Fußbodenheizung. Auch hier sind ein automatischer Sonnenschutz und eine automatische Fensterkipfung am Glasbau installiert.

Die Beheizung des 2. Obergeschosses erfolgt zum Teil über Heizkörper, zum Teil über Fußbodenheizung. Die Heizkörper werden direkt über ein Thermostatventil ein- bzw. ausgeschaltet.

Die Beheizung im 3. Obergeschoss (Studio) erfolgt über Heizkörper, welche direkt über ein Thermostatventil ein- bzw. ausgeschaltet werden. Die Fenster im Studio dürfen aufgrund von Sicherheitsbestimmungen nicht geöffnet werden. Hierdurch wird es im Sommer häufig sehr warm.

Für die Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs wurde auf Abrechnungen der Stadt Würzburg zurückgegriffen. In Summe beläuft sich der witterungsbereinigte thermische Energieverbrauch auf rund 200.000 kWh pro Jahr (siehe Tabelle 23).

|            | <b>Wärmebedarf</b>  | <b>GTZ</b> | <b>wittber.<br/>Wärmebedarf</b> |
|------------|---------------------|------------|---------------------------------|
|            | [kWh/a]             | [-]        | [kWh/a]                         |
| Wärme 2008 | 182.595             | 0,96       | 190.203                         |
| Wärme 2009 | 188.940             | 0,93       | 203.161                         |
| Wärme 2010 | 216.505             | 1,08       | 200.468                         |
| Wärme 2011 | 176.249             | 0,86       | 204.941                         |
|            | <b>→ Mittelwert</b> |            | <b>199.693</b>                  |

**Tabelle 23: Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs im Falkenhaus/Falkenhof (IfE, 2012)**

### **Stromverbrauch**

Strom wird im Falkenhof/Falkenhaus insbesondere für die Beleuchtung und für die Nutzung der technischen Infrastruktur (PC, Drucker, Lüftungsanlage, etc.) benötigt.

Bei der Beleuchtung wird schon seit Jahren auf Energieeffizienz geachtet. So sind bereits seit vielen Jahren Energiesparlampen und T5 Leuchtstoffröhren installiert. Desweiteren wurden im Jahr 2011 rund 50 Halogen-Ausstellungsstrahler (inkl. Schaufenster) gegen LED-Leuchten getauscht. Die jährliche Stromeinsparung dieser Maßnahme beläuft sich auf rund 6.500 kWh.

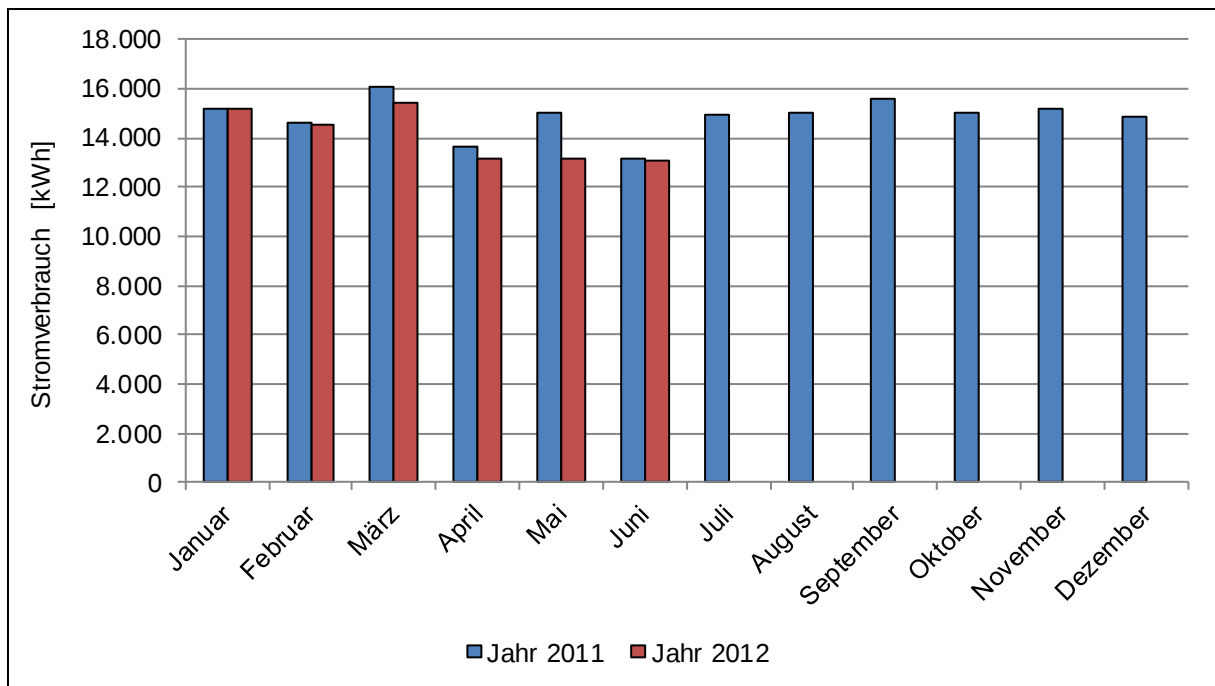


Abbildung 54: Der monatliche Stromverbrauch im Falkenhaus (IfE, 2012)

### Bewertung des Energieverbrauchs im Ist-Zustand anhand eines Benchmarking

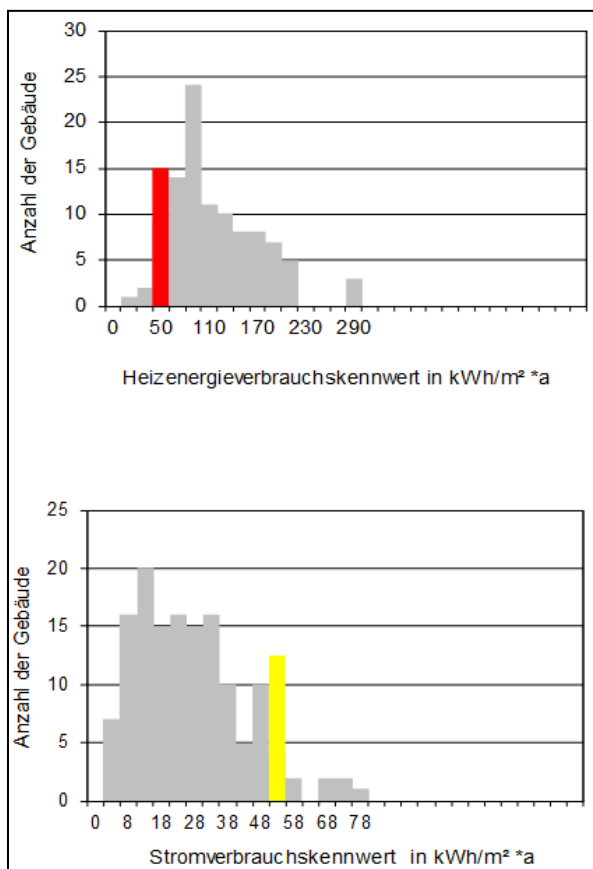


Abbildung 55: Ergebnisse des energetischen Benchmarking für die Stadtbibliothek (IfE, 2012)

Um den aktuellen thermischen und elektrischen Verbrauch einstufen zu können wird auf ein Benchmarking nach der VDI 3807-1 zurückgegriffen. Im Rahmen dieses Benchmarking wird der thermische und elektrische Verbrauch mit dem von mehr als 100 Bibliotheksgebäuden in Deutschland verglichen und bewertet. Das Ergebnis des Benchmarking ist in Abbildung 53 dargestellt.

Es zeigt sich, dass der thermische Energieverbrauch mit rund 60 kWh/m²\*a einen im Vergleich sehr guten Wert aufweist. Das untere Quartilsmittel (anzustrebender Wert) beträgt 50 kWh/m²\*a.

Der spezifische Stromverbrauch beläuft sich auf rund 53 kWh/m²\*a und weist einen vergleichsweise hohen Wert auf. Hier zeigt sich auf den ersten Blick ein hohes Einsparpotenzial.

## **Handlungsempfehlungen**

Nachfolgend werden einige Handlungsempfehlungen aufgeführt, die sich durch die Schwachpunktanalyse aus der Vor-Ort Begehung und in Abstimmung mit den beteiligten Akteuren der Stadt Würzburg gezeigt haben.

### **Beleuchtung**

Die Beleuchtung in der Stadtbücherei befindet sich auf dem aktuellen Stand der Technik. Durch viele dunkle Bereiche in der Bibliothek lässt sich eine Reduzierung der Beleuchtungsstunden nur sehr schwierig erreichen. In Bereichen mit schwankenden Lichtverhältnissen empfiehlt es sich, die Installation einer Konstantlichtsteuerung zu prüfen. Hierbei müssten neue Hauptvorschaltgeräte und mehrere Lichtsensoren installiert werden. Für diese Maßnahme sollte vorab eine umfassende Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden. Zudem muss beachtet werden, dass die Sicherungspflicht (z. B. auf Treppen) weiterhin gewährleistet wird. Die Prüfung dieser Maßnahme und ggf. eine Umrüstung könnten im Jahr 2013 durchgeführt werden, da aufgrund von Renovierungsmaßnahmen die Bibliothek für voraussichtlich 2 Wochen geschlossen werden muss.

Desweiteren sollte ein Ersatz aller Leuchtmittel in festen Intervallen durchgeführt werden, da dies im Gegensatz zum „Austausch bei Defekt“ häufig zu geringeren Installations- und Investitionskosten führt.

Die Umrüstung aller Leuchtmittel auf LED wäre mit hohen Investitionskosten verbunden, da neben den Leuchtmitteln selbst auch neue Vorschaltgeräte notwendig sind. Bei sinkenden Preisen der LED-Leuchtmittel sollte dieses Thema jedoch wieder aufgegriffen werden.

### **Wärmeversorgung und verteilung**

#### **Heizungspumpen**

In der Heizungsverteilung sind zum Großteil noch Stufenpumpen installiert. Diese sollten zeitnah gegen geregelte Pumpen ausgetauscht werden. Das elektrische Einsparpotenzial liegt häufig bei mehr als 50 %, die Amortisationszeit bei wenigen Jahren. Die kommunalen Gebäude haben großen Vorbildcharakter und sollten deshalb mit den effizientesten Techniken ausgestattet sein. Insbesondere bei der Prüfung und Kontrolle durch Wartungsarbeiten sollte unmittelbar darauf hingewiesen werden, dass nur die effizientesten Heizungspumpen zum Einsatz kommen sollen.

#### **Regelung der Heizkörper im 2. und 3. Obergeschoss**

Derzeit werden die Heizkörper im 2. und 3. Obergeschoss durch die MitarbeiterInnen bzw. die BesucherInnen aufgedreht. Dies führt dazu, dass die Heizkörper häufig auch ohne Nutzen angestellt sind. Hier sollte geprüft werden, ob die Regelung z. B. über temperaturgesteuerte Sensoren erfolgen kann.

#### **Heizungsmanagement und Störungsmeldungen**

In der Stadtbibliothek ist ein Heizungsmanagement eingerichtet, welches anhand eines vorprogrammierten Nutzungsprofils die Heizzeiten regelt. Die Beheizung bei abweichenden Nutzungszeiten (z. B. durch Lesungen, vermietete Tagungsräume, etc.) wird händisch eingeschaltet. Künftig wäre es sinnvoll, die Stadtbibliothek auf das zentrale Gebäudemanagement der Stadt Würzburg aufzuschalten. Neben der regelmäßigen

Verbrauchskontrolle bestünde hierdurch auch der Anschluss an die Störungszentrale. Insbesondere durch die träge Fußbodenheizung werden die Störungen bisher erst sehr spät erkannt.

### **Optimierung der Lüftungsanlage im Archiv**

Derzeit wird die Lüftungsanlage im Archiv zu festen Zeiten betrieben. Künftig wäre es sinnvoll zu prüfen, ob der Betrieb der Lüftung auch nach Parametern wie Feuchte, Temperatur, etc. erfolgen kann. Hierdurch können u. U. die Betriebsstunden und folglich der Stromverbrauch reduziert werden.

### **Luftzug im Eingangsbereich**

Nach Auskunft der Angestellten ist insbesondere in den Wintermonaten ein starker Luftzug im Eingangsbereich zu spüren. Dieser führt dazu, dass die Heizung häufig zu warm eingestellt wird. Es sollte über die Einbringung einer weiteren Türe bzw. eine Umgestaltung des Eingangsbereiches nachgedacht werden.

### **Möglicher Einbau von gesicherten Kippfenstern im Studio**

Im 3.Obergeschoss der Stadtbibliothek dürfen aus Sicherheitsgründen die Fenster auf der nach außen gewandten Seite nicht geöffnet werden. Hierdurch wird ein möglicher Luftzug durch das Studio vermieden, was an heißen Sommertagen zu sehr hohen Temperaturen in diesem Bereich führt. Es sollte geprüft werden, ob ein möglicher Einbau von gesicherten Kippfenstern möglich ist.

Neben diesen konkreten Optimierungsmaßnahmen für die Stadtbibliothek sind zudem Optimierungspotenziale aufgefallen, welche auch auf weitere kommunale Liegenschaften übertragen werden können:

- Nach Auskunft der MitarbeiterInnen findet nur selten, bzw. keine Schulung zu möglichen Energiesparmaßnahmen wie Heizverhalten, Lüftungsverhalten, Vermeidung von Stand-By Betrieb etc. statt. Hier sollte eine regelmäßige Schulung der MitarbeiterInnen durch einen externen Spezialisten (u. U. Energiespezialist der Stadt) durchgeführt werden. Gerade durch das veränderte Nutzerverhalten sind in kommunalen Liegenschaften erhebliche Einsparpotenziale vorhanden.
- Es erfolgt derzeit noch keine zentrale Erfassung des Energieverbrauchs (Strom und Wärme) in den kommunalen Liegenschaften. Bei der Beschaffung der Energieverbrauchsdaten für die Stadtbibliothek musste über mehrere Stellen der Energieverbrauch anhand von Abrechnungen herausgesucht werden. Hier bietet es sich an, künftig sämtliche Verbrauchsdaten (am besten monatlich) an eine Stelle der Stadt (z. B. FB Umwelt- und Klimaschutz) weiterzuleiten, die diese dann zentral bündelt. Diese Stelle sollte anschließend die Verbrauchsdaten an die einzelnen kommunalen Liegenschaften weiterleiten. Die regelmäßige Erfassung des energetischen Verbrauchs und der Vergleich unter den einzelnen Monaten stellen immer die erste Stufe zur Energieeinsparung dar.
- Neben der Stadtbücherei sind viele weitere Liegenschaften nicht an das zentrale Gebäudemanagement der Stadt angeschlossen. Somit sind sie auch nicht in die Störungszentrale integriert. Im Falle der Stadtbibliothek bedeutet dies beispielsweise, dass eine Heizungsstörung durch die träge Fußbodenheizung erst spät erkannt und darauf reagiert werden kann. Es wird empfohlen, sämtliche kommunale Liegenschaften an das zentrale Gebäudemanagement aufzuschließen und zu überwachen. Ggf. bedarf

es hier der Einstellung von weiterem Personal. Durch die zentrale Steuerung und Regelung z. B. der Heizung können jedoch häufig rund 15 % der Heizkosten im Vergleich zum Ist-Zustand eingespart werden.

- Im Falle der Stadtbücherei ist aufgefallen, dass in der Heizungsverteilung noch Stufenpumpen installiert sind. Diese werden nach Auskunft der MitarbeiterInnen durch eine Wartungsfirma bei Defekt ersetzt. Es sollte von einer zentralen Stelle der Stadt angewiesen werden, dass in den kommunalen Liegenschaften nur die effizientesten Geräte installiert werden.
- Zudem gestaltet sich der verwaltungstechnische Aufwand bei einem energietechnischen Missstand oder einer sinnvollen energiesparenden Maßnahme auf der Verwaltungsebene als sehr schwierig und zeitaufwändig. Es sollte von einer zentralen Stelle der Stadt angewiesen werden, dass in den kommunalen Liegenschaften nur die effizientesten Geräte angeschafft werden, ohne den umständlichen Schritt, über mehrere Verwaltungsbereiche gehen zu müssen.
- Die Hausmeistertätigkeiten werden in der Stadtbibliothek und auch in vielen weiteren kommunalen Liegenschaften nicht von Fachkundigen erledigt, sondern müssen von den Angestellten neben ihrer eigentlichen Tätigkeiten durchgeführt werden. Insbesondere das Thema Energieeffizienz leidet hierdurch erheblich, da aus zeitlichen Gründen eine gründliche Vorgehensweise meist gar nicht möglich ist. Es sollte geprüft werden, ob die Einrichtung einer zentralen Stelle in der Stadtverwaltung, welche sich in allen Liegenschaften um die Energieeinsparmöglichkeiten und Effizienzsteigerungspotenziale kümmert, möglich ist.

### **Zusammenfassung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Im Rahmen dieser Studie wurden nach einer Vor-Ort Begehung mit den relevanten Akteuren der Stadt, der energetische Ist-Zustand des Falkenhof/Falkenhaus aufgenommen und basierend darauf verschiedene Handlungsempfehlungen dargestellt, um den thermischen und elektrischen Energieverbrauch zu senken.

Im Bereich der Wärmeversorgung wird durch die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen ein thermisches Einsparpotenzial in Höhe von rund 15 %, entsprechend rund 30.000 kWh pro Jahr prognostiziert. Unter der Annahme eines Netto-Wärmepreises in Höhe von 8 Cent/kWh entspricht dies einer jährlichen Einsparung in Höhe von rund 2.500 Euro. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung beläuft sich auf rund 5,5 Tonnen.

Im Bereich der Stromversorgung wird durch die Umsetzung der Maßnahmen ein elektrisches Einsparpotenzial in Höhe von rund 20 %, entsprechend rund 35.000 kWh pro Jahr prognostiziert. Unter der Annahme eines Netto-Strompreises in Höhe von 15 Cent/kWh entspricht dies einer jährlichen Einsparung in Höhe von rund 5.300 Euro. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung beläuft sich auf rund 14 Tonnen.

#### **8.3.2.2 Umrüstung der Straßenbeleuchtung**

Bei einer langfristigen, flächendeckenden Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf die LED-Technik mit optimiertem Regelsystem könnten im gesamten Stadtgebiet jährlich bis zu 3.127 MWh elektrische Endenergie im Vergleich zum Ist-Zustand eingespart werden (entsprechend rund 51 %), was einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses um 1.250 Tonnen pro Jahr entspricht.

Bei Investitionskosten von rund 350 Euro/Leuchtmittel ergeben sich bei einer Umrüstung auf LED-Technik (langfristiges Potenzial) Investitionskosten von rund 8.300.000 Euro. Um den

Investitionsfluss im Haushalt der Stadt Würzburg zu stabilisieren, sollte ein Mehrjahresprogramm für die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf die LED-Technik eingerichtet werden. Es muss jedoch erwähnt werden, dass bislang nur wenige Langzeiterfahrungen über die Straßenbeleuchtung mit LED-Technik existieren. Hierdurch können mögliche weitere Investitionskosten entstehen, welche den Amortisationszeitraum deutlich verlängern können.

### 8.3.2.3 Sanierung der kommunalen Liegenschaften

In der Sanierung privater Wohngebäude steckt einer der größten „Hebel“ zur Energieeinsparung. Jedoch hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass der Kommune eine entscheidende Vorreiterrolle und Vorbildfunktion zukommt, um die privaten Hauseigentümer zu einer energetischen Sanierung zu bewegen (diese Vorbildfunktion wird zudem durch das EEWärmeG gefordert).

Um den Investitionsfluss zu stabilisieren, sollte ein Mehrjahresprogramm für die Sanierung der kommunalen Liegenschaften eingerichtet werden. Wenn die kommunalen Gebäude bis 2020 mit einer jährlichen Sanierungsrate von 3 % saniert werden (thermisches Einsparpotenzial rund 6.475 MWh/a, entsprechend rund 17 %), können hierdurch rund 1.340 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden. Hierzu sind jedoch finanzpolitische Weichenstellungen und Schwerpunktsetzungen der kommunalen Entscheidungsträger erforderlich.

Unter Berücksichtigung eines Brennstoffpreises in Höhe von 8 Cent/kWh beträgt das jährliche finanzielle Einsparpotenzial rund 518.000 Euro.

### 8.3.2.4 Photovoltaik auf Konversionsflächen und sonstigen Freiflächen

Neben der Möglichkeit der Aufdachanlagen besteht weiterhin die Möglichkeit, PV auf Konversionsflächen und sonstigen Freiflächen zu installieren. Es sollte z. B. die Möglichkeit der Installation von Photovoltaik neben **Bahntrassen, Bundesautobahnen o. Ä.** entsprechend § 32 EEG geprüft werden. Hierfür müssten jedoch zunächst geeignete Gebiete im Planungsverfahren ausgewiesen werden.

### 8.3.3 Verbrauchergruppe GHD/Industrie

Die Verbrauchergruppe „GHD/Industrie“, an der hauptsächlich die Arbeitsplätze der Region hängen, stellt neben den privaten Verbrauchern und dem Verkehr die dritte Hauptsäule des Energieverbrauchs und dementsprechend der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stadtgebiet Würzburg dar.

Da jedoch gerade in diesem Bereich, in dem betriebsbedingt eine Vielzahl verschiedener Verbrauchsstrukturen vorliegen, die Aufstellung eines konkreten Maßnahmen- und Handlungskataloges nicht pauschal möglich ist, werden hier wichtige Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs, Steigerung der Effizienz und Verringerung der Umweltwirkung allgemein dargestellt.

In jedem Falle sollte geprüft werden, bei welchen Betrieben die Nutzung der Niedertemperaturwärme (ca. 90°C) in den Fernwärmenetzen für Produktionszwecke möglich ist. Das im Rahmen dieser Studie ausgearbeitete Wärmekataster bildet hierfür eine wichtige Grundlage.

Auch in dieser Verbrauchergruppe gilt, dass der erste Schritt zur Ermittlung der Schwachpunkte und die Grundlage der Umsetzung von Maßnahmen eine

- Erfassung und Dokumentation der Energieumsätze (Verbrauch, Kosten) ist, die zur
- Lokalisierung der Energieschwerpunkte beiträgt.

| Maßnahmenkatalog mit Handlungsempfehlungen                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verbrauchergruppe GHD/Industrie                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| -> <b>Heizungsversorgung</b>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung von gewachsenen Versorgungsstrukturen hinsichtlich Anlageneffizienz</li> <li>- Stand der Technik</li> <li>- Möglichkeit von Vernetzungen / betriebliches Wärmenetz mit effizienter zentraler Wärmebereitstellung</li> <li>- effiziente Wärmeverteilung und Übergabe</li> <li>- Einsatzmöglichkeit von Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung</li> <li>- Möglichkeit der Einspeisung von Prozessabwärme</li> <li>- Abwärmenutzung, Wärmerückgewinnung, Luftvorwärmung (z.B. in Lackierbetrieben)</li> <li>- Überprüfung des Einsatzes Erneuerbarer Energieträger zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>- Bilanz und Steigerung der Wirtschaftlichkeit</li> <li>- Möglichkeit des Anschlusses an das Fernwärmenetz der WVV</li> </ul> |
| -> <b>Elektro- / Prozesseffizienz</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Möglichkeiten der Einführung eines Lastmanagements / Auswertung von elektrischen Lastgängen zur Vermeidung von Leistungsspitzen</li> <li>- Einsatz effizienter Pumpen und Antriebsmotoren</li> <li>- Überprüfung energieintensiver Prozessabläufe hinsichtlich Optimierungspotential (Weiterentwicklung von technischen Möglichkeiten, neue Verfahrensmöglichkeiten)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| -> <b>Optimierung des betrieblichen Einsatzes von Drucklufttechnik</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung / Überprüfung von Leckagen im Leistungsnetz</li> <li>- Richtige Wahl des Druckniveaus (so niedrig wie möglich)</li> <li>- Optimierung der Regelung und Steuerung</li> <li>- Richtige Wahl der Dimension von Kompressor, Netz-Anschlüssen und Verbindern</li> <li>- Nutzung der Kompressorabwärme (erhebliches Potential!)</li> <li>- Einsatz effizienter Endgeräte</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| -> <b>Beleuchtung</b>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz energiesparender Beleuchtungstechnik mit intelligenter Lichtsteuerung (Industriehallen, Werkstätten, sonstigen Betrieben, Bürogebäuden und Einzelhandel)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| -> <b>Gebäude</b>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmedämmung von nicht gedämmten aber beheizten Industriehallen und Gebäuden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Abbildung 56: Maßnahmenvorschläge GHD/Industrie (IfE, 2012)

## 8.4 Verbrauchergruppenübergreifende Handlungsempfehlungen – Ermittlung möglicher Wärmeverbundlösungen auf Basis des Wärmekatasters

Im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes wird ein Wärmekataster für die Stadt Würzburg erstellt. Mithilfe eines Wärmekatasters können Bereiche lokalisiert werden, die

sich ökonomisch und ökologisch durch einen Wärmeverbund sinnvoll versorgen lassen. Das erarbeitete Wärmekataster ist eine wichtige Grundlage für zukünftige Maßnahmen zur Erweiterung des bestehenden Nahwärmenetzes bzw. zur Steigerung des Wärmeabsatzes zur weiteren Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stadtgebiet. Hierbei werden Straßen entsprechend ihrer spezifischen Wärmebelegungsichte [kWh/(m · a)] farblich rot, orange, gelb bzw. weiß abgestuft (rot>orange>gelb>weiß).

| Wärmebelegung<br>[kWh <sub>th</sub> /m·a] | Füllfarbe |
|-------------------------------------------|-----------|
| < 1.500                                   | weiß      |
| 1.500 - 2.500                             | gelb      |
| 2.500 - 3.500                             | orange    |
| > 3.500                                   | rot       |

**Tabelle 24: Die Abstufung anhand der verschiedenen Wärmebelegung (IfE, 2012)**

In den nachfolgenden Abbildungen werden exemplarisch Bereiche aufgezeigt, die sich in erster Betrachtung für den Aufbau einer Nahwärmeverbundlösung z. B. auf Basis erneuerbarer Energien eignen könnten. Die technische und wirtschaftliche Prüfung dieser potenziellen Wärmeverbundlösungen sollte in weiterführenden Machbarkeitsstudien umfassend geprüft werden.

## 8.5 Mögliche Nahwärmeverbundlösung: Matthias-Grünewald-Gymnasium / Franz-Oberthür-Schule / Goethe-Kepler-Grundschule

Abbildung 57 zeigt das Wärmekataster rund um den Zwerchgraben. Aufgrund der hohen spezifischen Wärmebelegungsichte sollte die Möglichkeit des Aufbaus einer Nahwärmeverbundlösung auf Basis erneuerbarer Energien zwischen den 3 Schulen und ggf. dem Anschluss weiterer umliegender Gebäude wirtschaftlich und politisch geprüft werden.

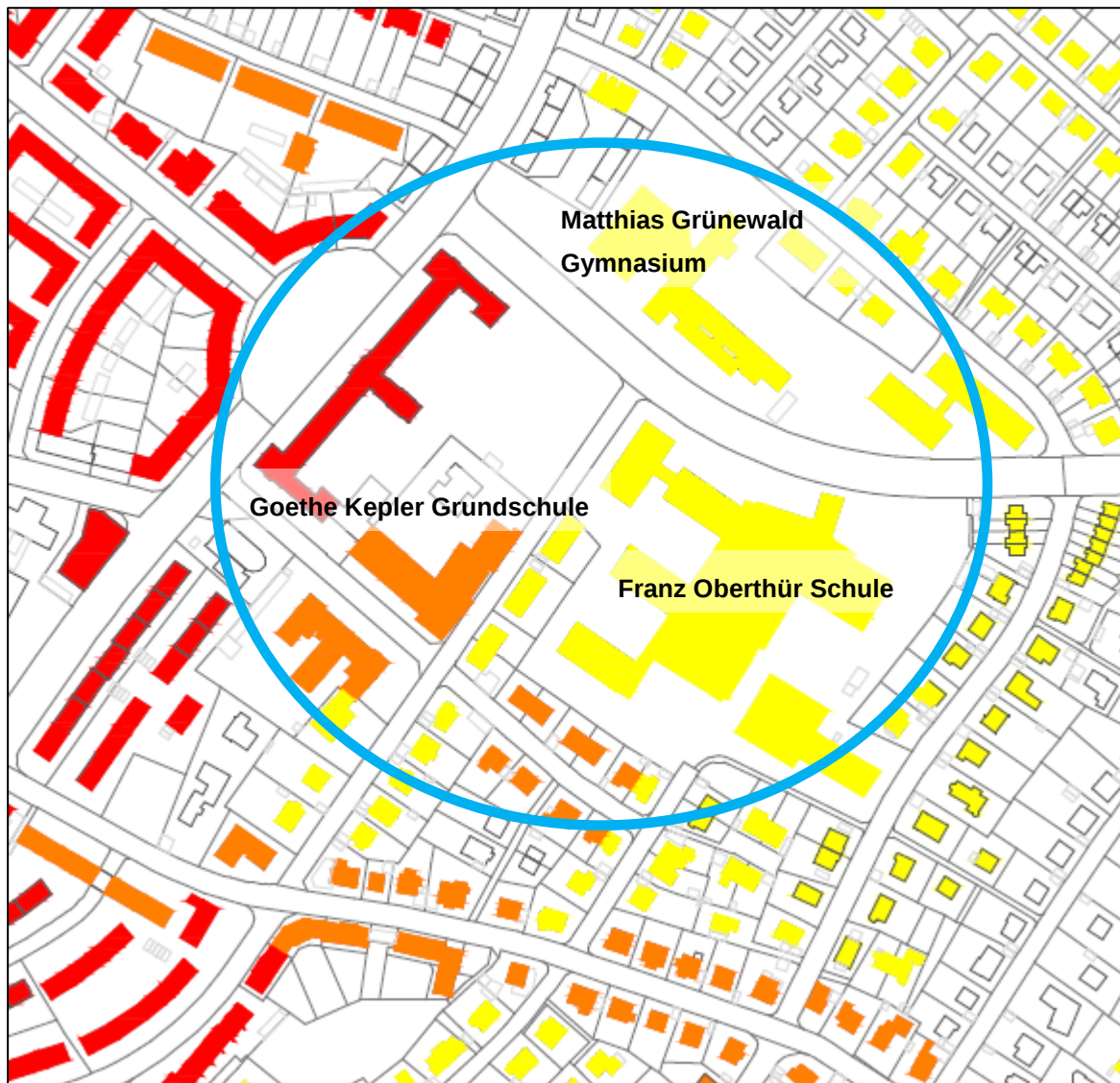


Abbildung 57: Möglicher Nahwärmeverbund im Bereich des Zwerchgrabens (IfE, 2012)

### 8.5.1 Mögliche Abwärmenutzung in der Kläranlage Würzburg

Wie bereits in Kapitel 4.2.2.3 ausführlich dargestellt, ist die Installation von 3 modernen BHKW auf der Kläranlage geplant. Nach dem geplanten Ausbau der Klärschlammfaulung ist davon auszugehen, dass durch die Erhöhung der Faulgasproduktion insbesondere in den Sommermonaten ein erheblicher Wärmeüberschuss in der Kläranlage vorhanden ist. Es sollte anhand einer Machbarkeitsstudie geprüft werden, ob diese Überschusswärme in benachbarten Gebäuden der Kläranlagen genutzt werden kann. Das in Kapitel 4.1 erstellte Wärmekataster um das Gebiet der Kläranlage dient hierbei als Ausgangsbasis der Berechnungen. Nachfolgend ist ein Ausschnitt des in Kapitel 4.1 erstellten Wärmekatasters um das Gebiet der Kläranlage dargestellt. Hier werden unmittelbar Straßen aufgezeigt, die sich durch eine Abwärmenutzung der Kläranlage über einen Nahwärmeverbund wirtschaftlich versorgen lassen.

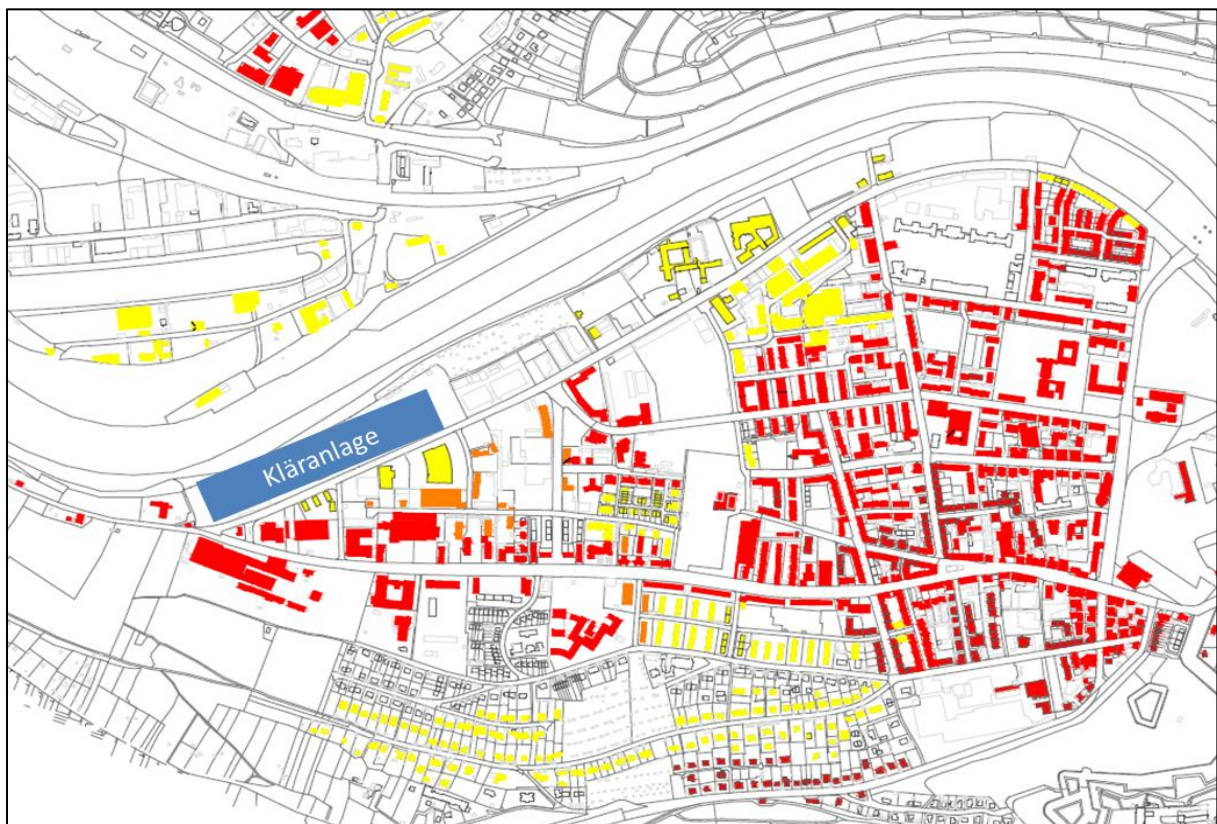


Abbildung 58: Wärmekataster im Umkreis der Kläranlage für mögliche Abwärmenutzung (IfE, 2012)

### 8.5.2 Möglicher Nahwärmeverbund im Quartier Heidingsfeld

Abbildung 59 zeigt das Wärmekataster rund um den Ortsteil Würzburg-Heidingsfeld. Aufgrund der hohen spezifischen Wärmebelegungsdichte sollte die Möglichkeit des Aufbaus einer Nahwärmeverbundlösung auf Basis erneuerbarer Energien wirtschaftlich und politisch geprüft werden. Aus diesem Grund hat sich die Stadt Würzburg bereits während der Ausarbeitung des integrierten Klimaschutzkonzeptes dafür entschieden, ein weitergehendes Quartierskonzept in diesem Bereich zu beauftragen.



Abbildung 59: Wärmekataster: Das Quartier Heidingsfeld (IfE, 2012)

## **9 Öffentlichkeitskonzept und KlimaMarketing: *Climate City MOVEMENT 3.0:* Informieren · Vernetzen · Zukunfts-Orientieren**

### **9.1 Ausgangslage**

#### **9.1.1 Klimaziele in Würzburg**

Prognosen für die Klimaentwicklung in Würzburg bis 2100 sagen einen erheblichen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um bis zu 5°C voraus. Die Stadt wird neben der Hitzebelastung künftig aber auch von weiteren vielfältigen Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Außerdem sind stetig steigende Strom- und Energiepreise und die Verknappung fossiler Energieressourcen unübersehbare Realitäten. Aber mehr noch: Klimaschutz hat weltweit eine herausragende Bedeutung.

Das Ziel einer signifikanten Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bis 2020 (50 % bezogen auf das Referenzjahr 1990) und soweit erforderlich darüber hinaus, wird durch einen breiten politischen Konsens mittels Stadtratsbeschluss vom 03. Dezember 2009 getragen. Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz und verstärkter Einsatz regenerativer Energie sind der Dreisprung zur Erreichung dieses Ziels. Grundlage dieses Klimahandelns ist das sogenannte Integrierte Klimaschutzkonzept.

#### **9.1.2 Theoretisches Wissen vorhanden**

Es herrscht weitgehende Klarheit darüber, wo die Einsparpotenziale liegen. Die notwendige Entwicklung energiesparender Technologien allein reicht jedoch nicht aus. Trotz des hohen Potenzials bereits vorhandener energieeffizienter Technologien finden diese eine eher geringe Verbreitung in den privaten Haushalten, bei Handwerk, Industrie und Dienstleistung, gleichwohl der Schutz des Klimas vom überwiegenden Teil der Bevölkerung als eine der wichtigsten Aufgaben angesehen wird.

#### **9.1.3 EnergieverbraucherInnen vom Wissen zum Handeln bewegen – Climate City Movement**

Dem zunehmend gewachsenen Umweltbewusstsein steht also eine eher geringe Bereitschaft gegenüber, aus den erkannten Problemen auch selbst die praktischen Konsequenzen zu ziehen. Dies wird beispielsweise beim Verkehr deutlich: Der Automatisierungsgrad und die Kilometerleistung im motorisierten Individualverkehr nehmen – auch in Würzburg – weiterhin stetig zu.

Insofern zeigt sich, dass technisch-naturwissenschaftliche Problemlösungen und die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen auf gesellschaftlich-politischer Ebene fruchtlos bleiben, wenn sich nicht auch das individuelle Verhalten und Erleben der Menschen entsprechend verändert.

Dies macht deutlich: „Ohne die aktive Mitwirkung der Bevölkerung ist Klimaschutz nur sehr begrenzt möglich. Die Menschen in den privaten Haushalten und Unternehmen stellen einen der wichtigsten Faktoren im Bereich des effektiven Klimaschutzes dar. Mit ihrem persönlichen Verhalten können sie beispielsweise ihren Verbrauch von Energie beeinflussen oder durch den gezielten Griff nach klimafreundlicheren Produkten die Hersteller veranlassen, das

Angebot an klimafreundlichen Waren zu vergrößern.“ (Deutsches Institut für Urbanistik, 2011)

Es bedarf der Veränderung sozialer und kultureller Handlungen und Haltungen allgemein, um Klimaherausforderungen der Zukunft zu lösen. Im Mobilisieren der Bevölkerung steckt ein bisher unterschätztes Potenzial zur Verringerung des Energieverbrauchs und zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Denn: Klimaschutz gelingt nur durch die Menschen, die Pläne und Konzepte in Wirklichkeit verwandeln.

## **9.2 Ziel der Öffentlichkeitsarbeit**

Ziele für den Klimaschutz - regional wie global - können demnach nur erreicht werden, wenn alle Menschen und Organisationen aktiv ihren Beitrag leisten.

Klimaschutz gelingt nur gemeinsam! Deshalb bezieht der städtische Klimaschutz die BürgerInnen sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistung als bewusste und aufgeklärte Nutzer von Energie, Verkehr, Infrastrukturen und Ressourcen mit ein und erschließt im Idealfall durch regionale Wertschöpfung und Effizienzgewinne auch ökonomische Vorteile.

Aufgabe der Öffentlichkeitsarbeit ist es, die Bevölkerung zu informieren, sofern Wissenslücken zum Thema „Klima & Energie“ bestehen, zu motivieren im Engagement für den Klimaschutz sowie zu unterstützen im klimafreundlichen Verhalten. Mögliche ablehnende Haltungen und Hinderungsgründe für klimasensibles Verhalten gilt es dabei aufzulösen. Darüber hinaus ist es bedeutsam, die erreichten Erfolge im Klimaschutz öffentlichkeitswirksam und transparent zu machen.

Wesentliche strukturelle Rahmenbedingungen sind Aspekte der Machbarkeit, insbesondere Budget, Personalkapazitäten, Zeit, Ort sowie der Schwierigkeitsgrad des angestrebten Klimahandelns. Transparenz, Akzeptanz und gruppendynamische Prozesse sind weitere bedeutende Voraussetzungen zur Erreichung von Klimaschutzzielen. Insbesondere in der Anfangsphase spielt das Akzeptanzpotenzial eine entscheidende Rolle bei der erfolgreichen Umsetzung von Klimaschutzzielen.

## **9.3 Auf bestehende Öffentlichkeitsarbeit aufbauen**

Die Stadt Würzburg betreibt Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz über die Umweltstation und die Lokale Agenda 21, die städtische Internetseite sowie über eine aktive Pressearbeit. Den Schwerpunkt hierbei bildet die regelmäßige und kostenlose Energieberatung. Zudem trägt die Umweltstation mit Bildungsmaßnahmen zur Sensibilisierung und Aufklärung von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen im Klimaschutz bei. Parallel finden sich Strukturen, getragen durch Energieversorger, IHK und HWK, die ihre Klientel über das Thema Energieeffizienz in Betrieben aufklären.

Inzwischen ist das Thema Klimaschutz weiter in der Stadt angekommen. Insbesondere mit den sogenannten Themenpatenschaften ist in der Stadt Würzburg ein breiter Resonanzboden in verschiedenen Akteurskreisen angelegt. Ergebnis der bisherigen Akteursbeteiligung ist die Broschüre „Vision Würzburg 2030“ (GÖPFERT/DIETRICH ET AL., 2012), die Leitbilder und Ziele für ein nachhaltiges Würzburg definiert, auf die bei der Umsetzung kommunaler Klimaschutzmaßnahmen zurückgegriffen werden kann.

Die Auftaktveranstaltung zum Klimaschutzkonzept baute auf dieses breite Interesse auf. Zum einen haben mehrere hundert Akteure in der Stadt und im Umland eine persönliche Einladung erhalten, zum anderen wurde die Bevölkerung über die Presse öffentlich geladen.

Zahlreiche Akteure aus der Region fanden in fünf unterschiedlichen Workshops („rund ums Haus“, „rund um Energie“, „rund um Unternehmen“, „rund um Mobilität“, „rund ums Stadtklima“) umfassende Beteiligungsmöglichkeiten.

Seit Beginn der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wird auf der Website der Stadt Würzburg der Fortschritt des Klimaschutzkonzeptes dokumentiert. Die Lokalpresse hat die öffentlichen Veranstaltungen und Beteiligungsprozesse ebenfalls transparent gemacht und interessiert begleitet.

## **9.4 Zielgruppen**

### **9.4.1 Menschen – Ihre Lebenswelten und Motivation**

Mit Blick auf die Zielgruppen lauten die Kern-, Leit- und Arbeitsfragen:

- Wie kann das notwendige Bewusstsein geweckt und gesellschaftliche Akzeptanz geschaffen werden und jeder Einzelne, BürgerInnen, Unternehmen, Vereine u. a. zum Handeln motiviert werden?
- Was könnte aus den Gegebenheiten unserer Wirklichkeit anderes entstehen, als das, was wir routinemäßig kennen, erwarten, tun, erarbeiten, erwirtschaften?
- Und: Was müssen wir tun, um das „anders Mögliche“ zu verwirklichen?

Es werden Strategien benötigt, die stärker als bisher Veränderungen in den subjektiven Sichtweisen, Werthaltungen und Handlungsbereitschaften der Menschen zum Ziel haben und die in großem Maßstab und langfristig zu planen sind.

Benötigt werden Veränderungsmethoden, die geeignet sind, die offensichtliche Lücke zwischen dem hohen Umweltbewusstsein in der Bevölkerung und der eher zögerlichen Umsetzung in konkretes umweltschützendes Verhalten zu schließen. Denn: Wissen ist eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für umweltbewusstes Handeln.

Das KlimaMarketing bietet Gestaltungschancen zur gezielten Initiierung und Stabilisierung von Verhaltensänderungen. Dadurch werden Würzburgs EnergieverbraucherInnen für die oben genannte Ziele nachhaltiger sensibilisiert, motiviert, unterstützt und in Beteiligungsprozesse eingebunden.

### **9.4.2 Multikausalität von Verhaltensentscheidungen**

Allgemeingültig lässt sich feststellen, dass Menschen sich im Wesentlichen von folgenden Faktoren leiten lassen (Känzig R., 2009):

- Gewohnheiten („Der Mensch ist ein Gewohnheitstier“) und Routine
- Automatisiertes Alltagsverhalten
- Komfort und Bequemlichkeit
- Umweltbewusstsein
- Wahrnehmung und Bewertung von Handlungsmöglichkeiten
- Ablehnende Haltungen (Reaktanzen/Widerständen) durch Autonomiebestrebungen bei „Zwang“ (un-/bewusst)
- Rechtfertigungen durch Schutz der Persönlichkeit (un-/bewusste Vorwürfe oder Schuldgefühle)
- Wirtschaftlichkeit: Kosten - Nutzen - Abwägung
- Gruppendynamik

Hervorzuheben ist hierbei besonders der Aspekt „Wirtschaftlichkeit: Kosten - Nutzen - Abwägung“, der für jede Bürgerin und jeden Bürger mindestens so bedeutend ist wie für jedes Wirtschaftsunternehmen.

Insgesamt gilt, dass vielschichtige Gründe für Verhaltensänderung bereits in jedem Einzelnen vorliegen. Noch komplexer wird die Kausalität im Zusammenwirken der unterschiedlichen Erlebens- und Seins-Welten der einzelnen Zielgruppen.

### **9.4.3 Bedeutende Teilgruppen und Klimaschutzakteure**

Zu berücksichtigen ist dabei auch, dass echte und umfassende Fortschritte im Klimaschutz nur erreicht werden können, wenn möglichst viele Menschen den privaten oder betrieblichen Alltag CO<sub>2</sub>-emissionsarm gestalten. Das heißt auch, dass klimafreundliche Lebensstile in ganz unterschiedlichen sozialen Schichten und Zielgruppen Realität werden müssen. Dies hat zur Folge, dass es möglichst vielfältiger Interventionstechniken bedarf, um die jeweiligen Zielgruppen und deren Lebenswelten zu erreichen.

Hier gibt ein Blick auf das Sinus-Milieu-Modell Aufschluss. Es differenziert die Gesellschaft als Ganzes in verschiedene Milieus, ausgerichtet an der sozialen Lage der Menschen einerseits und an deren Lebensauffassungen und Lebensweisen andererseits. Insbesondere die Publikation „Umweltbewusstsein in Deutschland 2010“ des BMU und „Für Natur und Umwelt begeistern, Umweltkommunikation“ des Bayerischen Landesamt für Umwelt zeigen unter Einbindung des Sinus-Milieu-Modells auf, welche Personengruppe sich in welcher Art und Weise für Umwelt- und Klimabelange interessiert und welche nicht. Auch die folgenden Kategorisierungen bzw. die Verknüpfung dieser beiden Ansätze sind wichtige Aufschlüsselungen für ein sinnvolles und möglichst erfolgsorientiertes Marketing im Klimaschutz.

Relevant sind hier vor allem die Akteure, die bislang noch kein ausgeprägtes individuelles Klimabewusstsein haben. Die Gewinnung dieses Personenkreises für den Klimaschutz sorgt für eine immer breitere Akzeptanz der Klimaschutzziele und eröffnet neue Potenziale für mehr Klimaschutz in Würzburg. Auch hier gibt das Sinus-Milieu-Modell Aufschluss.

#### **9.4.3.1 Wirtschaft und Unternehmen**

Steigerung der Energieeffizienz, Einsparung sowie Ersatz fossiler Brennstoffe sind Kernaufgaben regionaler Klimaschutzaktivitäten in Unternehmen.

Da auf Wirtschaft und Unternehmen ein erheblicher Teil der Energieverbräuche (42 %) und CO<sub>2</sub>-Emissionen (43 %) entfällt, stehen diese für den Erfolg des städtischen Klimaschutzes besonders im Fokus. In erster Linie sind energieintensive Unternehmen und das energieintensive Handwerk in der Region von Interesse.

Geeignete Marketingmaßnahmen sollen in Kooperation mit den Stadtwerken, der Wirtschaftsförderung, IHK und HWK als kompetente, unabhängige „Unternehmensbegleiter“ erfolgen. Dadurch werden Synergien erzielt, Redundanzen vermieden und die Glaubwürdigkeit der Klimaschutzmaßnahmen sichergestellt.

Im Rahmen der Umweltkommunikation erscheint es daher besonders sinnvoll, die regionalen Unternehmen mit extrinsischen Anreizen (siehe Ziffer 9.5.1.3) und überzeugenden Gewinnsteigerungsaspekten mit ins Boot zu nehmen. Sofern Klimaschutzmaßnahmen „sich rechnen“ und Unternehmen langfristig profitieren, werden sie sich aktiv am Klimaschutz beteiligen. Der Unternehmensstandort ist mit rentablen Klimamaßnahmen ebenfalls gesichert.

#### **9.4.3.2 BürgerInnen**

Unter dem Aspekt „Klimaschutz und Energie“ gibt es in der Bürgerschaft folgende detailliertere Unterteilung der Zielgruppe:

- VerbraucherIn
- HausbesitzerIn
- NutzerIn regionaler Dienstleistungen
- VerkehrsteilnehmerIn
- KleinstinvestorIn
- BetreiberIn von Energieanlagen

#### **9.4.3.3 Kinder, Jugendliche und Eltern**

Eine Zielgruppe mit besonderem Potenzial sind Kinder und Jugendliche. Bewusstseinsbildende Maßnahmen schlagen sich zum einen im eignen Handeln der Kinder und Jugendlichen nieder, zum anderen beeinflussen sie Eltern, Freunde und Bekannte und haben damit einen nicht zu unterschätzenden Multiplikatoreffekt.

Gerade für die junge Generation spielen internetbasierte Informations- und Aktivierungskanäle eine zunehmende Rolle. Schon heute bieten die neuen Medien und speziell die so genannten sozialen Netzwerke im Internet Potenziale für Informationstransfer, Vernetzung und eine spielerische Annäherung an Klimaschutzthemen. Des Weiteren können Spiele oder Arbeitsmaterialien mit Bezug zum Klimaschutz (neu aufgelegt oder bereits bestehend) Verwendung finden.

Umgekehrt spielen aber auch die Eltern eine erhebliche Rolle unter dem Aspekt der Multiplikatorwirkung. Sie sind für ihre Sprösslinge Vorbild im Verhalten, die das elterliche Wertesystem in aller Regel ungefragt und automatisch übernehmen. Klimaschutzverhalten der Eltern, das sich auf die Kinder und Jugendlichen überträgt, hat eine besonders nachhaltige Wirkung.

#### **9.4.3.4 StudentInnen**

Etwa 1/3 der städtischen Bevölkerung sind StudentInnen. Junge Menschen, die sich nach Würzburg, von Würzburg weg und in Würzburg bewegen. Junge Menschen, die auf Mobilität angewiesen sind und deren Lebenswelten durch Mobilität und Flexibilität geprägt sind. Sie stehen insbesondere als VerkehrsteilnehmerInnen und NutzerInnen regionaler Dienstleistungen im Fokus möglicher Klimaschutzmaßnahmen. Vernetzt im Web 2.0, sind sie zudem ideale Multiplikatoren für attraktive, moderne und zukunftsorientierte Klimaschutzmöglichkeiten.

#### **9.4.3.5 Kirchen**

Kirchen sind in Würzburg traditionell stark vertreten, allen voran die Diözese Würzburg und das ev.-luth. Dekanat Würzburg. Naturgemäß sind sie bereits unter dem Aspekt „Schöpfung bewahren“ dem Klimaschutz selbst zutiefst verpflichtet. Hieran anknüpfend können Kooperationen geweckt und durchgeführt sowie ggf. schlummernde Potenziale aufgespürt werden. Durch all ihre caritativen Einrichtungen, Bildungshäuser, Kindergärten und sonstige Wirkkreise haben Würzburger Religionsgemeinschaften eine erhebliche Breitenwirkung in der städtischen Bevölkerung und sind als Multiplikatoren von Themen rund um Ressourcenschutz, gerechtes und nachhaltiges Miteinander und Generationenfragen besonders wichtige Partner im Klimaschutz. Nicht zuletzt kommt den Kirchen als Eigentümer zahlreicher Immobilien

als Vorreiter bei der Umsetzung im energetischen Gebäudemanagement eine eigene Bedeutung zu.

#### 9.4.3.6 Umland-Kommunen

Eine weitere Zielgruppe der Öffentlichkeitsarbeit sind die benachbarten Gemeinden und Landkreise. Zielsetzung ist dabei die Unterstützung bei der Kommunikation lokaler und übergreifender Klimaschutzmaßnahmen sowie erreichter Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen, um den Kommunen zu ihrer Vorbildfunktion im kommunalen Klimaschutz zu verhelfen. Zudem sollen die beteiligten Kommunen über gute Beispiele und Trends im kommunalen Klimaschutz unterrichtet werden und selbst darüber berichten. Insbesondere die Bereitstellung von Ressourcen zur Energieerzeugung (Biomasse, Fläche) und eine integrierte Mobilitätswende können nur im Stadt-Umland-Verbund gelingen.

#### 9.4.3.7 Stadt Würzburg

Der Stadt Würzburg kommt als eigenständigem Klimaschutzakteur eine Sonderrolle zu. Zwar verursachen die kommunalen Gebäude lediglich 2 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen, dennoch schlummern auch hier nennenswerte Klimaschutzpotenziale.

Vorrangig jedoch ist die Stadt Würzburg in ihrer **Vorbild- bzw. Vorreiterfunktion** gefragt. Als First Mover, der Klimaschutzanspruch und Klimaschutzwirklichkeit möglichst kongruent in Deckung bringt, kann sie den Klimaschutzaktivitäten und -notwendigkeiten wesentlich glaubwürdiger Ausdruck und Nachdruck verleihen. Oder, um mit J. W. von Goethe zu sprechen: „Mit einem Herren steht es gut, der, was er befohlen, selber tut.“

### 9.5 Potenziale zur Veränderung des Klimaverhaltens – Interventionsstrategien

Es ist hinlänglich bekannt, dass dem zunehmend gewachsenen Klimabewusstsein eine eher verhaltene Bereitschaft gegenüber steht, aus den erkannten Klimaproblemen auch selbst die praktischen Konsequenzen zu ziehen, sprich sich klimasensibler, gar klimafreundlicher zu verhalten (Scheuthle H., 2008).

Zwar gibt es inzwischen viele Trends zum veränderten Umgang mit Energien, dennoch bedarf es einer gezielten Initiierung und Stabilisierung von Verhaltensänderungen, wodurch die WürzburgerInnen für den Klimaschutz nachhaltiger sensibilisiert und dazu motiviert werden, sich aktiv in Beteiligungsprozesse einzubringen.

Die Interventionsstrategie im KlimaMarketing verfolgt dabei vorrangig zwei Fragestellungen:

1. Wie gelingt es, Würzburger BürgerInnen, Unternehmen u. a. vom Nichtwissen zum Wissen, vom Wissen zum Handeln, von der Teilnahmslosigkeit zur Identifikation, von der Abwehr zur Begeisterung, vom „Nein“ zum „Ja“ zu **motivieren**?

Oder: Wie gelingt es, Bewusstsein und Aufmerksamkeit für Klimaschutzziele zu schaffen, Kaufentscheidungen und Nutzerverhalten positiv zu beeinflussen und nachhaltige Investitionen auszulösen?

2. Wie gelingt es, möglichst **viele** WürzburgerInnen bzw. möglichst viele BürgerInnen innerhalb der einzelnen Zielgruppen zu mobilisieren und zu motivieren? (Stichwort: Würzburg 100 % plus, siehe Ziffer 9.4.1)

Hierzu ist ein Bündel von Einzelinstrumenten und komplexen Strategien erforderlich, das neben informationsbasierten auch diffusions- und partizipationsorientierte Interventionen zum Gegenstand hat.

Im Vordergrund stehen in jedem Fall Veränderungsmethoden die geeignet sind, die offensichtliche Lücke zwischen dem hohen Umweltbewusstsein in der Bevölkerung und der eher zögerlichen Umsetzung in konkretes umweltschützendes Verhalten zu schließen.

### 9.5.1 Die Motivation – vom NEIN zum JA

#### 9.5.1.1 Vom Nichtwissen zum Wissen - Informieren und Aufklären

Bei der Gestaltung von Informationstexten im Umwelt- und Klimaschutz ist es sinnvoll, zwischen

- Problemwissen
- Handlungswissen- bzw. Verhaltenshinweisen sowie
- abstraktem Hintergrundwissen

deutlich zu trennen (Känzig R., 2009).

Mit dem stetig wachsenden Klimabewusstsein geht auch ein immer größeres Wissen über das Problem „Klimawandel und seine Folgen“ einher. Zudem herrscht weitgehende Klarheit darüber, wo die klimatechnischen Einsparpotenziale liegen. Informationen, die das Problemwissen betreffen, stehen daher weniger im Mittelpunkt des Informierens und Aufklärens.

Im Bereich der Information und Aufklärung geht es eher darum, dass möglichst jeder innerhalb der Bevölkerung, insbesondere Unternehmen und BürgerInnen, seine Möglichkeiten zum **eigenen** Engagement entdeckt und weiß, wie er mit seinem Verhalten zum Klimaschutz beitragen kann. Dieses Handlungswissen ist notwendig, damit ein Verhaltensangebot überhaupt genutzt werden kann. Wichtig sind vor allem die Verhaltenshinweise. Diese sollten so eindeutig und konkret wie möglich sein, d. h. bezogen auf alltägliche Situationen, die den angesprochenen Personen auch tatsächlich vertraut sind.

Die Funktion von Hintergrundwissen dagegen liegt eher darin, auf die Einstellungen einzuwirken, also allgemeine Handlungsbereitschaften zu erzeugen. Bei der Vermittlung von Hintergrundwissen ist darauf zu achten, dass komplizierte Fachinhalte zu kurzen, prägnanten Aussagen zugespitzt und vereinfacht werden. Ausschweifendes, langatmiges „Fachchinesisch“ sollte unbedingt vermieden werden.

#### 9.5.1.2 Fokus: Unterstützung konkreter Maßnahmen

Wesentliche Aufgabe für die Außenwahrnehmung des kommunalen Klimaschutzkonzeptes ist die Unterstützung konkreter Maßnahmen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, insbesondere durch begleitende Berichterstattung bzw. gezielte Information über Zwischen- und Endergebnisse eines Projekts, ggf. auch im Rahmen von Veranstaltungen. Grundsatz der Aktivitäten ist hier das alte Sprichwort „Tue Gutes und rede darüber!“

Ziel der Aktivitäten ist es, zum einen konkrete Klimaschutzmaßnahmen und damit einzelne Beiträge zu den regionalen Klimaschutzzielen bekannter zu machen, zum anderen das Klimaschutzkonzept als gemeinsame Klammer um viele verschiedene Einzelaktivitäten zu etablieren und so den Zusammenhang zwischen Einzelmaßnahmen zu verdeutlichen. An allen Standorten sollte eine Hinweistafel den Beitrag zum Klimaschutz bzw. zur Energiewende kurz erklären.

Auch die gezielte Suche von Projektpartnern sollte mittels geeigneter Öffentlichkeitsarbeit gefördert werden.

### 9.5.1.3 Exkurs: Motivation

Intrinsisch motiviert ist ein Verhalten dann, wenn seine Ausführung selber als angenehm und erstrebenswert empfunden wird, es also "um seiner selbst willen" erfolgt.

Bei extrinsischer Motivation dagegen ist das Verhalten Mittel zum Zweck: Es wird nur ausgeführt, um eine bestimmte äußere Belohnung zu erhalten. Ordnungspolitische Zwangsmaßnahmen (push-Maßnahmen), z. B. sanktionierende bzw. belastende Stromsteuergesetze und finanzielle Anreize (pull-Maßnahmen), z. B. durch Förderprogramme bedeuten äußeren Zwang bzw. externe Anreize.

### 9.5.1.4 Vom Wissen zum Handeln – Aufmerksamkeit schaffen, Adaption fördern

Um die Interventionsstrategien im KlimaMarketing zu veranschaulichen, wird der Grad der intrinsischen Motivation in Anlehnung an das Norm-Aktivations-Modells (Känzig R., 2009) in fünf Bereiche vom aktiven Widerstand bis hin zur Adaption unterteilt. Demgemäß lassen sich entsprechende Interventionen zuordnen:

| aktiver Widerstand             | passiver Widerstand       | Aufmerksamkeit                               | Motivation                                                                                              | Adaption                  |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Subjektiv empfundene Bedrohung | Standard                  | Irritationen                                 | Beteiligung des visuellen Sinnes (innere Bilder) als in der Regel schnell und stark empfundenes Erleben | Existenziell berührt sein |
| Reaktanzen                     | Routine                   | Einstieg, der Erwartungen durchbricht        | Beteiligung der sonstigen Sinne (olfaktorisch, gustatorisch, haptisch u. a.)                            | Freude                    |
| Rechtfertigungen               | Wiederholungen            | Einstieg, der auf etwas völlig anderes zielt | Ein Bild. Ein Satz. Eine Geschichte. Eine Assoziation.                                                  | Begeisterung              |
|                                | Langatmige Erklärungen    | Metaphern                                    | „Interaktives“ tatsächliches Erleben                                                                    | Identifikation            |
|                                | Theoretische Beweisketten | Imagination der Wirklichkeit                 | Intensität des Erlebens                                                                                 |                           |
|                                |                           |                                              | Entstehen lassen von Identifikationen                                                                   |                           |
|                                |                           |                                              | Existenziell berührt sein                                                                               |                           |

**Tabelle 25: Grad der intrinsischen Motivation (Stadt Würzburg, 2012)**

Erkennbar wird, dass das Maximum an intrinsischer Motivation und damit das Maximum im Rahmen des KlimaMarketing erreicht ist, wenn die Beteiligten sich mit den Klimaschutzmaßnahmen identifizieren und das möglichst mit Freude, Begeisterung und existenzieller bzw. persönlicher Beteiligung. Idealerweise: dauerhaft.

Extrinsische Motivation ist ggf. dazu geeignet, Verhalten zu ändern, wenn die Anreize interessant genug sind, jedoch wenig geeignet, Einstellungen nachhaltig zu verändern und intrinsische Motivation aufzubauen. Bei Push-Maßnahmen ist zu bedenken, dass sie auch das Potenzial zu Reaktanz bzw. Widerstand haben.

Mit Blick auf die begrenzte Haushaltssituation der Stadt, können Förderprogramme wohl lediglich punktuelle flankierende Klimaschutzmaßnahmen sein. Rechtliche Sanktionen bieten zuweilen politisches und gesellschaftliches Konfliktpotenzial, sind auf kommunaler Ebene nicht so leicht durchsetzbar und sollten eher sehr gemäßigt angedacht werden.

### 9.5.1.5 Fokus: Klimaschutzkampagnen

Ziel von Klimaschutzkampagnen ist es, in der breiten Bevölkerung ein höheres Bewusstsein für den Umgang mit Energie zu schaffen sowie den gesellschaftlichen Stellenwert des Energiesparens zu erhöhen. Hierbei geht es weniger um die Vermittlung konkreter energierelevanter Kenntnisse, die unmittelbar umgesetzt werden können. Deshalb ist es wichtig, Kampagnenaktivitäten durch Hinweise auf weitere Beratungs- und Handlungsmöglichkeiten zu ergänzen. Die Stadt hat die Möglichkeit, dabei auf Erfahrungen aus anderen Regionen zurückzugreifen (beispielsweise Plakatkampagne der Stadt Heidelberg), sich in bestehende Kampagnen Dritter, z. B. auf Bundes- oder Landesebene einzubinden oder eigene Kampagnen mit regionalem Wirkungskreis selbst durchzuführen.

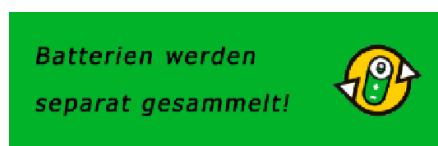
In den vorhandenen Netzwerken schlummert dafür Sponsoring-Potenzial – sowohl in Form finanzieller als auch personeller Ressourcen.

Konkret ist für 2013 - ggf. im Rahmen der Mainfrankenmesse oder 40 Jahre Europapreisträgerstadt - eine Plakatkampagne gemäß dem Vorbild der Stadt Heidelberg geplant. Ein geeigneter Slogan ist unter konsequenter Umsetzung dieses Marketingkonzeptes noch zu definieren.

Beispiele für laufende Kampagnen sind:

- „Kopf an, Motor aus. Für null CO<sub>2</sub> auf Kurzstrecken“ (<http://www.kopf-an.de/die-kampagne>)
- „Klima sucht Schutz“ (<http://www.klima-sucht-schutz.de>)
- „Verbraucher fürs Klima“ (<http://www.verbraucherfuersklima.de>)

Kampagnen können beispielsweise Sachverhalte beschreiben statt vorschreiben (<http://www.inobat.ch>) oder Kompetenz beweisen lassen (Känzig R., 2009), siehe auch <http://www.kezo.ch>.



Das Anliegen der Kampagne soll nicht der erhobene Zeigefinger sein, sondern das Mobilisieren der eigenen Fähigkeiten, die jeder unter Beweis stellen kann.

### 9.5.1.6 Fokus: Ergebnisse veröffentlichen, Erfolge feiern

Je mehr Aktivitäten im Bereich Klimaschutz stattfinden, umso mehr konkrete Ergebnisse in Bezug auf Energieeinsparung, Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Reduzierung werden erreicht.

Diese Ergebnisse gilt es, bspw. mittels jährlichem Energie- und Klimaschutzbericht, auf der Website oder per Newsletter zu veröffentlichen, um die schrittweise Erreichung der ambitionierten Klimaschutzziele zu dokumentieren. Auch die Auslobung von Wettbewerben sowie ein Tag der offenen Tür für umgesetzte Projekte können geeignete Marketinginstrumente sein.

Erfolge zu feiern ist wichtig, um die Motivation der einzelnen Akteure zu erhalten und neue Aktivitäten anzuschließen.

## **9.5.2 Würzburg 100 % plus**

### **9.5.2.1 Interventionsmethode „Multiplikation“**

Wie gelingt es, möglichst viele WürzburgerInnen bzw. möglichst viele innerhalb der einzelnen Zielgruppen zu motivieren und zu beteiligen? Bei dieser zweiten Frage bzgl. der Veränderung menschlichen Verhaltens ist das Phänomen der sog. „Multiplikation“ von besonderem Interesse, das mittels diffusions- und partizipationsorientierten Strategien sein optimales Potenzial ausschöpft (Zielinski, 2009).

#### **9.5.2.1.1 Diffusionsorientierte Strategien**

Viele Verhaltensweisen sind deswegen so stabil, weil die meisten sozialen, auch unternehmerischen Bezugspersonen sich genauso verhalten (Gruppendynamik). Wenn es gelingt, eine bestimmte Anzahl von Personen einer Zielgruppe dazu zu bewegen, das gewünschte Alternativverhalten zu zeigen, dann hat dies in der Regel auch einen "sozialen Diffusionsprozess" nach Noah J. Goldstein (Tobias R., 2007) zur Folge, d. h. das Verhalten verbreitet sich sukzessive weiter. Die geeignete Auswahl solcher Multiplikatoren setzt allerdings eine gewisse Kenntnis der Sozialstrukturen in der Zielgruppe voraus. Das Ausmaß gegenseitiger Beeinflussung hängt von der Qualität der Beziehung zwischen Personen ab, nicht von der geographischen Nähe (DALEY, 1978). Es ist durchaus hilfreich, Personen als Multiplikatoren zu gewinnen, die möglichst populär, einflussreich und glaubwürdig sind.

Für den diffusionsorientierten Schneeballeffekt kommen insbesondere in Betracht: Vorbilder aller Art als sogenannte „SchlüsselakteurInnen“ (z. B. Stadt Würzburg, Trainer im Verein, Eltern), interdisziplinäre Netzwerke und Aktionsbündnisse, Bildungseinrichtungen, Vereine, Fahrschulen, Stadtmarketing Würzburg macht Spaß e.V., begeisterter Nachbar als Klimaschutzakteur, Leuchtturmprojekte, Wettbewerbe mit Feedback, BürgerInnen-Exkursionen bspw. zu EE-Anlagen u. a.

#### **9.5.2.1.2 Partizipationsorientierte Strategien**

Die teilnehmenden BürgerInnen und Unternehmen nehmen sich als Mitglieder der Kommune wahr und identifizieren sich mit der Kommune. Menschen, die sich beteiligen, entwickeln ein neues Demokratieverständnis: BürgerInnen als Alltagsexperten.

Zu beachten ist allerdings, dass Beteiligungsverfahren ohne Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen unter den Akteuren hingegen nur Frustrationen und langfristig Reaktanzen erzeugt würden. Im Umkehrschluss heißt dies: Werden die erarbeiteten Maßnahmen umgesetzt, steigt die Identifikation. Ein positiver Kreislauf mit Multiplikatorwirkung ist in Gang gesetzt.

Besonders positiv wirken sich Möglichkeiten von Beteiligtenfeedbacks aus. Ausgewertet, transparent gemacht und umgesetzt erhöhen diese die Kommunikation zwischen allen Klimaakteuren und damit auch die Identifikation mit dem Klimaschutz.

Für den partizipationsorientierten Ansatz kommen u. a. in Betracht: interdisziplinäre Netzwerke und Workshops, Web-Beteiligungen, Zukunftswerkstätten, Sponsoring, finanzielle Beteiligungen, Wettbewerbe oder Mitmach-Aktionen, z. B. Handysammeln.

### **9.5.2.1.3 Fokus: Netzwerke, Aktionsbündnisse, Kooperationen und Foren**

Den regionalen Netzwerken wie Klima-Allianz, Fachforum Erneuerbare Energie, Fachforum Elektromobilität und dem Fachforum Wirtschaft + Wissenschaft, im Idealfall als Partner im einem „Netzwerk Klimaschutz Würzburg“, kommt als Multiplikatoren eine herausragende Bedeutung zu: Die interdisziplinären Netzwerkakteure und die Akteure in thematischen Foren tauschen sich aus und etablieren mögliche Kooperationen, um gezielt Kapazitäten im Bereich des kommunalen Klimaschutzes aufzubauen. Ziel ist es, eine breite Unterstützung und Zusammenarbeit mit allen Schlüsselakteuren zu initiieren und zu steuern, um bestmögliche Klimaschutzeffekte mit optimalen Synergieeffekten zu erzielen.

Dabei spielt die Streuung von ergänzendem Wissen und Informationen ebenso eine Rolle wie der Aspekt von Teamgeist und Gruppendynamik, so dass Netzwerke einerseits informationsbasiert sind, andererseits diffusions- sowie partizipationsorientierte Wirkungen entfalten. Netzwerke sind insoweit optimale Schlüssel für maximale Bewegung im Würzburger Klimaschutz.

### **9.5.2.2 Weitere Interventionsmethoden**

Neben der optimalen Aktivierung der Bevölkerung im Klimaschutz durch Multiplikatoren gibt es noch eine Reihe weiterer Interventionsmethoden, die für das städtische KlimaMarketing von Bedeutung sind und – je nach Methode – mehr oder weniger Streuwirkung zeigen.

#### **9.5.2.2.1 Informationsbasierte Interventionsmethoden**

Wichtige Möglichkeiten der Informationsverteilung bietet die Lokalpresse zur allgemeinen Information der BürgerInnen. Eine regelmäßige und für die Bevölkerung attraktive Pressearbeit sollte sichergestellt sein. Hierfür sind ggf. persönliche Gespräche mit VertreterInnen der Stadt und der Presse im weiteren Prozess von Vorteil für die Berichterstattung zu klimarelevanten Themen. Gleiches gilt für das lokale Radio und Fernsehen. Diese beiden Medien eignen sich in besonderer Weise, um herausragende Klimathemen zu kommunizieren.

Als weitere informationsbasierte Interventionsmethoden kommen in Betracht:

- Webauftritt, inklusive Social Media
- Beispiele für bestehende Materialien für Kinder und Jugendliche sind:
  - Lehrmaterialien für den Klimaschutz der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (<http://www.nachwachsenderohstoffe.de>)
  - Stromsparfibel der Sächsischen Energieagentur GmbH (<http://www.saena.de/Aktuelles/Publikationen/Haushalte.html>)
  - Energiespiel „Energetica“ (<http://www.wir-ernten-was-wir-saeen.de/energiespiel/>)
- Informationsveranstaltungen, z. B. als wiederkehrende Energiekonferenz oder eingebunden in die Bayerischen Klimawoche, ggf. auch „Würzburger Klimatag“, Mainfrankenmesse
- Printmedien aller Art: Flyer & Co
- Schulungen
- Prompts und Reminders nach Linneweber (Scheuthle H., 2008) und (Tobias R., 2007)

#### **9.5.2.2.2 Interventionsmethoden mit Aktivierungspotenzial**

Neben der Informationsvermittlung gibt es eine Reihe von Methoden, die durch konkretes, teils interaktives Erleben das Interesse am Klimaschutz steigern können, da sie eine größere Nähe zu potenziellen Klimaschutzakteuren besitzen. Je erlebensbezogener die Erfahrungen,

je attraktiver und vorteilhafter die Handlungsalternativen erlebt werden, umso größer das Veränderungspotenzial des Verhaltens. Die Interventionsmethoden im Einzelnen:

- Nachhaltigkeitstrainings
- Belohnung für Ergebnisse
- Experimentelle (Selbst-) Verpflichtung (Foot-in-the-door), beispielsweise durch Einführungs-/Schnupperangebote
- Block Leaders als Vorbilder und Motivatoren nach z. B. Burn (Scheuthle H., 2008)
- Energieberatung u. a.
- Zertifikate und Siegel
- Alle Maßnahmen im Rahmen des Eventmarketing, siehe auch Klimaschutzkampagnen

Allen Interventionsmethoden ist gemein, dass sie möglichst viele interessierte BürgerInnen und Fachleute aktiv in den Klimaschutz einbinden wollen. Je erlebensbezogener die Erfahrungen sind, umso erfolgreicher werden sie aus Sicht des KlimaMarketings sein.

## 9.6 Zusammenfassung

Je nach konkretem Klimaschutzprojekt, Ziel und Zielgruppe desselben unterscheiden sich die Marketinginstrumente merklich in der Ausrichtung und Auswahl.

Sobald die Prioritäten der einzelnen Klimaschutzprojekte inklusive zu erreichende Ziele geklärt sind, sollte die Zielgruppe näher analysiert werden. Hierbei ist sinnvollerweise die Zusammenschau der Zielgruppenansätze im Sinne von Ziffer 9.4.3 dieses Öffentlichkeitskonzepts zu beachten.

Sind auch die Zielgruppen mit ihren jeweiligen Besonderheiten bekannt, werden nach Klärung der strukturellen Rahmenbedingungen gem. Ziffer 9.2 dieses Öffentlichkeitskonzeptes geeignete Instrumente, ggf. im Mix für die Öffentlichkeitsarbeit, ausgewählt.

Entsprechend den Zielgruppen, den Zielen und den definierten Aufgabenbereichen bietet die im Anhang befindliche Matrix die Möglichkeit, konkrete Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit zu entwickeln und auf ihren möglichen Erfolg hin zu überprüfen.

### 9.6.1 Hot-Spot „Netzwerke und Kooperation“

Allen Aufgaben gemeinsam ist, dass die Vernetzung und Kooperation mit vorhandenen Akteuren und Einrichtungen angestrebt wird. Zudem gilt es, vorhandene Kontakte zu pflegen und neue Kontakte und Kooperationen aktiv anzubahnen und aufzubauen.

Zentrale Instrumente hierbei sind das Angebot und die Begleitung von Netzwerken und Foren, die Umsetzung spezifischer Qualifizierungs- und Fortbildungsangebote sowie die Unterstützung gemeinschaftlicher Projekte und Klimaschutzmaßnahmen bei der Konzepterstellung und Umsetzung. Hier ist darauf zu achten, dass sich die inhaltlichen Interessen und die Rollen der Akteure in Sachen Klimaschutz positiv ergänzen und nicht zu Konflikten führen.

## 9.7 Regionale Struktur und Empfehlungen

Im Rahmen der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Würzburg hat sich der Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz mit seinem Klimaschutzteam als zentrale Kommunikationsstelle bewährt. Er besitzt sowohl wichtige Kontakte zur Verwaltung, um hinsichtlich der Informationen zur Energiesparberatung für private Haushalte koordinierend zu wirken, als auch die Akzeptanz der Kammern und Energieversorger, um im Bereich der Wirt-

schaft zentrale Informationsdrehscheibe zu werden. Falls eine Energieagentur eingerichtet bzw. beauftragt wird, die zentrale Koordination bestimmter Klimaschutzthemen - wie z. B. die energetische Optimierung von Haushalten und Unternehmen - zu übernehmen, muss die Arbeitsteilung neu gestaltet werden.

Folgende übergeordnete Empfehlungen für die Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung des städtischen Klimaschutzkonzeptes werden hier gegeben:

### **Empfehlung Nr. 1: Klimaschutz in den kommunalen Strukturen verankern**

Es wird empfohlen, das Thema Klimaschutz regelmäßig auf die Agenda zu setzen, um die Unterstützung der Klimaschutzaktivitäten anlassbezogen herzustellen oder zu verstetigen. Dazu können bestehende Abstimmungsrunden, Fachausschüsse und Arbeitsgruppen genutzt werden. Die leitende Verwaltungsebene muss regelmäßig über aktuelle und geplante Klimaschutzaktivitäten informiert werden. Auf der Arbeitsebene ist ein regelmäßiger Austausch zwischen den Schlüsselakteuren zu gewährleisten.

### **Empfehlung Nr. 2: Klimafachbeirat o. Ä. auf Stadt-, besser noch Regionsebene etablieren oder mit jährlicher Energiekonferenz Strategieanpassungsdiskussion initiieren**

Eine regelmäßige Rückversicherung über die noch richtige Strategie sollte auf Stadt- und Regionsebene geführt werden. Diese Diskussion kann im Rahmen einer jährlichen Energiekonferenz, auf der auch die jährliche Fortschreibung der Bilanzierung vorgestellt wird, oder im Rahmen eines repräsentativ zu besetzenden Gremiums, das ein bis zweimal im Jahr tagt, erfolgen. Der eingeladene Personenkreis sollte dabei die Bereiche Wirtschaft, Umwelt und Soziales abdecken. Die Teilnehmer sollten verpflichtet werden, die Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzeptes aktiv zu begleiten. Dies böte Gelegenheit, die Umsetzung einzelner Maßnahmen zu forcieren und die Bereitschaft zur Mitwirkung in einem solchen Beteiligungsangebot zu verifizieren. Für die Zusammenstellung der Teilnehmer wird empfohlen, mit dem Klimaschutzkonzept verbundene Interessen zu definieren und diesen Interessen Personen bzw. Institutionen zuzuordnen. Damit ist das Ziel verbunden, sowohl sektoral motivierte InteressensvertreterInnen (Wirtschaft, Umwelt, Soziales), als auch VertreterInnen quer liegender Bereiche (etwa Bildung) anzusprechen.

### **Empfehlung Nr. 3: Einbindung weiterer Interessensgruppen**

Die behördliche und interkommunale Zusammenarbeit allein reicht für die ambitionierten Klimaschutzziele, die auch die Bürgerschaft und die Unternehmen betreffen, nicht aus. Es wird daher empfohlen, auf den geschaffenen Strukturen der drei Foren weiterzuarbeiten, um die aktivierten und künftig relevanten Akteure für weitere Umsetzungsmaßnahmen einzubinden. Eine gute Beteiligungsplattform können auch die eingerichteten Patenschaften bieten.

### **Empfehlung Nr. 4: Jahresplan für die Öffentlichkeitsarbeit erstellen**

Sinnvoll wäre es, für jedes Jahr einen Plan zur Öffentlichkeitsarbeit zu entwickeln und ein entsprechendes Budget in den Haushalten einzuplanen. Der Jahresplan muss dabei folgende Inhalte umfassen: Leitthemen, Prioritäten, Einsatz der unterschiedlichen Instrumente und Meilensteine. Dabei dient der Jahresplan der koordinierenden oder steuernden Stelle als Leitfaden für eine effiziente Verzahnung der Umsetzung konkreter Maßnahmen mit kommunikativen Aktivitäten. Um eine professionelle Öffentlichkeitsarbeit zu gewährleisten, muss qualifiziertes Personal zur Verfügung stehen und der Jahresplan professionell aufgestellt worden sein. Woher die personellen Ressourcen für diese Tätigkeiten kommen sollen, muss

im Vorfeld geklärt werden. Möglich ist auch ein Zugriff auf bestehendes Personal mit geeigneten Kompetenzen in den Kommunalverwaltungen, ebenso wie auf die Erfahrungen und Kräfte der Kammern, Stadtwerke sowie Vereine für verschiedene Aktivitäten.

**Empfehlung Nr. 5: Entwicklung eines Corporate Designs für das Klimaschutzkonzept in der Stadt bzw. Region**

Im Zuge einer weitergehenden Positionierung der Region als Klimaschutz-Modellregion wird angeregt, ein Corporate Design für die Öffentlichkeitsarbeit im Klimaschutzkonzept zu entwickeln. Gerade wenn unterschiedliche Medien genutzt werden sollen, muss ein Wiedererkennungswert garantiert werden, um die einzelnen Aktivitäten in einen Gesamtzusammenhang zu bringen. Durch ein Corporate Design ist eine stärkere Breitenwirkung zu erzielen.

**Empfehlung Nr. 6: Nutzung innovativer Informations- und Aktivierungskanäle**

Um alle Ziel- und Altersgruppen gleichermaßen anzusprechen, kommt es auf den richtigen Methoden-Mix an. Schon heute bieten die neuen Medien und speziell die sozialen Netzwerke im Internet Potenziale für neuartigen Informationstransfer und Vernetzung (vom Diskussionsforum bis hin zu Facebook) sowie für eine spielerische Annäherung an das Klimaschutzthema. Dies betrifft gerade die junge Generation.

**Empfehlung Nr. 7: Präsenz der Region auf überregionalem Parkett**

VertreterInnen der Stadt, insbesondere des Fachbereichs Umwelt- und Klimaschutz können ihre Präsenz auf überregionalem Parkett verstärken, um lokal zu noch mehr Klimaschutzaktivitäten zu motivieren. Hier kommt die aktive Teilnahme an Fachveranstaltungen genauso in Frage, wie die Mitwirkung an überörtlichen Gremien und Zusammenschlüssen, insbesondere auch die Kontaktaufnahme zur neuen Bayerischen Energieagentur auf Landesebene. Auch die Ausrichtung medienwirksamer Ereignisse in der Region zum Klimaschutz gehört dazu. Momente der überregionalen Wahrnehmung, der lokalen Klimaschutzaktivitäten und der Austausch von Informationen auf überregionaler Ebene können eine extreme Schubkraft für die eigenen Klimaschutzaktivitäten auslösen. Diese Chance muss aktiv genutzt werden. In diesem Zusammenhang ist auch ein verstärktes Engagement in überregionalen Bündnissen, wie dem Klimabündnis, dem Konvent der Bürgermeister oder dem European-Energy-Award zu prüfen.

## 10 Monitoring & Controlling

Nachfolgend werden überwachende Parameter und Rahmenbedingungen aufgeführt, die dem Monitoring von Teilzielen dienen. Dabei werden Parameter, die den Verlauf des Prozesses zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen überwachen können, benannt. Des Weiteren wird aufgezeigt, wie die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen kontrolliert werden kann.

### 10.1 Parameter und Rahmenbedingungen für das Monitoring von Teilzielen

Um den Fortschritt der gesteckten Ziele zu überwachen, sind Monitoring-Parameter notwendig. Mit Hilfe dieser Parameter soll überprüft werden können, ob ein hinreichender Fortschritt in Bezug auf die gesteckten Ziele erreicht wurde oder positive oder negative Abweichungen festzustellen sind. Ziel ist es, frühzeitig zu erkennen, ob der Prozessablauf korrigiert werden muss und welche Maßnahmen dafür geeignet sein können. Mit dem vorliegenden Konzept werden für jede Energieerzeugungstechnik und für die Einsparmaßnahmen Parameter und Vorgehensweise der Zielüberwachung benannt.

#### **Zielüberprüfung: Reduktion des Stromverbrauchs**

Das Fortschreiten der Ziele im Bereich Reduktion des Stromverbrauchs ist an einem Indikator festzumachen:

- Verbrauchte Strommenge

Der Rückgang des Stromverbrauchs ist durch die Abfrage der gelieferten Energiemengen bei den Stadtwerken nachvollziehbar. Dabei sollten die Energieversorger (sofern verschiedene Lieferanten) den Stromverbrauch nach ihren verschiedenen Tarifen angeben. Somit kann zwischen den Bereichen Haushalte, öffentliche Verwaltung, Wirtschaft und zukünftig Verkehr unterschieden werden.

#### **Zielüberprüfung: Ausbau der Photovoltaik**

Der Ausbau der Photovoltaikanlagen wird durch zwei Indikatoren gekennzeichnet:

- Einspeisung der elektrischen Energiemenge nach dem EEG
- Strom aus Photovoltaikanlagen für die Eigennutzung nach dem EEG

Die mit Photovoltaikanlagen erzeugte Kilowattstunde Solarstrom wird in Deutschland über das EEG vergütet. Über die Förderung nach dem EEG für die Einspeisung ins öffentliche Netz und die Eigennutzung von PV-Strom lässt sich die Strommenge aus Photovoltaik ermitteln. Diese Daten können bei den regionalen Netzbetreibern erfragt werden.

#### **Zielüberprüfung: Ausbau der Biomasse**

Auch wenn für die Biomasse keine weiteren Ausbauziele gesetzt wurden, ist deren Monitoring interessant.

Der Fortschritt beim Ausbau der Biomasse kann an zwei Parametern festgemacht werden:

- Zunahme der Anzahl von bzw. der erzeugten Energie aus:
  - Biogasanlagen,
  - Heizwerken,
  - Hackschnitzelanlagen und
  - Kleinfeuerungsanlagen.

- Anzahl von Zusammenschlüssen und Vereinigungen zum Ausbau von Biomasseprojekten.

Die Zunahme der Anzahl der verschiedenen Biomasseanlagen ist ein direkter Indikator, um den Fortschritt in diesem Bereich zu messen. Wichtig ist, dass nicht nur neue Anlagen in die Betrachtung einbezogen werden, sondern auch der Fortbestand von Altanlagen geprüft wird. So können der Rückbau und der Ersatz alter Anlagen berücksichtigt werden. Dabei ist nicht nur die Anzahl der Anlagen entscheidend, sondern auch die erzeugte Energie. Die Daten neu zu errichtender Anlagen können durch die Baugenehmigungen erfasst werden. Die Zunahme der Leistung von BHKWs, die ins Stromnetz einspeisen, kann beim regionalen Netzbetreiber erfragt werden.

Ein weiterer Indikator ist der Ausbau von Interessensverbänden zu diesem Thema. Das können zum Beispiel Vereine oder Genossenschaften sein, die das Ziel haben, Biomasseanlagen zu errichten. Die Zunahme der Projektgemeinschaften kann anhand der von diesen entfalteten Aktivitäten abgeschätzt werden. Aktivitäten können öffentliche Versammlungen, Gründungen von Vereinen und Anträge zu Teilgenehmigungen sein.

Wichtig ist es, auch die Bestrebungen von Anlagenbetreibern und Investoren in der Region zu beobachten, um den Fortschritt überwachen zu können.

#### **Zielüberprüfung: Ausbau der Windenergie**

Der Ausbau der Windenergie kann mit Hilfe von zwei Indikatoren überwacht werden:

- Einspeisung von elektrischer Energie nach dem EEG
- Genehmigung von Bauvorhaben von neuen Windenergieanlagen

Die Einspeisedaten von Windenergieanlagen nach dem EEG sind ein direkter Parameter, um den Ausbau dieser Technik zu überprüfen. Diese Daten sind bei regionalen Energieversorgern zu erfragen.

Geplante Windenergieanlagen können anhand der genehmigungsrechtlichen Verfahren in der Region überwacht werden. Diese Daten liegen dem Kreis vor. Die Bestrebungen von Investoren und Betreibern von Windenergieanlagen sollten im Auge behalten werden.

#### **Zielüberprüfung: Reduktion des Wärmeverbrauchs**

Die Überwachung des Fortschritts im Bereich Reduktion des Wärmeverbrauchs beinhaltet zwei Indikatoren:

- verkaufte Energiemengen der leitungsgebundenen Energieträger (v. a. Erdgas, Fernwärme)
- Kesselleistung bei nicht leitungsgebundenen Energieträgern (v. a. Heizöl)

Im Bereich Wärme werden leitungsgebundene und nicht leitungsgebundene Energieträger unterschieden. Die Reduktion der leitungsgebundenen Energieträger lässt sich in regelmäßigen Abständen durch die Verkaufsdaten der Energieversorger überprüfen. Diese sind bei den jeweiligen regionalen Energieversorgern abrufbar. Zu beachten ist der Einfluss der Witterung. Durch die Witterungsbereinigung der Verbräuche, z. B. über Gradtagszahlen, können die Verbräuche verschiedener Jahre und Regionen verglichen und Verbrauchssenkungen identifiziert werden.

Informationen zu nicht leitungsgebundenen Energieträgern können durch die Abfragen von Schornsteinfegerdaten erhalten werden. Die Schornsteinfeger können i. d. R. benennen, welche Leistung und welches Baujahr die Kessel in den einzelnen Gebäuden haben und welcher Energieträger zum Einsatz kommt. Mit Hilfe der Schornsteinfegerdaten können die

Reduktion der Kesselleistung über die Jahre und Energieträgerumstellungen ermittelt werden. Die für die jeweilige Region zuständigen Schornsteinfeger können über die Schornsteinfegerinnung ermittelt werden.

### **Zielüberprüfung: Ausbau der Solarthermie**

Für das Fortschreiten des Ausbaus der Solarthermie gibt es drei Indikatoren:

- Anzahl der Förderanträge für neu zu errichtende Anlagen
- Zunahme der installierten Anlagen und der installierten Leistung
- Abnahme der Leistungen von konventionellen Heizkesseln

Solarthermische Anlagen werden durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert. Anhand der Förderanträge kann die Zunahme der Solarthermieranlagen nachvollzogen werden. Verfügt eine Region über eigene Förderprogramme, zusätzlich zur Bundesförderung, ist die Anzahl der Anträge bei der jeweiligen Antrags- und Bewilligungsstelle verfügbar.

Bereits installierte Solarthermieranlagen werden durch [www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de) registriert. Auf dieser Internetseite sind die installierten Solarthermieranlagen nach Postleitzahlen und Jahren abrufbar. Des Weiteren werden mit dem Umbau der Heizungsanlage auf Solarkollektoren die Kesselleistungen geringer. Diese werden wiederum durch die Kaminkehrer registriert. Die Schornsteinfegerinnung gibt Auskunft darüber, welcher Schornsteinfeger für die jeweilige Region zuständig ist.

### **Zielüberprüfung: Ausbau der Geothermie**

Die Aktivitäten im Bereich Geothermie zielen ausschließlich auf die oberflächennahe Geothermie ab, da keine tiefegeothermischen Potenziale vorhanden sind.

Die Indikatoren für oberflächennahe Geothermie sind:

- Rückgang der Leistungen von konventionellen Heizkesseln
- Spezialtarife für Wärmepumpen der Energieversorger
- wasserrechtliche Erlaubnisse

Durch die Angaben der Schornsteinfeger, welche Kessel in den einzelnen Gebäuden installiert sind, kann der Rückgang der Kessel ein Indikator für die Zunahme von Wärmepumpen und damit die Nutzung von oberflächennaher Geothermie sein. Die Innung gibt Aufschluss darüber, welcher Schornsteinfeger diese Daten für die entsprechende Region vorliegen hat.

Einige Energieversorger geben Spezialtarife für Wärmepumpen aus. Durch die Abfrage der regionalen Energieversorger und deren Abgabe an elektrischer Energie in ihrem Segment für Wärmepumpen (Sondertarifkunden) lässt sich auf den Stand des Ausbaus der oberflächennahen Geothermie schließen.

Die untere Wasserbehörde erteilt eine wasserrechtliche Erlaubnis zum Bau von Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren und einer direkten geothermischen Nutzung des Grundwassers. Der Behörde liegen die Leistungen und die Anzahl der neu genehmigten Anlagen vor. Somit können Neuinstallationen von Wärmepumpenanlagen erfasst werden.

### **Zielüberprüfung: Reduzierung der Verkehrsleistung**

Folgende Indikatoren können im Verkehrsbereich verwendet werden:

- Veränderungen im Modal Split
- Veränderungen in der Verkehrsleistung
- Daten aus Verkehrszählungen

- Neuanmeldung von Fahrzeugen
- Verkauf von E-Bikes

Die Datenbasis im Verkehrsbereich sollte verbessert werden, um ein wirkungsvolles Controlling zu ermöglichen (siehe auch Kapitel 3.1.5, Seite 19). Mit den zuständigen Stellen im Landkreis sollte geklärt werden, welche zusätzlichen Daten über das vorhandene Instrument „Nahverkehrsplanung“ hinaus erhoben werden sollten, um die im Klimaschutzkonzept genannte Strategie und die zugrunde liegenden Ziele überprüfen zu können.

#### **Zielüberprüfung: Ausbau erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich**

Die Entwicklung der Fahrzeugtechnik lässt sich derzeit kaum abschätzen. Im Szenario „Treibstoffe“ wurde angenommen, dass die Elektromobilität einen Beitrag zum Klimaschutz leisten wird, einerseits wegen der Reduzierung des Energieverbrauchs aufgrund der effizienteren Antriebstechnik, andererseits durch die Substitution fossiler Treibstoffe durch Strom aus erneuerbarer Energieproduktion. Aber auch die Beimischung von Biodiesel, der Einsatz von Erdgas- bzw. Biogasfahrzeugen und die Wasserstofftechnologie sind Optionen, die den Klimaschutz im Verkehrsbereich verbessern können.

Folgende Indikatoren kommen für die Überwachung des Einsatzes erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich in Frage:

- Anzahl an Tankstellen für erneuerbare Treibstoffe
- Anzahl der Stromtankstellen
- Anzahl der Anmeldungen von Elektroautos

## **10.2 Überwachung des Maßnahmenpakets**

Aufgrund des umfangreichen Maßnahmenpaketes, das in relativ kurzer Zeit – möglichst bis 2020 - angegangen werden soll, sind seitens der Stadt ausreichende personelle Kapazitäten vorzuhalten. Im Fachbereich Umwelt ist bereits ein erfolgreich arbeitender Klimaschutzbeauftragter installiert. Angesichts der zusätzlichen anstehenden Koordinations- und Initiierungsaufgaben ist aus gutachterlicher Sicht weitere fachliche Unterstützung von Nöten. Je nach Inanspruchnahme möglicher Fördermittel können hierbei Spezialaufgaben übertragen werden (Bsp. Sanierungsmanager) oder allgemeine Koordinations- und Netzwerkaufgaben (Bsp. fachliche Unterstützung durch BMU-Mittel eines sogenannten Klimaschutzmanagers) unterstützt werden.

Das wohl wichtigste „Controllinginstrument“ zur Erreichung der Umsetzung von Maßnahmen ist die Verstärkung des Klimaschutzmanagements mit zusätzlichen Kräften. Das Team des Klimaschutzmanagements ist die zentrale Anlaufstelle bei der Vorbereitung und Steuerung der einzelnen Maßnahmen aus dem Maßnahmenpaket. Sie sorgt dafür, dass alle Maßnahmen effizient umgesetzt werden. Neben der Vorbereitung, aber auch der Überprüfung des Zwischenstandes der einzelnen Projekte ist es ebenfalls wichtig, eine Person definiert zu haben, die die Zusammenarbeit aller Beteiligten eines Projektes koordiniert. Darüber hinaus vertritt das künftige Klimaschutzteam die Stadt bei Veranstaltungen rund um das Thema Energie und ist somit das Gesicht der Klimaschutzkampagne nach außen. Ergänzend zu dem bereits installierten Klimaschutzbeauftragten erscheint eine fachliche Unterstützung sinnvoll, die verschiedene fachlich vertiefende Aufgaben abnehmen kann, insbesondere im Bereich Energie-Einsparung in privaten Haushalten.

### 10.3 Rhythmus der Datenerhebung

Der Rhythmus für die Abfrage der einzelnen Daten der verschiedenen Indikatoren liegt in einem Zeitrahmen zwischen einem Jahr und fünf Jahren. Verschiedene Institutionen geben unterschiedliche Empfehlungen dazu ab. Im Folgenden sind die Empfehlungen des European Energy Award®, des Klima-Bündnis und der Firma ECOSPEED AG aufgezeigt.

Der European Energy Award® fordert von seinen Teilnehmern alle drei Jahre ein externes Audit. In diesem Zeitraum sollte auch der Abruf der Indikatordaten liegen. Somit ist ein Monitoring für das Audit gegeben.

Das Klima-Bündnis rät seinen Mitgliedern bei der Erstellung einer Energie- und Klimabilanz einen Rhythmus von fünf Jahren bei der Datenabfrage einzuhalten. Die Begründung dieser Empfehlung liegt darin, dass das Klima-Bündnis den finanziellen Aufwand für kleine Kommunen ansonsten als zu groß einschätzt. Der Aufwand begründet sich in personellem Aufwand und Kosten für einzelne Datenabfragen.

Die Firma ECOSPEED AG rät ebenfalls zu einem Zeitraum von fünf Jahren. Diese Firma hat mit ihrer Software ECOREGION ein Tool zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung für Kommunen geschaffen. Ihre Empfehlung begründet die ECOSPEED AG damit, dass die Kommunen demotiviert werden könnten, wenn die Erfolge nicht wirklich sichtbar werden. Nach fünf Jahren kann der Erfolg der verschiedenen Maßnahmen deutlich erkennbar sein.

Für die Stadt Würzburg erscheint die Abfrage und Anpassung der Bilanzierungsdaten in einem Rhythmus von drei Jahren sinnvoll. Damit lässt sich die Aktualisierung der Daten mit dem European Energy Award®, dessen Einführung auf kommunaler Ebene empfohlen wird, harmonisieren.

Am Ende der Erstellungsphase des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes schult der Auftragnehmer die zuständigen MitarbeiterInnen der Stadtverwaltung, so dass künftig die Pflege und Fortschreibung des Würzburger Datensatzes selbstständig durchgeführt werden kann.

Zur Anfertigung eines jährlichen Klimaberichtes ist das jährliche Monitoren der konkreten Aktivitäten und der damit unmittelbar zusammenhängenden Klimaeffekte aussagekräftig. Hier lassen sich konkrete Fortschritte beobachten. Die dreijährige Vollerhebung aller Daten stellt diese jährlichen Ergebnisse wiederkehrend in die Gesamtbilanz.

## Literaturverzeichnis

**Agentur für Erneuerbare Energien. (2011).** Grafiken. Abgerufen am 19.10.2011 von <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/wirtschaft/grafiken.html>

**Agentur für Erneuerbare Energien. (2011).** Solarenergie. Abgerufen am 07.11.2011 von <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/solarenergie.html>

**Agentur für Erneuerbare Energien. (2011).** Wasserkraft. Abgerufen am 02.11.2011 von <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/wasserkraft/wasserkraft.html>

**B.A.U.M. Consult GmbH (B.A.U.M.). (2012).** Eigene Berechnungen und eigene Darstellungen

**Bayerische Staatsregierung. (2011).** Bayerisches Energiekonzept "Energie innovativ". Abgerufen am 26. 08 2011 von Bayerisches Energiekonzept "Energie innovativ": <http://www.bayern.de>

**Bayerischer Landtag. (2010).** Bayerische Verfassung. Abgerufen am 13.12.2010 von <http://www.bayern.landtag.de>

**Bayerischer Landtag. (2010).** Datenschutzgesetz Bayern. Abgerufen am 13.12.2010 von <http://www.verwaltung.bayern.de>

**Bayerischer Windatlas (2012).** <http://www.stmwivt.bayern.de>

**Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung. (2012).** Genesis-Online. Abgerufen am 05 2012 von <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online;jsessionid=99A60037F839495C8FB59B09E2ECD798?Menu=Willkommen>

**Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung. (2012).** Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2029, Demografisches Profil für den Landkreis Kelheim. Abgerufen am 23.08.2011 unter <https://www.statistik.bayern.de/statistik/kreise/273.pdf>.

**Bayerisches Landesamt für Umwelt (2012).** Abgerufen am 16.7.2012 von <http://www.lfu.bayern.de/natur/index.htm>

**Bayern Innovativ. (2011).** Cluster-Forum Netzeinbindung Photovoltaik. Abgerufen am 03.10.2011 von <http://bayern-innovativ.de/netzeinbindung2010/nachbericht>

**deENet. (2010).** Abgerufen am 14.12.2011 von [http://www.100-ee.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Schriftenreihe/Arbeitsmaterialien\\_100EE\\_Nr5.pdf](http://www.100-ee.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Schriftenreihe/Arbeitsmaterialien_100EE_Nr5.pdf)

**Deutsches Institut für Urbanistik. (2011).** Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden.

**DWD - Deutscher Wetterdienst. (2012).** Deutscher Klimaatlas. Abgerufen von [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

**ECORegion. (2012).** Abgerufen von <https://region.ecospeed.ch>

**Energie-Atlas Bayern. (2012).** Abgerufen von <http://www.energieatlas.bayern.de>

**Energy Map. (2012).** Abgerufen von <http://www.energymap.info>

**Engelhard, K. (Hrsg.). (1998).** Umwelt und Entwicklung: Ein Beitrag zur lokalen Agenda 21.

**Forschungszentrum Jülich GmbH, K. E. (2011).** Abgerufen von [www2.fz-juelich.de](http://www2.fz-juelich.de). am 10.09.2011

**Göpfert/Dietrich et al. (2012).** „Vision Würzburg 2030“

**Herold A. (1964).** Regionalgeographische Untersuchungen in Mainfranken/ Das Fränkische Gäuland., Berichte zur deutschen Landeskunde 32 (S. 1-43).

**Herold A. (1965).** Würzburg. Analyse einer Stadtlandschaft. In Berichte zur deutschen Landeskunde 35 (S. 185-229).

**Höppe P., & Mayer H. (1987).** Planungsrelevante Bewertung der thermischen Komponente des Stadtklimas. Landschaft und Stadt 19.

**Institut für Energietechnik (IfE). (2012).** Eigene Berechnungen und eigene Darstellungen

**IPCC. (2001).** Climate Change 2001. Cambridge, United Kingdom and New York.

**IPCC. (2007).** Climate Change 2007. Cambridge, United Kingdom and New York.

**Janssen, H. J. (2011).** Was lehrt uns die Neurowissenschaft über den internen Klimawandel? Bedeutung von Nachhaltigkeit in Unternehmen. Ernst & Young CCaSS News, Ausgabe 16, S. 38 ff.

**Kaltschmitt M. (2003).** Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, Heidelberg.

**Känzig R., Hüppi R. (2009).** Wie Kampagnen aus psychologischer Sicht zur Verbesserung des Entsorgungsverhaltens beitragen können; Anwendung von psychologischen Verhaltensmodellen auf die Abfallproblematik. ETH Zürich.

**Künstler, R. (2008).** Stadtklimatische Untersuchungen in Würzburg. Diplomarbeit an der Universität Würzburg.

**Mahammadzadeh M., & Biebeler H. (2009).** Studie „Anpassung an den Klimawandel“. (K. IW, Hrsg.) Nr. 57 der Schriftenreihe IW-Analysen.

**Prof. Dr. Katzschner. (2011).** Flächenaufteilung des Stadtgebietes auf Grundlage von Daten der Stadt Würzburg (Fachabteilung Bauleitplanung).

**Prose, F. (1994).** Ansätze zur Veränderung von Umweltbewusstsein und Umweltverhalten aus sozialpsychologischer Perspektive . Neue Wege im Energiespar-Marketing.

**Rauh J., & Paeth H. (2011).** Anthropogener Klimawandel und Weinwirtschaft – Wahrnehmung und Anpassungsmaßnahmen fränkischer Winzer auf den Wandel klimatischer Bedingungen. (U. Würzburg, Hrsg.)

**Regionale Klimabüros der Helmholtz-Gemeinschaft. (2012).** Regionaler Klimaatlas. Abgerufen von <http://www.regionaler-klimaatlas.de>

**Scheuthle H., Kaiser F. G. (2008).** Umweltpsychologisch intervenieren: personenbezogenen und strukturelle Methoden der Verhaltensveränderung. Wissenschaft & Umwelt, Interdisziplinär 11.

**Scripps Institution of Oceanography, U. o. (2012).** Scripps CO<sub>2</sub>-Program. Abgerufen am 4. 10 2012 von <http://scrippsco2.ucsd.edu>

**Solaratlas. (2011).** Abgerufen am 11.02.2011 von [www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de)

**Statistische Ämter des Bundes und der Länder. (2011).** Abgerufen von <http://www.destatis.de/>

**Statistisches Bundesamt. (2012).** Wiesbaden. Abgerufen am 07.11.2012 von <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>

**Tipps zur Dimensionierung. (2011)** Abgerufen am 11.02.2011 von <http://www.christeva.de/tipps.html>

**Tobias R., Mosler H.-J. (2007).** Umweltpsychologische Interventionsformen neu gedacht. Umweltpsychologie, 11. Jg., Heft 1, S. 35-54.

**TU München (TUM). (2012).** Eigene Berechnungen und eigene Darstellungen

**Umweltamt der Stadt Würzburg Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft. (k. J.).** Historische Hochwasser am Main. Abgerufen am 10.10.2012 von [http://www.wuerzburg.de/de/themen/umwelt-verkehr/wasserrechtgewaesserschutzwasserwirtschaft/oberflaechengewaesser/16057.Historische\\_Mainhochwasser\\_in\\_Wuerzburg.html](http://www.wuerzburg.de/de/themen/umwelt-verkehr/wasserrechtgewaesserschutzwasserwirtschaft/oberflaechengewaesser/16057.Historische_Mainhochwasser_in_Wuerzburg.html)

**Umweltbundesamt. (2009).** Politiksznarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel; Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030.

**Umweltbundesamt. (2012).** Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2009. Abgerufen am 18. 07 2012 von [www.uba.de](http://www.uba.de): [http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgmm/envtw7blw/2012\\_01\\_12\\_NIR\\_2012\\_EU-Submission\\_deutsch.pdf](http://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgmm/envtw7blw/2012_01_12_NIR_2012_EU-Submission_deutsch.pdf)

**Wasser- und Schifffahrtsdirektion Süd. (1999).** 175 Jahre Pegel Würzburg – Daten und Fakten. S. 52-53.

**Zielinski, J. (2009).** Der tägliche Umgang mit Energie – wie kann die Umweltpsychologie beim Energiesparen helfen? AG Umwelt- und Kognitionspsychologie, Ruhr-Universität Bochum.

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Die CO <sub>2</sub> -Minderungspotenziale im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012).....                                                                                                           | 7  |
| Abbildung 2: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen im Jahr 2010 (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                   | 7  |
| Abbildung 3: Flächenaufteilung nach Art der tatsächlichen Nutzung im Jahr 2010 (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                   | 11 |
| Abbildung 4: Flächenentwicklung nach Art der tatsächlichen Nutzung in den Jahren 1992 bis 2010 (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                   | 12 |
| Abbildung 5: Einwohnerentwicklung der Stadt Würzburg in den Jahren 1990 bis 2010 (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012).....                | 13 |
| Abbildung 6: Einwohnervorausberechnung der Stadt Würzburg für die Jahre 2011 bis 2030 (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012).....           | 13 |
| Abbildung 7: Einwohnerstruktur der Stadt Würzburg im Jahr 2010 nach Altersklassen (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012).....               | 14 |
| Abbildung 8: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen von 1993 (WZ'93) (Stichtag 30.06.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012)..... | 16 |
| Abbildung 9: Anzahl der Wohngebäude in Würzburg (1990 - 2010) (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                  | 17 |
| Abbildung 10: Wohnfläche in der Stadt Würzburg (1990 - 2010) (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                   | 18 |
| Abbildung 11: Wohnfläche pro EinwohnerIn in Würzburg (1990 - 2010) (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                             | 18 |
| Abbildung 12: Zugelassene Fahrzeuge in Würzburg im Jahr 2010 nach Fahrzeugtypen (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012).....                 | 20 |
| Abbildung 13: Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge in Würzburg nach Fahrzeugtypen (2000 – 2010) (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012).....    | 20 |
| Abbildung 14: Modal-Split der BewohnerInnen der Stadt Würzburg.(VERKEHRSMODELL WVI, 2008) (TUM, 2012) .....                                                                                               | 22 |
| Abbildung 15: Anzahl der Wege je Personengruppe der BewohnerInnen Stadt Würzburg. (VERKEHRSMODELL WVI, 2008) (TUM, 2012).....                                                                             | 22 |

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 16: Anzahl der Wege je Zielzweck der BewohnerInnen Stadt Würzburg. (VERKEHRSMODEL WVI, 2008) (TUM, 2012) .....                                                                               | 23 |
| Abbildung 17: Bilanzierungsprinzipien der angewandten Methode (B.A.U.M., 2012).....                                                                                                                    | 25 |
| Abbildung 18: Energiearten und -verluste bei der Erzeugung (B.A.U.M., 2012).....                                                                                                                       | 26 |
| Abbildung 19: Endenergieverbrauch im Jahr 2010 nach Bereichen der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                              | 27 |
| Abbildung 20: Endenergieverbrauch nach Bereichen in MWh/a der Stadt Würzburg (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                    | 27 |
| Abbildung 21: Endenergieverbrauch pro EinwohnerIn nach Bereichen in MWh/(a · EW)der Stadt Würzburg (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012).....                                               | 28 |
| Abbildung 22: Endenergieverbrauch im Jahr 2010 nach Nutzungsarten der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                          | 29 |
| Abbildung 23: Endenergieverbrauch nach Nutzungsarten in MWh/a (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012).....                                                                 | 29 |
| Abbildung 24: Energiemix in Deutschland 2000-2007 (AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIE, 2011).....                                                                                                         | 30 |
| Abbildung 25: CO <sub>2</sub> -Emissionen entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen im Jahr 2010 der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012).....                                | 31 |
| Abbildung 26: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen in t/a (1990 – 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                       | 32 |
| Abbildung 27: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Nutzungsarten im Jahr 2010 (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                           | 32 |
| Abbildung 28: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stadt Würzburg entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) pro EinwohnerIn nach Bereichen in t/(a · EW) (1990 – 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012)..... | 33 |
| Abbildung 29: Potenzialbegriffe nach Kaltschmitt (B.A.U.M., 2012).....                                                                                                                                 | 35 |
| Abbildung 30: Das Wärmekataster für die Stadt Würzburg (Anschlussdichte 100%) (IfE, 2012).....                                                                                                         | 37 |
| Abbildung 31: Die Baualtersstruktur im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012) .....                                                                                                                          | 38 |
| Abbildung 32: Die Potenzialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden (IfE, 2012) .....                                                                                              | 39 |
| Abbildung 33: Tautologie der Verkehrsökologie (TUM, 2012).....                                                                                                                                         | 49 |
| Abbildung 34: Das Geothermiefpotenzial im Bundesland Bayern (www.geothermieprojekte.de, 2011) .....                                                                                                    | 58 |
| Abbildung 35: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfes Ist – Ziel 2020 (IfE, 2012).....                                                                                                    | 63 |
| Abbildung 36: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfes Ist – Ziel 2020 (IfE, 2012).....                                                                                                   | 64 |
| Abbildung 37: Reduktionspotenziale im Verkehr (TUM, 2012).....                                                                                                                                         | 65 |
| Abbildung 38: Die CO <sub>2</sub> -Minderungspotenziale im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012).....                                                                                                       | 66 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 39: Die kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau EE (www.kommunal-erneuerbar.de, 2012).....                                                                                                                                                                                                 | 72  |
| Abbildung 40: Der Weg zum Klimaschutzkonzept mit den Foren zur Beteiligung (B.A.U.M., 2012).....                                                                                                                                                                                                      | 73  |
| Abbildung 41: Das strategische Dreieck (B.A.U.M., 2012).....                                                                                                                                                                                                                                          | 74  |
| Abbildung 42: Übersicht der Handlungsfelder für den Bereich Mobilität und Verkehr (TUM, 2012).....                                                                                                                                                                                                    | 91  |
| Abbildung 43: Globale Jahresmittelwerte der bodennahen Lufttemperatur von 1860 bis 2010 (IPCC, 2007) .....                                                                                                                                                                                            | 98  |
| Abbildung 44: Der Graph zeigt die Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Konzentration in der Erdatmosphäre seit 1960, gemessen am Mauna Loa, Hawaii. (SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY, 2012).....                                                                                                      | 99  |
| Abbildung 45: Durchschnittswerte von Multimodellberechnungen verschiedener Szenarien (IPCC, 2007) .....                                                                                                                                                                                               | 100 |
| Abbildung 46: Klimaatlas Deutschland: Temperaturentwicklung für den Sommer in Deutschland bis 2100 (DWD - DEUTSCHER WETTERDIENST, 2012) .....                                                                                                                                                         | 101 |
| Abbildung 47: Bayern: Mögliche mittlere Änderung der durchschnittlichen Temperatur im Sommer bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990) (REGIONALE KLIMABÜROS DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT, 2012) .....                                                                | 102 |
| Abbildung 48: Zeitreihen der beobachteten und simulierten Häufigkeit von warmen und kalten Temperaturextremen in Unterfranken mit geschätztem Trendpolynom 2. Grades. Warme Temperaturextreme: Tage mit über 25,5° C, Kalte Temperaturextreme: Tage mit unter -11° C (RAUH J. & PAETH H., 2011) ..... | 104 |
| Abbildung 49: Wasserhöchststände in cm seit 1823 im Abflussjahr vom 1. November bis zum 30. Oktober des nächsten Jahres. (WASSER- UND SCHIFFFAHRTSDIREKTION SÜD, 1999) .....                                                                                                                          | 105 |
| Abbildung 50: Klimafunktionskarte, normierte Legende nach VDI 3787, Modell ENVIMET als Grundlage (PROF. DR. KATZSCHNER UND TEAM, 2012).....                                                                                                                                                           | 112 |
| Abbildung 51: Klimafunktionskarte, mit Planungshinweisen (PROF. DR. KATZSCHNER UND TEAM, 2012).....                                                                                                                                                                                                   | 113 |
| Abbildung 52: Maßnahmenkatalog private Haushalte und Kleingewerbe (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                                                                   | 176 |
| Abbildung 53: Maßnahmenkatalog kommunale und öffentliche Gebäude (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                                                                    | 179 |
| Abbildung 54: Der monatliche Stromverbrauch im Falkenhaus (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                                                                           | 182 |
| Abbildung 55: Ergebnisse des energetischen Benchmarking für die Stadtbibliothek (IfE, 2012).....                                                                                                                                                                                                      | 182 |
| Abbildung 56: Maßnahmenvorschläge GHD/Industrie (IfE, 2012).....                                                                                                                                                                                                                                      | 187 |
| Abbildung 57: Möglicher Nahwärmeverbund im Bereich des Zwerchgrabens (IfE, 2012) ...                                                                                                                                                                                                                  | 189 |
| Abbildung 58: Wärmekataster im Umkreis der Kläranlage für mögliche Abwärmenutzung (IfE, 2012).....                                                                                                                                                                                                    | 190 |
| Abbildung 59: Wärmekataster: Das Quartier Heidingsfeld (IfE, 2012).....                                                                                                                                                                                                                               | 191 |

## Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Übersicht der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                         | 8  |
| Tabelle 2: Zugelassene Fahrzeuge in Würzburg im Jahr 2010 nach Fahrzeugtypen (Stichtag 31.12.) (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                          | 20 |
| Tabelle 3: Endenergieverbrauch nach Bereichen in GWh/a (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                                                                                 | 27 |
| Tabelle 4: Endenergieverbrauch pro EinwohnerIn nach Bereichen in MWh/(a · EW) (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                                                          | 28 |
| Tabelle 5: Endenergieverbrauch nach Nutzungsarten in GWh/a (1990 - 2010) der Stadt Würzburg (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                                                                             | 29 |
| Tabelle 6: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stadt Würzburg Tausend in t/a entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Bereichen (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                            | 32 |
| Tabelle 7: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stadt Würzburg in Tausend t/a entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) nach Nutzungsarten (1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) ..                                                                           | 32 |
| Tabelle 8: CO <sub>2</sub> -Emissionen entlang des Lebenszyklus (LCA-Methode) pro EinwohnerIn in t/a/EW nach Bereichen der Stadt Würzburg(1990 - 2010) (ECOREGION, 2012) (B.A.U.M., 2012) .....                                                                  | 33 |
| Tabelle 9: Die Abstufung anhand der unterschiedlichen Wärmebelegung (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                            | 36 |
| Tabelle 10: Die Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                                              | 42 |
| Tabelle 11: Energieeinsparpotenziale der Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                            | 42 |
| Tabelle 12: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2009) (IfE, 2012) .....                                                                                                                | 47 |
| Tabelle 13: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen (www.wissenschaft-technik-ethik.de, 2011) (IfE, 2012) .....                                                                                                                                | 49 |
| Tabelle 14: Übersicht der Energiebereitstellungspotenziale aus Holz (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                            | 51 |
| Tabelle 15: Das Potenzial erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                              | 56 |
| Tabelle 16: Übersicht der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                                        | 60 |
| Tabelle 17: Übersicht der Potenziale an erneuerbarer Energien im Stadtgebiet Würzburg (IfE, 2012) .....                                                                                                                                                          | 61 |
| Tabelle 18: Die zu installierenden Anlagen zum Ausschöpfen der Potenziale an Erneuerbaren Energien (IfE, 2012) .....                                                                                                                                             | 62 |
| Tabelle 19: Die Investitionskosten für den Ausbau der Erneuerbaren Energien (IfE, 2012) ..                                                                                                                                                                       | 70 |
| Tabelle 20: Beratungsangebote für Unternehmen (B.A.U.M., 2012) .....                                                                                                                                                                                             | 87 |
| Tabelle 21: Gesamtänderungen der bodennahen Temperatur in °C und des Niederschlages in mm nach Jahreszeit sowie der Häufigkeit von Extremereignissen in Tagen pro Jahr (T/a) im Zeitfenster 1947-2006 (Beobachtungen) bzw. 1950-2100 (Modell) gemäß Trendpolynom |    |

|                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2. Grades mit Angabe der statistischen Signifikanz des Trends ( * = 10 %, ** = 5 %, *** = 1 %). (RAUH J. & PAETH H., 2011) .....                                                           | 103 |
| Tabelle 22: Der Maßnahmenkatalog in der Übersicht – Projekte und deren Umsetzungshorizont (k: kurzfristig, m: mittelfristig, l: langfristig) nach Maßnahmenbereichen (B.A.U.M., 2012)..... | 121 |
| Tabelle 23: Ermittlung des thermischen Energieverbrauchs im Falkenhaus/Falkenhof (IfE, 2012).....                                                                                          | 181 |
| Tabelle 24: Die Abstufung anhand der verschiedenen Wärmebelegung (IfE, 2012) .....                                                                                                         | 188 |
| Tabelle 25: Grad der intrinsischen Motivation (Stadt Würzburg, 2012) .....                                                                                                                 | 199 |