

# INTEGRIERTES ENERGIE- UND KLIMASCHUTZKONZEPT GEMEINDE UNTERHACHING

STUDIE IM AUFTRAG DER GEMEINDE UNTERHACHING

Endbericht

Dezember 2012



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH ([www.lbst.de](http://www.lbst.de))

Dr. Werner Zittel

Dipl. Ing. Martin Zerta

Dipl. Ing. Tetyana Raksha

Dipl. Ing. Jan Zerhusen



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



DIE BMU  
KLIMASCHUTZ-  
INITIATIVE

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen: 03KS2779

Laufzeit: 01.01.2012 bis 31.12.2012

## R E P O R T

### Haftungsausschluss

Der Mitarbeiterstab der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH hat diesen Bericht erstellt.

Die Sichtweisen und Schlüsse, die in diesem Bericht ausgedrückt werden, sind jene der Mitarbeiter der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH. Alle Angaben und Daten sind sorgfältig recherchiert. Allerdings gibt weder die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH noch irgendeiner ihrer Mitarbeiter, Vertragspartner oder Unterauftragnehmer irgendeine ausdrückliche oder implizierte Garantie oder übernimmt irgendeine rechtliche oder sonstige Verantwortung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Nutzbarkeit irgendeiner Information, eines Produktes oder eines enthaltenen Prozesses, oder versichert, dass deren Nutzung private Rechte nicht verletzen würden.

## INHALT

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ABKÜRZUNGEN.....                                                                                                       | IV |
| 1 ZUSAMMENFASSUNG .....                                                                                                | VI |
| 2 ENERGIEBILANZ FÜR DIE GEMEINDE UNTERHACHING .....                                                                    | 1  |
| 2.1 Gesamtenergieverbrauch 2010 .....                                                                                  | 1  |
| 2.2 Wärmebilanz 2010.....                                                                                              | 2  |
| 2.3 Strombilanz 2010.....                                                                                              | 4  |
| 2.4 Kommunale und öffentliche Gebäude.....                                                                             | 6  |
| 2.4.1 Erfasste Energieverbräuche und Flächen.....                                                                      | 6  |
| 2.4.2 Wärmebilanz kommunaler Liegenschaften .....                                                                      | 9  |
| 2.4.3 Strombilanz kommunaler Liegenschaften .....                                                                      | 9  |
| 2.5 Geothermie Unterhaching.....                                                                                       | 10 |
| 3 EMISSIONSBILANZ FÜR DIE GEMEINDE UNTERHACHING .....                                                                  | 12 |
| 4 VERGLEICH MIT NACHBARGEMEINDEN IM LANDKREIS .....                                                                    | 14 |
| 4.1 Methodik .....                                                                                                     | 14 |
| 4.1.1 Methodische Probleme bei der Bewertung von CO <sub>2</sub> -<br>Emissionen im Rahmen einer Regionalanalyse ..... | 14 |
| 4.1.2 Unterhaching (LBST) .....                                                                                        | 17 |
| 4.2 Unterschiede bei der Ermittlung der CO <sub>2</sub> -Emissionen .....                                              | 19 |
| 4.2.1 Strombilanz .....                                                                                                | 19 |
| 4.2.2 Verkehrsbilanz .....                                                                                             | 20 |
| 4.3 Vergleich der Gemeinden.....                                                                                       | 21 |
| 5 POTENZIALE IN DER GEMEINDE UNTERHACHING .....                                                                        | 24 |
| 5.1 Potenziale zur Einsparung und Effizienzsteigerung.....                                                             | 24 |
| 5.1.1 Wärme .....                                                                                                      | 24 |
| 5.1.2 Strom .....                                                                                                      | 28 |
| 5.1.3 Verkehr .....                                                                                                    | 35 |
| 5.2 Potenziale erneuerbare Energien .....                                                                              | 36 |
| 5.2.1 Solarenergie .....                                                                                               | 36 |

|          |                                                                      |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 5.2.2    | Biomasse.....                                                        | 40 |
| 5.2.3    | Windenergie.....                                                     | 40 |
| 6        | SZENARIEN ZUR MINDERUNG DER CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN .....        | 41 |
| 6.1      | Alle Szenarien .....                                                 | 43 |
| 6.2      | Trendszenario 2030 .....                                             | 44 |
| 6.3      | Klimaschutzszenario 2030 .....                                       | 46 |
| 6.4      | Umsetzungsszenario 2030 .....                                        | 47 |
| 7        | MAßNAHMENEMPFEHLUNGEN .....                                          | 48 |
| 7.1      | Liste der wichtigsten Maßnahmen (TOP) .....                          | 48 |
| 7.2      | Liste der empfohlenen Maßnahmen .....                                | 49 |
| 7.2.1    | Übergeordnete zentrale Maßnahmen .....                               | 49 |
| 7.2.2    | Strukturelle Maßnahmen .....                                         | 49 |
| 7.2.3    | Öffentlichkeitsarbeit.....                                           | 50 |
| 7.2.4    | Kommunaler Bereich.....                                              | 50 |
| 7.2.5    | Private Haushalte .....                                              | 51 |
| 7.2.6    | Gewerbe-, Handel-, Dienstleistungen (GHD) .....                      | 51 |
| 7.2.7    | Mobilität/Verkehr .....                                              | 52 |
| 7.3      | Bereits durchgeführte Maßnahmen .....                                | 52 |
| 8        | CONTROLLING .....                                                    | 54 |
| 8.1      | Controlling-Elemente .....                                           | 55 |
| 8.1.1    | Kommunale Liegenschaften .....                                       | 56 |
| 8.1.2    | Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz der Gemeinde Unterhaching ..... | 61 |
| 8.1.3    | Maßnahmencontrolling.....                                            | 64 |
| 8.2      | Vergleichswerte: Relevante Kenngrößen & Benchmark .....              | 65 |
| 9        | ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....                                          | 67 |
| 9.1      | Kommunikations-Instrumente.....                                      | 67 |
| 9.2      | Weiterführung der Öffentlichkeitsarbeit .....                        | 68 |
|          | LITERATUR.....                                                       | 69 |
| ANHANG 1 | EINSPARUNG UND EFFIZIENZSTEIGERUNG IN PRIVATEN HAUSHALTEN .....      | 77 |

|          |                                                                                                 |     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ANHANG 2 | EINSPARUNG UND EFFIZIENZSTEIGERUNG IM SEKTOR GHD .....                                          | 88  |
| ANHANG 3 | BEWERTUNG DER STROMEFFIZIENZ DES KOMMUNALEN SEKTORS .....                                       | 106 |
| ANHANG 4 | STECKBRIEFE DER TOP MAßNAHMEN UND KURZBESCHREIBUNGEN .....                                      | 109 |
| ANHANG 5 | CONTROLLING .....                                                                               | 132 |
| ANHANG 6 | QUERBEZÜGE ZU DEN MAßNAHMEN DES INTEGRIERTEN<br>KLIMASCHUTZKONZEPTS DES LANDKREIS MÜNCHEN ..... | 136 |

## ABKÜRZUNGEN

|                   |                                                                       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| €                 | Euro                                                                  |
| °C                | Grad Celsius                                                          |
| a                 | Jahr                                                                  |
| Bali              | Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung             |
| BEU               | Bürger-Energie Unterhaching                                           |
| BGF               | Bruttogrundfläche                                                     |
| BHKW              | Blockheizkraftwerk                                                    |
| BMW               | Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie                     |
| BRE               | Büro für Räumliche Entwicklung, Demografischer Wandel in Unterhaching |
| CO <sub>2</sub>   | Kohlendioxid                                                          |
| DDC               | Direct Digital Control                                                |
| EE                | Erneuerbare Energie                                                   |
| EEG               | Erneuerbare-Energien-Gesetz                                           |
| EnEV              | Energieeinsparverordnung                                              |
| EU                | Europäischen Union                                                    |
| EuP               | Energy-using-Products – Richtlinie                                    |
| EW                | Einwohner                                                             |
| FW                | Fernwärme                                                             |
| g                 | Gramm                                                                 |
| GHD               | Gewerbe, Handel, Dienstleistungen                                     |
| GWh               | Gigawattstunden                                                       |
| GWh <sub>el</sub> | Gigawattstunden elektrisch                                            |
| GWh <sub>th</sub> | Gigawattstunden thermisch                                             |
| ha                | Hektar                                                                |
| IKT               | Informations- und Kommunikationstechnologie                           |
| IuK               | Informations- und Kommunikationstechnik                               |
| kg                | Kilogramm                                                             |
| km                | Kilometer                                                             |
| kW                | Kilowatt (1 kW = 1.000 W)                                             |
| kWh               | Kilowattstunden                                                       |
| kWh <sub>el</sub> | Kilowattstunden elektrisch                                            |
| kWh <sub>th</sub> | Kilowattstunden thermisch                                             |
| KWK               | Kraft-Wärme-Kopplung                                                  |
| kW <sub>p</sub>   | Kilowatt Peak (Spitzenleistung)                                       |
| l                 | Liter                                                                 |
| LBST              | Ludwig-Bölkow-Systemtechnik                                           |
| LED               | lichtemittierende Diode                                               |
| LK                | Landkreis                                                             |

|                      |                                                                                      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| LRA                  | Landratsamt                                                                          |
| m <sup>2</sup>       | Quadratmeter                                                                         |
| MW                   | Megawatt (1 MW = 1.000 kW = 1.000.000 W)                                             |
| MWh                  | Megawattstunden                                                                      |
| NF                   | Nutzfläche                                                                           |
| NGF                  | Nettogrundfläche                                                                     |
| OBB                  | Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern                       |
| ÖPNV                 | öffentlicher Personennahverkehr                                                      |
| PHH                  | privater Haushalt                                                                    |
| PHPP                 | Passivhaus Projektierungs-Paket                                                      |
| PKW                  | Personenkraftwagen                                                                   |
| PV                   | Photovoltaik                                                                         |
| StMUG                | Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit                              |
| StMWIVT              | Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie |
| t                    | Tonnen                                                                               |
| t/EW                 | Tonnen pro Einwohner                                                                 |
| t <sub>CO2</sub> /a  | Tonnen Kohlendioxid pro Jahr                                                         |
| t <sub>CO2</sub> /EW | Tonnen Kohlendioxid pro Einwohner                                                    |
| VDE                  | Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik                            |
| VDI                  | Verein Deutscher Ingenieure                                                          |
| W                    | Watt                                                                                 |
| WKA                  | Windkraftanlage                                                                      |
| Wp                   | Watt-Peak                                                                            |
| z.B.                 | zum Beispiel                                                                         |

# 1 ZUSAMMENFASSUNG

## Ausgangssituation

Die Gemeinde Unterhaching bezieht heute über 80% der jährlich benötigten Energie außerhalb des Gemeindegebietes. Öl ist dabei mit einem Anteil von 40% der wichtigste Energieträger in der Gemeinde, wobei fast 2/3 des Ölverbrauchs auf den motorisierten Individualverkehr entfallen. Erdgas (23%), Strom (19%) und Geothermie (17%) sind die weiteren Säulen der Energieversorgung. Biomasse, PV-Anlagen, Wärmepumpen liefern zusammen etwa 1% der Energie. Ungefähr 50% der Energie werden zur Wärmebereitstellung verwendet und 30% für den Verkehr. Strom hat einen Anteil von 20%. Im Jahr 2010 wurden etwa 45 Millionen Euro von Bürgern, Kommune und Firmen in Unterhaching für Energieträger ausgegeben, die von außerhalb des Gemeindegebietes bezogen wurden. Davon wurden ca. 45% für den Verkehr ausgegeben.

Im Vergleich zu anderen Gemeinden verfügt Unterhaching über eine sehr kompakte Bebauung. Viele Mehrfamilienhäuser (MFH) bieten den Vorteil einer hohen Siedlungsdichte und damit einer guten Erschließbarkeit durch die Fernwärme. Unterhaching verfügt heute über ein sehr gut ausgebautes Fernwärmenetz, das in Zukunft weiter nachverdichtet werden kann. Eine kompakte Bauweise erfordert zudem einen geringeren Heizwärmebedarf.

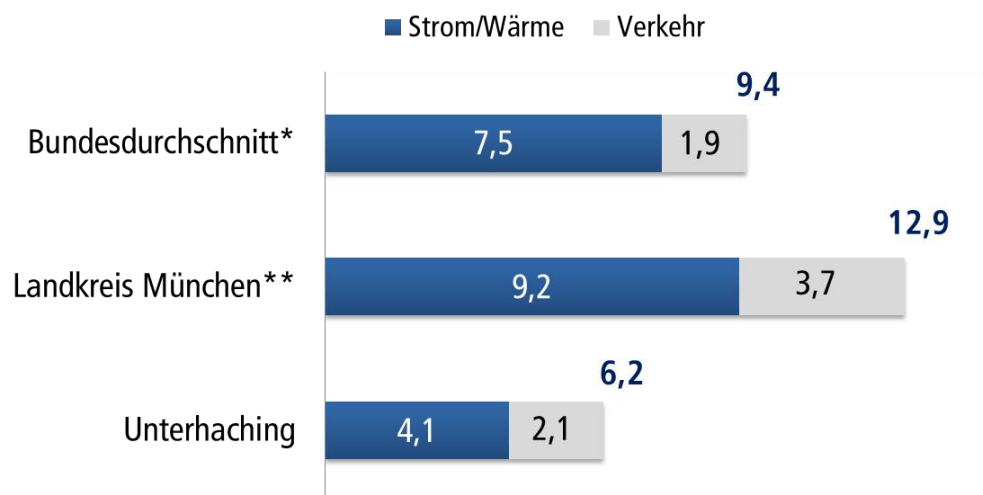
Ein Nachteil der kompakten Bebauung ist die relativ kleine Gesamtdachfläche im Gemeindegebiet, die das entsprechende Potenzial zur Solarenergienutzung beschränkt. Im Jahr 2010 waren mit 40-50 Wp je Einwohner in Unterhaching PV-Anlagen weit unter dem Durchschnitt Bayerns (> 650 Wp je Einwohner) installiert. Mit der Gründung der Bürger-Energie Unterhaching (BEU) hat Unterhaching einen wesentlichen Schritt getan, den Anteil der PV-Anlagen auf Dächern und Freiflächen in Unterhaching zu erhöhen.

Der gewerbliche Stromverbrauch stieg in den letzten Jahren an. Dies ist vor allem auf den benötigten Pumpenstrom des geothermischen Heizkraftwerks zurück zu führen, dessen Fördervolumen (Schüttung) und Wärmeabgabe deutlich zunahm. Mit 1.211 kWh je Einwohner und Jahr liegt der Stromverbrauch der Haushalte deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt von 1.910 kWh<sub>el</sub>/(Einwohner und Jahr). Trotz des gewerblichen Mehrverbrauchs, konnte Unterhaching in den letzten Jahren den spezifischen Stromverbrauch je Einwohner reduzieren.

Mit Berücksichtigung der Emissionen aus der Bereitstellung der in Unterhaching eingesetzten Energieträger betrug der absolute CO<sub>2</sub>-Ausstoß 140.000 Tonnen im Jahr 2010; dies entspricht einer Pro-Kopf-Emission von 6,2 Tonnen. Dem Verkehrssektor zuzuordnende Emissionen sind daran mit 49.000 Tonnen CO<sub>2</sub> (bzw. 2,1 t/EW/a) beteiligt. Allerdings wurden die Emissionen aus dem Verkehrssektor nur überschlägig anhand statistischer Kennzahlen errechnet und sind deshalb weniger belastbar. Die im

Gemeindegebiet Unterhaching ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Emissionen, ohne Berücksichtigung der Emissionen aus der Bereitstellung der Energieträger, betragen 3,2 t/a. Etwas mehr als die Hälfte der Emissionen entfällt auf den Verkehrssektor. Ein Vergleich der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen mit dem Bundesdurchschnitt (9,4 t/(EW\*a)) und dem Landkreisdurchschnitt München (12,9 t/(EW\*a)) wird in der folgenden Abbildung 1 gegeben. Ein derartiger Vergleich ist jedoch nur aussagekräftig, wenn auch die jeweiligen Strukturen vergleichbar sind. Der Bundesdurchschnitt bildet den Mittelwert über unterschiedlichste Gemeinden, Städte und Industriegebiete auch unter Berücksichtigung von Binnenschifffahrt, Bahn und Inlandsflugverkehr ab. Die Betrachtung einer einzelnen Gemeinde berücksichtigt jedoch die lokalen Strukturdaten und weicht daher fast zwangsläufig vom Mittelwert ab. So weist Unterhaching beispielsweise u.a. auf Grund des geringeren Anteils des Gewerbes/verarbeitendes Gewerbe relativ geringe spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Ein weiterer Grund ist, neben der oben bereits genannten kompakten Bebauungsdichte, der hohe Anteil der Geothermie zur Wärmeerzeugung. Durch den Austausch vieler Erdöl- und Erdgasheizungen und deren Anschluss an das Fernwärmenetz konnten in den letzten Jahren die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Gemeinde Unterhaching um 1 Tonne je Einwohner und Jahr reduziert werden.

## CO<sub>2</sub> Emissionen im Jahr 2010 in Tonnen je Einwohner und Jahr



© Ludwig-Bolkow-Systemtechnik GmbH \* Datenquelle: BMWi 2012 \*\* Datenquelle: BAUM/ffe

**Abbildung 1: Vergleich energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen**

### Reduktionspotenziale

Die größten Reduktionspotenziale stellt v.a. die Sanierung des Altbaus in Unterhaching dar. Bei einer Sanierungsrate der Wohngebäude von 1% p.a. kann der Wärmebedarf bis 2030 um 14 GWh (-13%), bei 2% p.a. um 29 GWh (-28%) und bei 3% p.a. um 43 GWh

(- 42%) reduziert werden. Bei einer angenommenen Sanierungsrate von 2% p.a. (Ziel der Bundesregierung) könnten somit allein durch Sanierungsmaßnahmen (ohne Berücksichtigung von weiteren Maßnahmen bei Wärmeerzeugungsanlagen) bis zum Jahr 2030 etwa 8.000 tCO<sub>2</sub>/a eingespart werden.

Insgesamt wurden für Unterhaching Stromeinsparpotenziale für „Licht & Kraft“ von fast 20 GWh<sub>el</sub>/a identifiziert. Das entspricht einer Minderung von ca. einem Drittel des heutigen Verbrauchs. Die Einsparpotenziale für private Haushalte betragen 8,8 GWh<sub>el</sub>/a. Für den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung wird das Einsparpotenzial auf 10,6 GWh<sub>el</sub>/a beziffert, wovon über 1 GWh<sub>el</sub>/a auf kommunale Gebäude entfällt.

### **Weitere Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien erschließen**

Die größten technischen Potenziale zum Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien bestehen, neben dem weiteren Ausbau der Geothermie, vor allem bei PV-Anlagen zur Stromerzeugung. PV-Anlagen auf Dachflächen könnten in Unterhaching bis zu 16,6 GWh<sub>el</sub> pro Jahr und auf Freiflächenanlagen (z.B. Flächen entlang der Autobahn) von insgesamt 20 GWh pro Jahr erzeugen.

### **Minderungsziel der Gemeinde Unterhaching**

Die Gemeinde Unterhaching hat sich der Energievision des Landkreises München angeschlossen mit dem Ziel, bis zum Jahr 2050 den Energieverbrauch um 60 % zu reduzieren und die dann noch benötigte Energiemenge vollständig über regenerative Energieerzeugung abzudecken.

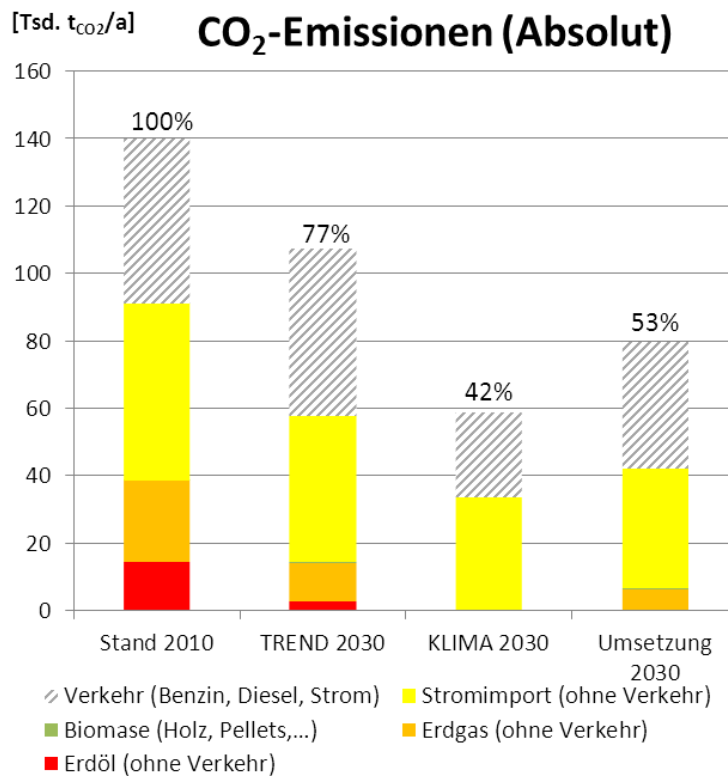
### **Minderungsszenarien für Unterhaching**

Mit Hilfe von Szenarien wurden die CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale bis 2030 untersucht und aufgezeigt:

- **„Trendszenario“** – Fortschreibung bisheriger Entwicklungen ohne weitere Maßnahmen
- **„Klimaschutzszenario“** – Konsequente Umsetzung technischer Potenziale
- **„Umsetzungsszenario“** – mit umsetzungsorientiertem Vorgehen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner und Jahr können bis 2030 um mehr als 50% reduziert werden. Bis 2030 können und sollen die Heizungen mit Heizöl vollständig durch nicht-fossile Alternativen ersetzt werden und der Anteil der Erdgasheizungen deutlich reduziert werden. Hier spielt vor allen eine Nachverdichtung der Fernwärme (mit Geothermie) eine wesentliche Rolle. Im Jahr 2030 wird voraussichtlich der noch benötigte Strombezug die größten Emissionen verursachen. Die damit verbundenen Emissionen werden vom überregionalen fossilen Kraftwerkspark bestimmt werden. Die Entwicklung der Emissionen aus dem Verkehrssektor ist sehr unsicher. In dieser Studie wurden hierzu nur

vereinfachte Szenarien mit unterschiedlichen Annahmen über die Kfz-Nutzung und den spezifischen Energieverbrauch erstellt. Da dem Verkehrssektor ein großer Anteil an den Gesamtemissionen zuzuordnen ist, sollte dieser in einer separaten Verkehrs- und Mobilitätsanalyse untersucht werden, die auch in ein regionales Verkehrskonzept eingebettet werden sollte.



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

**Abbildung 2: Szenarien zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emission in der Gemeinde Unterhaching bis 2030 (direkte und indirekte Emissionen)**

## Maßnahmenkatalog und -empfehlungen

Die folgende Liste enthält Maßnahmen die in enger Abstimmung mit der Gemeinde Unterhaching als besonders vielversprechend angesehen werden. Bei der Umsetzung dieser priorisierten Maßnahmen übernimmt die Gemeinde eine Führungsrolle.

- *Einrichtung einer Stabsstelle „Energie- und Klimaschutz“*
- *Beibehaltung des Energiemanagements kommunaler Gebäude*
- *Erstellung eines jährlichen Energieberichts (intern und öffentlich)*
- *Mitgliedschaft im Klimabündnis der Städte oder Konvent der Bürgermeister*
- *Erstellung von verbindlichen Energieleitlinien (städtebaulich, für kommunale Neubauten und Sanierungen, für kommunales Beschaffungswesen)*
- *Planung und Errichtung eines Energieparks*
- *Steigerung der Attraktivität des ÖPNV (Konzept und Einzelmaßnahmen)*
- *Durchführung von 50/50-Projekte an Schulen, Kindergärten und in kommunalen Liegenschaften*
- *Anregung und Unterstützung eines Fußbusses und von Fahrgemeinschaften für Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen*
- *Erstellung eines Sanierungsfahrplans für kommunale Liegenschaften*
- *Sanierung der Hachinga Halle*
- *Einrichtung eines Energietags der Gemeinde in Zusammenarbeit mit Unterhachinger Firmen (Umwelttag)*
- *Initiierung und Begleitung von Ökoprotit für Unternehmen in Unterhaching*

## 2 ENERGIEBILANZ FÜR DIE GEMEINDE UNTERHACHING

### 2.1 Gesamtenergieverbrauch 2010

Im Jahr 2010 belief sich die Energiebilanz der Gemeinde Unterhaching (22.774 Einwohner) auf knappe 423 GWh/a. Davon wurden 83% (~350 GWh/a) der Energie importiert und 17% (~73 GWh/a) durch Geothermie, Biomasse, PV-Anlagen, solarthermische Anlagen und Wärmepumpen erzeugt.

Mit 50% wurde der größte Anteil der bereitgestellten Energie zur Wärmeerzeugung (~208 GWh/a) aufgewendet. 30% der eingesetzten Energie wurden im Verkehrssektor (~168 GWh/a) verbraucht und ca. 20% entfallen auf den benötigten Strombezug (~80 GWh/a).

Abbildung 3 fasst die Energiebilanz der Gemeinde Unterhaching für das Jahr 2010 zusammen.

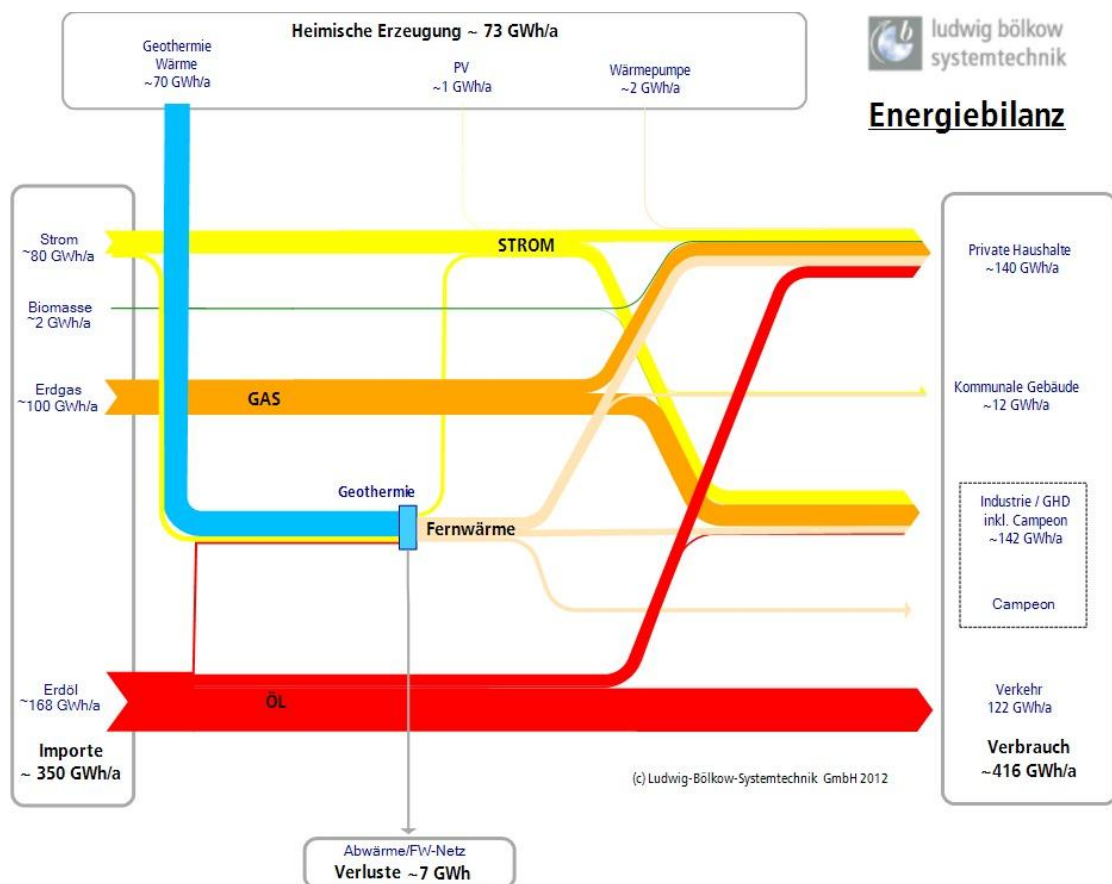


Abbildung 3: Energiebilanz der Gemeinde Unterhaching im Jahr 2010

### Energiebereitstellung nach Energieträgern

Ca. 40% (~168 GWh) der benötigten Energie wurde durch Öl, ca. 23% (~100 GWh) durch Erdgas, ca. 19% (~80 GWh) durch Stromimporte, ca. 17% (~70 GWh) durch Geothermie und ca. 1% durch Biomasse (~2 GWh/a), PV-Anlagen (~1 GWh/a) sowie durch Wärmepumpen bereitgestellt.

### Energieverbrauch nach Sektoren

Den größten Anteil der Energie verbrauchten mit ca. je ein Drittel (~140 GWh/a) GWh) die Haushalte (ohne Verkehr) sowie der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD). Der Verkehrssektor verbrauchte mit ~122 GWh/a ca. 30% und kommunale und öffentliche Gebäude und Liegenschaften insgesamt 12 GWh/a bzw. ca. 3%.

## 2.2 Wärmebilanz 2010

Abbildung 4 und Tabelle 1 fassen die Wärmebilanz der Gemeinde Unterhaching zusammen.

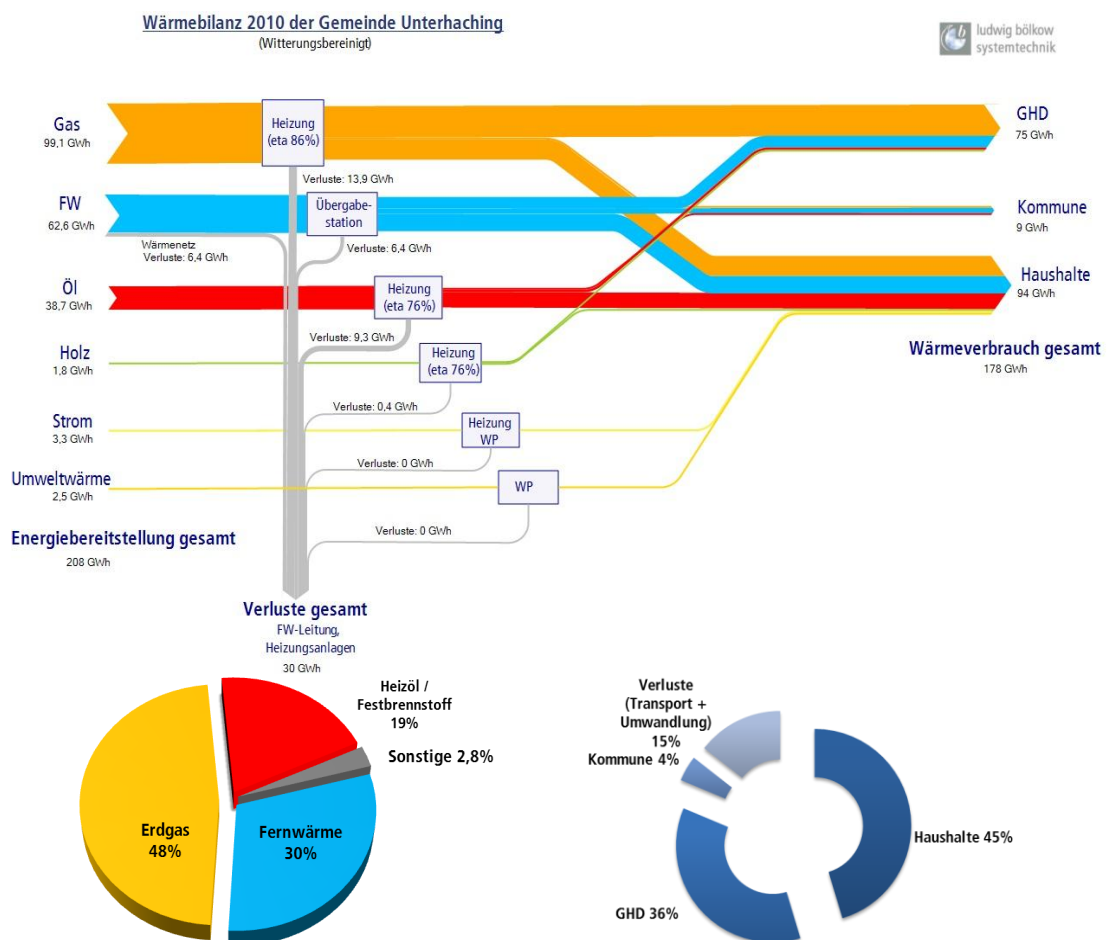


Abbildung 4: Wärmebilanz der Gemeinde Unterhaching 2010

INPUT (witterungsbereinigt)

| Primärenergie GWh | FW     | Gas   | Öl     | Holz  | Strom | Umweltwärme | Gesamt  |
|-------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------------|---------|
| Bereitstellung    | 62,557 | 99,1  | 38,720 | 1,760 | 3,342 | 2,460       | 208 GWh |
| Transport         | 6,390  | 0,000 | 0,000  | 0,000 | 0,100 | 0,000       | 6 GWh   |

OUTPUT (witterungsbereinigt)

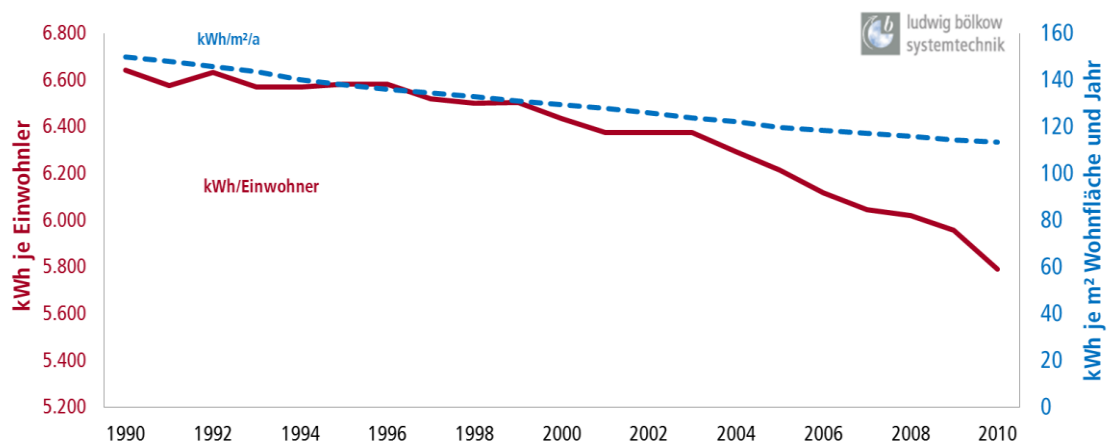
| Energieträger GWh       | FW     | Gas    | Öl     | Holz  | Strom | Umweltwärme | Gesamt  |
|-------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------------|---------|
| HH                      | 28,505 | 38,735 | 33,440 | 1,760 | 3,241 | 2,460       | 108 GWh |
| GHD                     | 18,888 | 60,249 | 5,280  | 0,000 | 0,000 | 0,000       | 84 GWh  |
| Kommune                 | 8,774  | 0,119  | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,000       | 9 GWh   |
| Transportverluste       | 6,390  | 0,000  | 0,000  | 0,000 | 0,100 | 0,000       | 6 GWh   |
| Gesamt                  | 62,557 | 99,103 | 38,720 | 1,760 | 3,342 | 2,460       | 208 GWh |
| Wärme GWh               | FW     | Gas    | Öl     | Holz  | Strom | Umweltwärme | Gesamt  |
| Haushalte               | 28,505 | 33,312 | 25,414 | 1,338 | 3,241 | 2,460       | 94 GWh  |
| GHD                     | 18,888 | 51,814 | 4,013  | 0,000 | 0,000 | 0,000       | 75 GWh  |
| Kommune                 | 8,774  | 0,102  | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,000       | 9 GWh   |
| Verluste                | 6,390  | 13,874 | 9,293  | 0,422 | 0,000 | 0,000       | 30 GWh  |
| Gesamt ohne Verluste    | 56,167 | 85,229 | 29,427 | 1,338 | 3,241 | 2,460       | 178 GWh |
| inkl. Transportverluste | 62,557 | 85,229 | 29,427 | 1,338 | 3,342 | 2,460       | 184 GWh |

**Tabelle 1: Wärmebilanz der Gemeinde Unterhaching\***

\* Wirkungsgrad Wärmeerzeugung (Eta): Gasheizungen 86%, Öl-/Festbrennstoffheizungen = 76%, sonstige = 100%  
FW = Fernwärme (Geothermie), WP = Wärmepumpe, GHD = Gewerbe, Handel und Dienstleistung  
Fernwärme-Geothermieabsatz ohne Campeon

Im Jahr 2010 betrug der gesamte Wärmeverbrauch in der Gemeinde Unterhaching ca. 178 GWh. Der Großteil der verbrauchten Wärme wurde dabei durch Erdgasheizanlagen (48%) erzeugt. Heizölanlagen stellte etwa 19% der Wärmeenergie zur Verfügung. Festbrennstoffheizungen (Scheitholz, Hackgut und vereinzelt Pellets) erzeugten knapp 1% der verbrauchten Wärme. Etwa 343 Stromheizungen stellten ca. 2% und ca. 100 Wärmepumpen ca. 1% der Wärme bereit. Die Umwandlungsverluste zur Wärmeerzeugung in Öl-, Erdgas- und Festbrennstoffheizungsanlagen sowie die Verluste beim Transport der Fernwärme belaufen sich auf ca. 30 GWh/a.

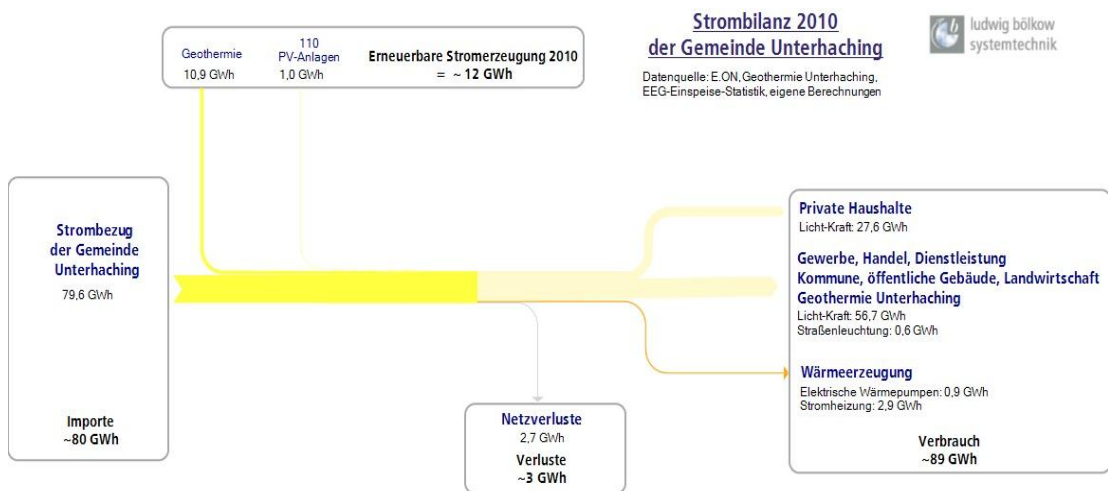
Der heutige Heizwärmebedarf der Haushalte wird auf der Datenbasis des Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung für Unterhaching auf 100 GWh/a berechnet. Zwischen 1990 und 2010 sank der jährliche Heizwärmebedarf je m<sup>2</sup> Wohnfläche von 150 kWh/m<sup>2</sup>/a auf 113 kWh/m<sup>2</sup>/a. Damit reduzierte sich der Heizwärmebedarf von 6.640 kWh/Einwohner im Jahr 1990 auf heute ~5.800 kWh/Einwohner und Jahr, siehe Abbildung 5.



**Abbildung 5: Durchschnittlicher spezifischer Heizwärmebedarf je Einwohner bzw. Wohnfläche in Unterhaching**

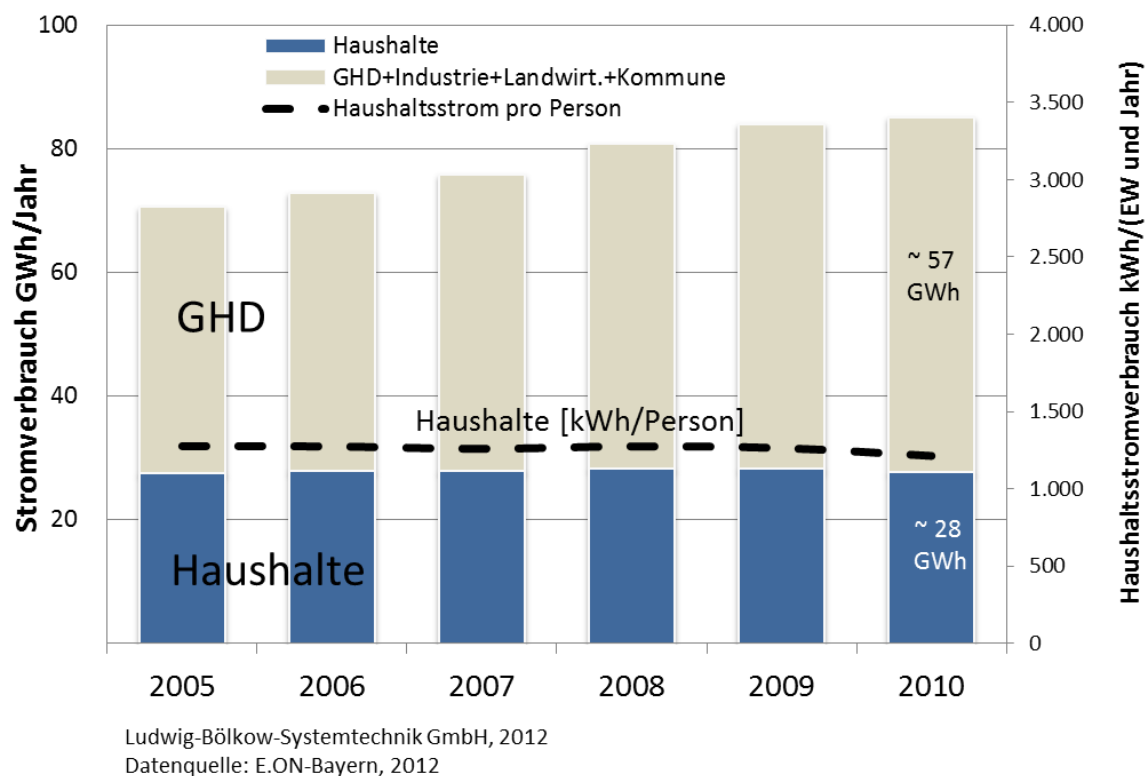
## 2.3 Strombilanz 2010

Abbildung 6 zeigt die Strombilanz der Gemeinde Unterhaching für das Jahr 2010. Von den insgesamt 92 GWh<sub>el</sub> Strom (88,8 GWh<sub>el</sub> Stromverbrauch + 3 GWh<sub>el</sub> Netzverluste) wurden 87% des Stroms von außerhalb Unterhachings bezogen. Die Geothermie lieferte 11 GWh<sub>el</sub>/a und 110 PV-Anlagen eine knappe 1 GWh<sub>el</sub>/a Strom.



**Abbildung 6: Strombilanz 2010 der Gemeinde Unterhaching**

2010 betrug der Stromverbrauch für „Licht & Kraft“ 85 GWh<sub>el</sub>/a und für Stromheizungen und Wärmepumpen 3,8 GWh<sub>el</sub>/a. Wie in Abbildung 7 zu sehen ist, stieg der Gesamtstromverbrauch in den letzten fünf Jahren von 70 GWh/a auf 85 GWh/a an. Während der Stromverbrauch der Haushalte annähernd konstant blieb, erhöhte sich der Stromverbrauch im Sektor GHD (inklusive Geothermie Unterhaching und kommunaler Gebäude), vor allem auf Grund des gestiegenen Stromverbrauchs durch die Förderpumpe der Geothermie-Anlage.



**Abbildung 7: Stromverbrauch 2010 in Unterhaching (Licht & Kraft, ohne Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen)**

Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushalts in Unterhaching liegt mit  $\sim 2.400 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{a}$  deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von  $3.112 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{a}$  bzw. deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt von  $3.400 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{a}$ . Bezogen auf die Einwohner liegt der Haushaltstromverbrauch in Unterhaching mit  $1.211 \text{ kWh}_{\text{el}}/(\text{Einwohner und Jahr})$  deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt von  $1.910 \text{ kWh}_{\text{el}}/(\text{Einwohner und Jahr})$ .

## 2.4 Kommunale und öffentliche Gebäude

### 2.4.1 Erfasste Energieverbräuche und Flächen

Unter dem Begriff kommunale und öffentliche Liegenschaften werden alle Einrichtungen zusammengefasst, die von öffentlichem Interesse sind. Diese sind im Folgenden aufgelistet:

- Rathaus/Gemeindeverwaltung/Kanzlei/Amtsgebäude/Polizeiinspektion
- Bauhof
- Kirchen/Friedhofsgebäude/Pfarreien
- Feuerwehrgebäude
- Museen/Archivgebäude/Büchereien/Theater
- Kinderkrippen und Kindergärten
- Schulen
- Krankenhäuser/Kliniken/Sanatorien
- Seniorenheime/Obdachlosenheime/Jugendzentren
- Sportvereine/Turnhallen
- Mehrzweckhallen/Gemeindehäuser/Trachtenheime
- Schwimmbäder
- Straßenbeleuchtung
- Wasserversorgung und Wasserentsorgung (Brunnen, Hochbehälter, Hebepumpen, Kanalpumpen, Springbrunnen etc.)

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die erfassten kommunalen Gebäude in Unterhaching, deren Bezugsgrundfläche sowie den jeweiligen Strom- und Wärmeverbrauch für das Jahr 2010. Im Rahmen dieser Studie konnten nicht alle Verbräuche und/oder Grundflächen lückenlos ermittelt werden. Die fehlenden Daten wurden durch Interpolation ergänzt oder geschätzt. Die Daten und die Auswertungen können daher nur als Hinweis auf mögliche Einsparpotentiale dienen.

| Strom                              | Objekt                                              | Adresse                           | Bezugsfläche:<br>Beheizte Fläche<br>(Nettogrundfläche<br>NGF) | Stromverbrauch | ermittelter<br>Stromverbrauchs-<br>kennwert | Vergleichswert nach<br>EnEV 2009 | Richtwert (unteres<br>Quartilsmittel/NGF)<br>[AGES 2005] | Mögliche Einsparung<br>im Jahr/Richtwert | Mögliche Einsparung<br>im Jahr |                        |         |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------|
|                                    |                                                     |                                   | [m²]                                                          | [kWh/a]        | kWh/(m²*a)                                  | kWh/(m²*a)                       | kWh/(m²*a)                                               | kWhel/(m²*a)                             | kWh                            |                        |         |
| Verwaltung und<br>Kultur           | Rathaus                                             | Rathausplatz 5, 7, 9              | 5562                                                          | 195.085 kWh    | 35                                          | 30                               | 11,7                                                     | <div><div></div></div>                   | 23                             | <div><div></div></div> | 130.010 |
|                                    | Bücherei                                            | Rathausplatz 11                   | 500                                                           | 28.000 kWh     | 56                                          | 40                               | 10                                                       | <div><div></div></div>                   | 46                             | <div><div></div></div> | 23.000  |
|                                    | KUBIZ                                               | Jahnstr. 1                        | 7120                                                          | 431.000 kWh    | 61                                          | 40                               | 5,5                                                      | <div><div></div></div>                   | 55                             | <div><div></div></div> | 391.840 |
|                                    | Jugendkulturwerkstatt                               | Oskar-von-Miller-Str. 9           | 547                                                           | 18.000 kWh     | 33                                          | 20                               | 9                                                        | <div><div></div></div>                   | 24                             | <div><div></div></div> | 13.077  |
|                                    | Jugendkulturwerkstatt - Container                   | Oskar-von-Miller-Str. 9 Container | 134                                                           | 8.800 kWh      | 66                                          | 20                               | 9                                                        | <div><div></div></div>                   | 57                             | <div><div></div></div> | 7.594   |
|                                    | Baubetriebshof                                      | Grünwalder Weg 16                 | 900                                                           | 27.000 kWh     | 30                                          | 20                               | 7                                                        | <div><div></div></div>                   | 23                             | <div><div></div></div> | 20.700  |
| Notruf                             | Feuerwehr                                           | Leipziger Str. 9                  | 1600                                                          | 79.042 kWh     | 49                                          | 20                               | 7                                                        | <div><div></div></div>                   | 42                             | <div><div></div></div> | 67.842  |
|                                    | BRK                                                 | Franz-Schubert-Str. 11            | 420                                                           | 5.500 kWh      | 13                                          | 20                               | 6                                                        | <div><div></div></div>                   | 7                              | <div><div></div></div> | 2.980   |
| Sport- und<br>Freizeit-<br>anlagen | Sporthalle am Utzweg                                | Utzweg 1                          | 9238                                                          | 240.029 kWh    | 26                                          | 30                               | 8                                                        | <div><div></div></div>                   | 18                             | <div><div></div></div> | 166.125 |
|                                    | Hachinga Halle                                      | Grünauer Allee 6                  | 7103                                                          |                |                                             |                                  |                                                          |                                          |                                |                        |         |
|                                    | Sport- u. Freizeitanlagen                           | Am Sportpark 1                    | 2424                                                          | 547.231 kWh    | 226                                         | 37                               | 12                                                       | <div><div></div></div>                   | 214                            | <div><div></div></div> | 518.143 |
|                                    | Freibad - Umkleide, Technik                         | Schrenkstr. 2                     | 2757                                                          |                |                                             |                                  |                                                          |                                          |                                |                        |         |
|                                    | Friedhof                                            | Oberweg 3                         | 180                                                           | 10.221 kWh     | 57                                          | 17                               | 3                                                        | <div><div></div></div>                   | 54                             | <div><div></div></div> | 9.681   |
| Kinderbetreuung                    | KG Sternschnuppe                                    | Robert-Koch-Str. 5                | 950                                                           | 20.231 kWh     | 21                                          | 20                               | 8                                                        | <div><div></div></div>                   | 13                             | <div><div></div></div> | 12.631  |
|                                    | KG Fördergruppe Schatzinsel                         | Robert-Koch-Str. 5                | 130                                                           | 4.000 kWh      | 31                                          | 20                               | 8                                                        | <div><div></div></div>                   | 23                             | <div><div></div></div> | 2.960   |
|                                    | KG Sonnenbogen                                      | Biberger Str. 24a                 | 446                                                           | 16.250 kWh     | 36                                          | 20                               | 8                                                        | <div><div></div></div>                   | 28                             | <div><div></div></div> | 12.682  |
|                                    | KG Villa Farbenfroh                                 | Biberger Str. 24                  | 993                                                           | 21.000 kWh     | 21                                          | 20                               | 8                                                        | <div><div></div></div>                   | 13                             | <div><div></div></div> | 13.056  |
|                                    | KG Regenbogen                                       | Walter-Paetzmänn-Str. 10 +12      | 285                                                           | 10.129 kWh     | 36                                          | 20                               | 8                                                        | <div><div></div></div>                   | 28                             | <div><div></div></div> | 7.849   |
|                                    | KG St. Korbinian                                    | Turnerweg 4                       | 525                                                           | 14.681 kWh     | 28                                          | 20                               | 8                                                        | <div><div></div></div>                   | 20                             | <div><div></div></div> | 10.481  |
|                                    | Kinderkrippe St. Alto                               | St.-Alto-Str. 9a                  | 836                                                           | 21.330 kWh     | 26                                          | 20                               | 15                                                       | <div><div></div></div>                   | 11                             | <div><div></div></div> | 8.790   |
| Schulen                            | Jahnschule                                          | Jahnstr. 1a                       | 4490                                                          | 70.000 kWh     | 16                                          | 12                               | 7                                                        | <div><div></div></div>                   | 9                              | <div><div></div></div> | 38.570  |
|                                    | Fasanenschule                                       | Fasanenstr. 67                    | 8280                                                          | 212.086 kWh    | 26                                          | 12                               | 7                                                        | <div><div></div></div>                   | 19                             | <div><div></div></div> | 154.126 |
|                                    | Erwin Lesch Schulen und Tagesstätte (Förderschule)* | Erwin-Lesch-Str. 1                | 3000                                                          | 175.705 kWh    | 59                                          | 15                               | 6                                                        | <div><div></div></div>                   | 53                             | <div><div></div></div> | 157.705 |

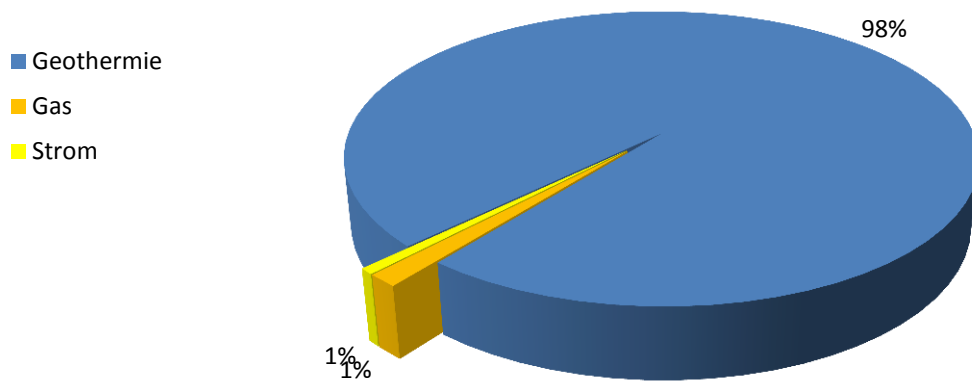
Tabelle 2: Erfasste Energieverbräuche (2010) und Grundflächen öffentlicher Gebäude<sup>1</sup>
<sup>1</sup> Folgende Daten konnten nach Abschluss der Auswertung als fehlerhaft identifiziert werden: Stromverbrauch Hachinga Halle (314.736 kWh) , Grundfläche Kiga Sonnenbogen (824 m)

| Wärme                      | Objekt                                              | Anschrift                          | Baujahr        | Wärmeversorgung   | Wärmeverbrauch 2011<br>(Witterungsbereinigt) | Bezugsfläche NGF | Wärmeverbrauchskennwert<br>(Witterungsbereinigt) 2011 | Vergleichswerte unteres<br>Quartilsmittel<br>(bezogen auf NGF) | Vergleichswerte nach EnEV<br>2009 | Mögliche Einsparung im<br>Jahr (Quartilsmittel) | Mögliche Einsparung im<br>Jahr |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------|----------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|
|                            |                                                     |                                    |                |                   | [kWh/a]                                      |                  | [kWh/(m²*a)]                                          |                                                                |                                   |                                                 |                                |
| Verwaltung und Kultur      | Rathaus                                             | Rathausplatz 5, 7, 9               | 84-89          | Geothermie        | 522.080                                      | 6.062            | 86                                                    | 65                                                             | 85                                | 1                                               | 129.833                        |
|                            | Bücherei                                            | Rathausplatz 11                    | 84-89          | Geothermie        |                                              |                  | über Rathaus abgerechnet                              |                                                                |                                   |                                                 |                                |
|                            | KUBIZ                                               | Jahnstr. 1                         | k.A            | Geothermie        | 427.764                                      | 7.120            | 60                                                    | 81                                                             | 110                               |                                                 | 0                              |
|                            | Jugendkulturwerkstatt                               | Oskar-von-Miller-Str. 9            | 84-89          | Geothermie        | 109.504                                      | 547              | 200                                                   | 54                                                             | 105                               | 146                                             | 79.901                         |
|                            | Jugendkulturwerkstatt - Container                   | Oskar-von-Miller-Str. 9            | k.A            | Geothermie        | 16.640                                       | 134              | 124                                                   | 54                                                             | 105                               | 70                                              | 9.388                          |
|                            | Baubetriebshof                                      | Grünwalder Weg 16                  | 84-89          | Geothermie        | 195.651                                      | 900              | 217                                                   | 66                                                             | 105                               | 151                                             | 136.686                        |
| Kinderbetreuung            | Gemeindekindergarten Sternschnuppe                  | Robert-Koch-Str. 5                 | k.A            | Geothermie        | 80.080                                       | 950              | 84                                                    | 88                                                             | 110                               |                                                 | 0                              |
|                            | Gemeindekindergarten Fördergruppe Schatzinsel       | Robert-Koch-Str. 5                 | k.A            | Gas/Geothermie    | 27.957                                       | 130              | 215                                                   | 88                                                             | 110                               | 127                                             | 16.469                         |
|                            | Gemeindekindergarten Sonnenbogen                    | Biberger Str. 24a                  | k.A            | Geothermie        | 41.600                                       | 446              | 93                                                    | 88                                                             | 110                               | 5                                               | 2.186                          |
|                            | Gemeindekindergarten Villa Farbenfroh               | Biberger Str. 24                   | k.A            | Geothermie        | 320.320                                      | 1.414            | 227                                                   | 88                                                             | 110                               | 139                                             | 195.362                        |
|                            | Gemeindekindergarten Regenbogen                     | Walter-Paetzmänn-Str. 10 + 12      | 1997 +         | Geothermie        | 37.229                                       | 285              | 131                                                   | 88                                                             | 110                               | 43                                              | 12.043                         |
|                            | Integrations- und Waldkindergarten (Piratenmäuse)   | Walter-Paetzmänn-Str. 8            | k.A            | k.A               | k.A                                          | k.A              |                                                       | 88                                                             | 110                               |                                                 | 0                              |
|                            | Evangelischer Kindergarten Die Arche                | Parkstraße 9                       | 59-68          | k.A               | 160.600                                      | 1.460            |                                                       | 88                                                             | 110                               |                                                 | 0                              |
|                            | Katholische Kindertagesstätte St. Birgitta          | Parkstraße 11 bzw. Willi-Abt-Weg 1 | 59-68          | Geothermie        | 59.045                                       | 528              | 112                                                   | 88                                                             | 110                               | 24                                              | 12.384                         |
|                            | Katholischer Kindergarten St. Korbinian             | Turnerweg 4                        | 59-68          | k.A               | 57.750                                       | 525              |                                                       | 88                                                             | 110                               |                                                 | 0                              |
|                            | Kinderhaus Froschkönig                              | St.-Alto-Str. 9b, 9c               | k.A            | k.A               | k.A                                          | k.A              |                                                       | 88                                                             | 110                               |                                                 | 0                              |
| Schulen                    | Kinderkrippe St. Alto                               | St.-Alto-Str. 9a                   | 84-89          | Gas               | 101.479                                      | 836              | 121                                                   | 88                                                             | 110                               | 33                                              | 27.600                         |
|                            | Jahnschule                                          | Jahnstr. 1a                        | k.A            | Geothermie        | 414.486                                      | 4.490            | 92                                                    | 71                                                             | 105                               | 21                                              | 96.654                         |
|                            | Jahnschule - Turnhalle                              | Jahnstr. 1a Turnhalle              | k.A            |                   |                                              | x                |                                                       |                                                                |                                   |                                                 | 0                              |
|                            | Fasanenschule                                       | Fasanenstr. 67                     | 59-68 u. 69-78 | Geothermie        | 1.026.542                                    | 8.280            | 124                                                   | 71                                                             | 105                               | 53                                              | 440.430                        |
|                            | Fasanenschule - Turnhalle                           | Fasanenstr. 67 Turnhalle           | 59-68          | x                 |                                              | x                |                                                       |                                                                | 120                               |                                                 | 0                              |
|                            | Fasanenschule - Hort                                | Fasanenstr. 67 Hort                | k.A            | x                 |                                              | x                |                                                       |                                                                | -                                 |                                                 | 0                              |
|                            | Lise-Meitner-Gymnasium*                             | Jahnstr. 3                         | 1971+          | Geothermie        | 2.952.560                                    | 25.000           | 118                                                   | 71                                                             | 105                               | 47                                              | 1.182.897                      |
|                            | Erwin Lesch Schulen und Tagesstätte (Förderschule)* | Erwin-Lesch-Str. 1                 | 59-68          | Geothermie        | 773.219                                      | 3.000            | 258                                                   | 81                                                             | 105                               | 177                                             | 530.523                        |
| Notruf                     | Feuerwehr                                           | Leipziger Str. 9                   | k.A            | Geothermie        | 357.499                                      | 1.600            | 223                                                   | 87                                                             | 100                               | 136                                             | 217.964                        |
|                            | BRK                                                 | Franz-Schubert-Str. 11             | 69-78          | Geothermie        | 97.059                                       | 420              | 231                                                   | 60                                                             | 100                               | 171                                             | 71.956                         |
|                            | Polizei                                             | Ottobrunner Str. 7                 | k.A            | Geothermie        | 86.257                                       | 284              | 76                                                    | 75                                                             | 100                               | 1                                               | 1.657                          |
|                            | Wasserwachthaus                                     | Badstr. 6                          | k.A            | Stückholz         |                                              |                  |                                                       |                                                                | 100                               |                                                 | 0                              |
| Sport- und Freizeitanlagen | Sporthalle am Utzweg                                | Utzweg 1                           | k.A            | Geothermie        | 479.231                                      | 9.238            | 52                                                    | 47                                                             | 120                               | 5                                               | 42.710                         |
|                            | Hachinga-Halle                                      | Grünauer Allee 6                   | 69-78          | Geothermie        |                                              |                  |                                                       |                                                                |                                   |                                                 |                                |
|                            | Sport- u. Freizeitanlagen                           | Am Sportpark 1                     | k.A            | Geothermie        | 746.876                                      | 2.424            | 308                                                   | 67                                                             | 135                               | 241                                             | 584.388                        |
|                            | Freibad - Bademeisterhaus                           | Grünauer Allee 10                  | k.A            | Geothermie        |                                              |                  |                                                       |                                                                | -                                 |                                                 | 0                              |
|                            | Freibad - Umkleide, Technik                         | Schrenkstr. 2                      | 84-89          | Geothermie        | 86.644                                       | 2.450            | 35                                                    | 25                                                             | 135                               | 10                                              | 25.394                         |
|                            | Friedhof                                            | Oberweg 3                          | k.A            | Nachtspeicheröfen | 69.892                                       | 180              | 388                                                   | 32                                                             |                                   | 356                                             | 64040                          |

## 2.4.2 Wärmebilanz kommunaler Liegenschaften

Der Wärmebedarf wurde 2010 überwiegend durch Fernwärme (Geothermie Unterhaching) abgedeckt. Mit nur etwa 1% trug Erdgas zur Wärmeerzeugung bei. Strom hatte ebenfalls einen Anteil von 1%. Die geringe Menge Stückholz, die zum Heizen des Wasserschlosses benötigt wurde, konnte nicht genau ermittelt werden. Erfasst wurde der Verbrauch der in Tabelle 2 gelisteten Gebäude. Der gesamte Wärmebedarf der Liegenschaften beläuft sich witterungsbereinigt auf 10,18 GWh/a.

### Energiebereitstellung für Wärmeerzeugung (2010)



|            |         |        |            |
|------------|---------|--------|------------|
| Geothermie | Erdgas  | Strom  | Stückholz  |
| 9.975 MWh  | 139 MWh | 67 MWh | wenige MWh |

**Abbildung 8: Energiebereitstellung für die Wärmeversorgung kommunaler Gebäude (2010, witterungsbereinigt)**

Eine Bewertung der Wärmeeffizienz der einzelnen Liegenschaften ist in Kapitel 5.1.1 zu finden.

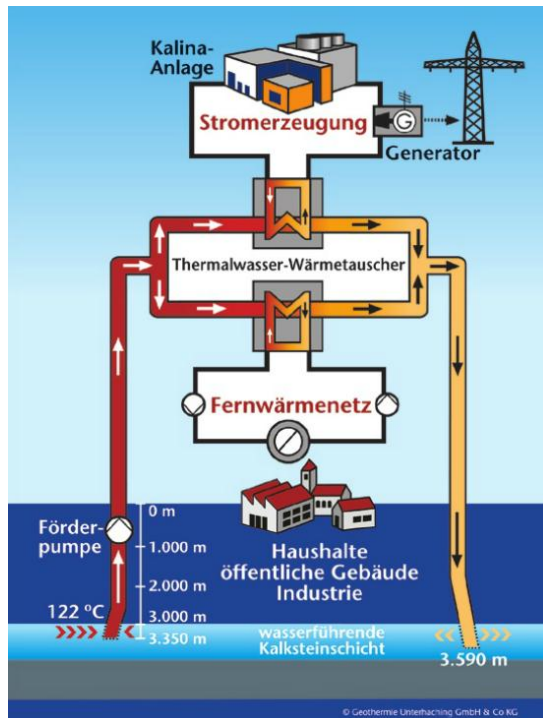
## 2.4.3 Strombilanz kommunaler Liegenschaften

Der jährliche Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Unterhaching beträgt rund 3,8 GWh<sub>el</sub>. Der Anteil am Gesamtstromverbrauch liegt somit bei 4,3%. Über 0,6 GWh<sub>el</sub> entfielen auf die Straßenbeleuchtung und etwa 0,2 GWh<sub>el</sub> auf die Wasserversorgung, sowie Ampelanlagen. Erfasst wurde der Verbrauch aller in Tabelle 2 gelisteten Gebäude.

Als größte Stromverbraucher wurden die Hachinga-Halle, Sport- und Freizeitanlagen am Sportpark 1 sowie das KUBIZ - Kultur- und Bildungszentrum in Unterhaching identifiziert. Eine Bewertung der Stromeffizienz folgt in Kapitel 5.1.2.

## 2.5 Geothermie Unterhaching

Insgesamt erzeugte die Geothermie Unterhaching seit 2007 etwa 300 GWh Wärme und seit 2009 etwa 22,5 GWh Strom (Stand bis Ende 2011).



**Abbildung 9: Schema Geothermie-Anlage Unterhaching, Quelle: Geothermie Unterhaching**

Im Jahr 2010 wurden 85 GWh Fernwärme<sup>2</sup> und 11 GWh Strom produziert. Bei einem Stromverbrauch (für Pumpen) von 15 GWh betrug der Nettostromverbrauch 4 GWh. Die Geothermie stellte 93% und der Heizöl-Redundanzkessel 7% der benötigten Wärme bereit.

Durch die Substitution von Heizöl- und Erdgasheizungen wurde im Jahr 2010 ~1 Tonne CO<sub>2</sub> je Einwohner<sup>3</sup> eingespart. Ohne Geothermie wären die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2010 um 15% höher gelegen, falls die Wärme alternativ durch Heizöl- und Erdgasheizungen bereitgestellt worden wäre.

Im Jahr 2011 konnte die Anschlussquote der Haushalte und Unternehmen an das Fernwärmenetz weiter erhöht werden. Jedoch musste auf Grund eines Ausfalls der Geothermie-Pumpe die Förderung der geothermischen Erdwärme reduziert und der Beitrag des Heizöl-Redundanzkessels erhöht werden<sup>4</sup>. Aufgrund eines milderer Winters im

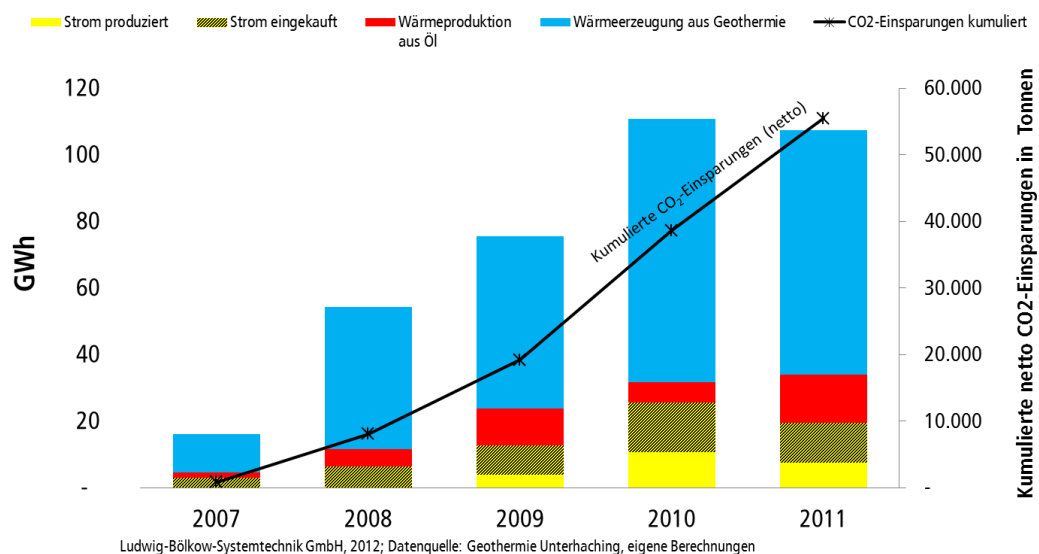
<sup>2</sup> Inklusive Wärmebereitstellung für Campeon

<sup>3</sup> Netto-Einsparung berücksichtigt die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Bereitstellung der Fernwärme entstehen.

<sup>4</sup> Durch einen Wärmeverbund mit Grünwald soll bei zukünftigen Ausfällen der Förderpumpen ab 2013 Fernwärme von der Geothermie Grünwald bezogen werden. Damit kann die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Geothermie Unterhaching weiter verbessert werden.

Jahr 2011 wurde zudem weniger Fernwärme verbraucht als im Jahr 2010. Deshalb konnten für das Jahr 2011 gegenüber dem Jahr 2010 keine höheren CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden, obwohl das Fernwärmenetz erfolgreich erweitert wurde.

Abbildung 10 zeigt die Energiebilanz der Geothermie (Stromerzeugung, Stromfremdbezug, Wärmeerzeugung aus Öl-Redundanzkessel und Öl-Spitzenlastkessel sowie Wärmeerzeugung aus Geothermie) und die kumulierten netto CO<sub>2</sub>-Einsparungen zwischen 2007 und 2011.



**Abbildung 10: Geothermie Unterhaching– Energiebilanz in GWh/a und kumulierte CO<sub>2</sub>-Einsparungen (netto) in Tonnen CO<sub>2</sub> (2007-2011)**

Insgesamt konnten durch die Geothermie seit 2007 CO<sub>2</sub>-Einsparungen von ~83.000 Tonnen CO<sub>2</sub> (brutto) bzw. knapp 55.500 Tonnen CO<sub>2</sub> (netto)<sup>5</sup> erzielt werden.

Für das Jahr 2010 wurde für die Geothermie Unterhaching ein Primärenergiefaktor<sup>6</sup> von 0,24 ermittelt.

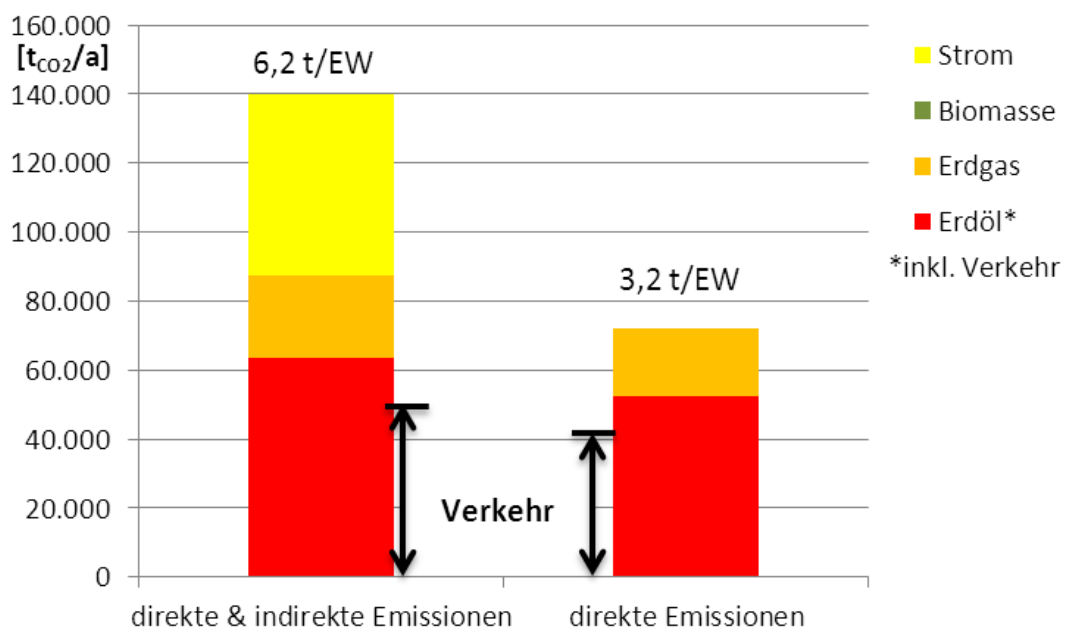
<sup>5</sup> Brutto: Einsparungen ohne Berücksichtigung der Emissionen, die bei der Bereitstellung auftreten.  
Netto: 2007-2011 betrugen die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Stromzukauf (für Pumpenbetrieb) und Ölverbrauch (für Redundanz- und Spitzenlastkessel) insgesamt ~27.500 Tonnen CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> nach DIN 4701-10 bzw. DIN V18599-100, Zertifikat TÜV Süd vom 16.01.2012 für das Kalenderjahr 2010

### 3 EMISSIONSBILANZ FÜR DIE GEMEINDE UNTERHACHING

Für die Gemeinde Unterhaching wurde auf Basis des Endenergieverbrauchs eine territoriale CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt. Grundlage für die Berechnung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen bildet die in Kapitel 1 vorgestellte Gesamtenergiebilanz, d.h. der Verbrauch an Erdöl, Heizöl, Biomasse sowie der Stromimporte.

Die auf jeden Einwohner bezogenen, in einem Jahr verursachten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in Abbildung 11 dargestellt. Mit den Emissionen aus der Bereitstellung der Energieträger außerhalb des Gemeindegebietes (sog. indirekte Emissionen oder Vorkettenemissionen) betrug der absolute CO<sub>2</sub>-Ausstoß 140.000 Tonnen, was einer Pro-Kopf-Emission von ca. 6,2 Tonnen entspricht. Der Bereich Verkehr ist mit 49.000 Tonnen CO<sub>2</sub> bzw. 2,1 t/EW berücksichtigt. Die vor Ort in Unterhaching ausgestoßenen Emissionen (sog. direkte Emissionen) belaufen sich pro Einwohner auf etwa 3,2 t/a. Hier ist der Verkehr für über die Hälfte der Emissionen verantwortlich.



**Abbildung 11: Energiebedingte CO<sub>2</sub> Emissionen in Tonnen pro Einwohner und Jahr**

Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde Unterhaching können (unter Verwendung der Daten der Energiebilanz) den einzelnen Sektoren zugeordnet werden. Die Aufteilung auf die Sektoren kann Tabelle 3 entnommen werden.

**Tabelle 3: Zusammenstellung der Unterhaching zuzurechnenden energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen, sowohl nach Verbrauchsgruppen (linke Hälfte) als auch nach Energieträger aufgelöst (rechte Hälfte)**

| Sektor                     | CO <sub>2</sub> -Emissionen insgesamt | CO <sub>2</sub> -Emissionen direkt | CO <sub>2</sub> -Emissionen indirekt | Energieträger                    |
|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
|                            | [t <sub>CO2</sub> /a]                 | [t <sub>CO2</sub> /a]              | [t <sub>CO2</sub> /a]                | [t <sub>CO2</sub> /a]            |
| Kommune                    | ~ 2.000                               | 0                                  | ~ 54.000                             | Strom                            |
| Haushalte                  | ~ 41.000                              | ~ 10.000                           | ~ 3.000                              | Erdöl                            |
| GHD/verarbeitendes Gewerbe | ~ 48.000                              | ~ 19.600                           | ~ 4.400                              | Erdgas                           |
| Verkehr                    | ~ 49.000                              | ~ 44.100                           | ~ 4.900                              | Sonstige (Verkehr, Biomasse,...) |
| <b>Gesamt</b>              | <b>~ 140.000</b>                      | <b>~ 73.700</b>                    | <b>~ 66.300</b>                      | <b>~ 140.000</b>                 |

Die für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanzen verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 4 dargestellt. Graue Energien der Energieerzeugungsanlagen wurden nicht berücksichtigt.

**Tabelle 4: Für die Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen verwendete Emissionsfaktoren**

| Energieträger                            | Emissionsfaktor in g (CO <sub>2</sub> /kWh) direkt | Emissionsfaktor in g (CO <sub>2</sub> /kWh) direkt + indirekt |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Erdgas                                   | 198                                                | 242                                                           |
| Öl (auch Verkehr)                        | 264                                                | 320                                                           |
| Stromimporte (fossiler Anteil, ohne EE)* | -                                                  | 659 (2010)<br>588 (2030)                                      |
| Biomasse (Pellets)                       | -                                                  | 51                                                            |
| Biomasse (Hackschnitzel/Stückholz)       | -                                                  | 25                                                            |

\*(Berechnet aus Strommix Energiekonzept der Bundesregierung)

## 4 VERGLEICH MIT NACHBARGEMEINDEN IM LANDKREIS

Die Gemeinde Unterhaching und der Landkreis München haben jeweils ein integriertes Klimaschutzkonzept unter der Förderung des Bundesministeriums für Umwelt und Naturschutz erstellen lassen. Die mit der Erstellung beauftragten Unternehmen Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) für die Gemeinde Unterhaching sowie B.A.U.M. Consult GmbH (B.A.U.M.) in Kooperation mit der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE) für die Gemeinden Baierbrunn, Gräfelfing, Kirchheim, Schäftlarn und Unterföhring sowie für den Landkreis München haben dazu ihre Methodik, Datengrundlagen und Analysen abgeglichen und mit den Auftraggebern diskutiert. Die Abstimmung erfolgte in persönlichen Treffen, Telefonkonferenzen und mittels E-Mail-Austausch.

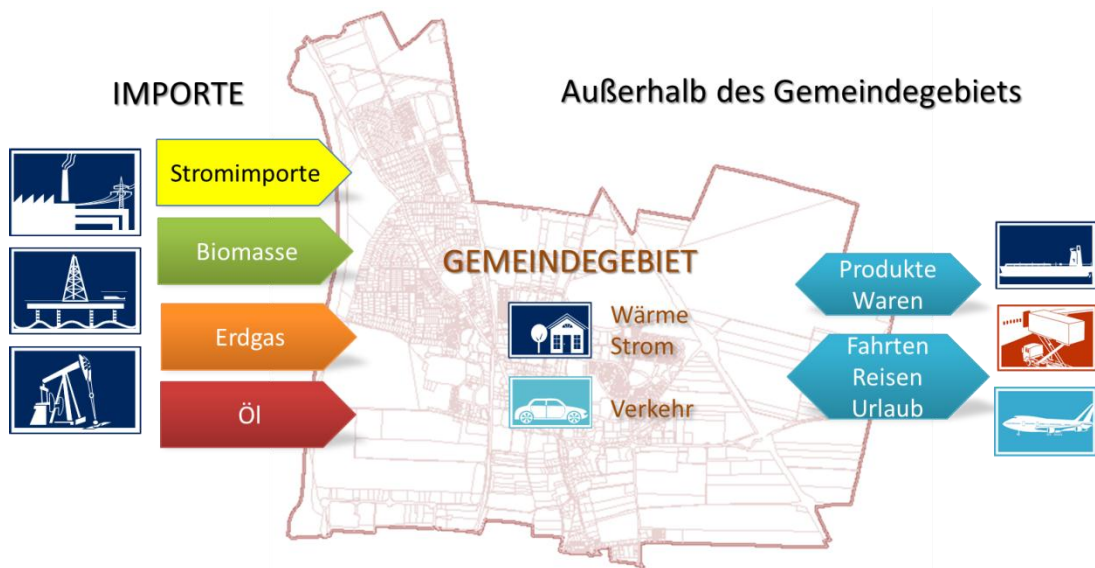
### 4.1 Methodik

Nach dem Kyoto-Protokoll müssen die Industrieländer ihre Emissionen der sechs Treibhausgase Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ), Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFKW) und Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) 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.

Im Rahmen der integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepte der Gemeinde Unterhaching und des Landkreis München mit den beteiligten Gemeinden wurden die energiebedingten  $\text{CO}_2$ -Emissionen ermittelt.

#### 4.1.1 Methodische Probleme bei der Bewertung von $\text{CO}_2$ -Emissionen im Rahmen einer Regionalanalyse

Emissionen fallen bei jeder Aktivität an, die mit Energie- und Stoffumsätzen verbunden ist. Dabei werden bei jedem Schritt der Versorgungskette, von der Bereitstellung eines Energieträgers oder der Erzeugung eines Produktes über den Transport bis zum Endverbrauch und der Abfallbeseitigung, Energie benötigt und Emissionen freigesetzt. In einer globalen Betrachtung genügt es, alle Emissionen direkt am Ort der Entstehung zu berücksichtigen. In einer regionalen Analyse ist differenzierter zu betrachten, da Produkte oft über weite Wege und Grenzen transportiert werden. Wie in Abbildung 12 vereinfacht dargestellt, werden Stromimporte, Biomasse, Erdgas und Öl (Heizöl, Benzin, Diesel) für den Eigenverbrauch in Unterhaching von außerhalb des Gemeindegebiets bezogen. Gleichzeitig findet aber auch ein Austausch von Waren und Produkten statt, die außerhalb der Gemeinde erzeugt bzw. verarbeitet oder aus dem Gemeindegebiet in andere Regionen exportiert werden. Darüber hinaus entstehen auch  $\text{CO}_2$ -Emissionen bei Urlaubsreisen bzw. Fahrten von Unterhachinger Bürgern außerhalb des Gemeindegebiets mit dem Auto, der Bahn, dem Zug, Schiff oder Flugzeug.



**Abbildung 12: Bewertung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen einer Regionalanalyse**

In der Bundesrepublik Deutschland sind beispielsweise die Emissionen seit 1990 teilweise auch deswegen zurückgegangen, weil die energieintensive Herstellung von Grundstoffen zunehmend in andere Teile der Welt verlagert wurde. Auch wurde eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen teilweise durch die Verwendung höherwertiger und in der Herstellung energieintensiverer Materialien erzielt. Je nach Betrachtung kommt man damit zu einer unterschiedlichen Bewertung der Emissionen: Sind nur die Emissionen zu berücksichtigen, die im Untersuchungsgebiet anfallen, oder auch die Emissionen, die einem Produkt anhaften, das zwar anderswo erzeugt, aber hier genutzt wird?

Im internationalen Rahmen der Klimapolitik hat man sich bei Emissionsanalysen eines Landes darauf geeinigt, nur die Emissionen zu berücksichtigen, die innerhalb des Untersuchungsgebiets entstehen. Emissionen von Produkten, die zwar dort verbraucht werden, aber während der Produktion in einem anderen Staat entstanden sind, werden nicht berücksichtigt, sondern der Bilanz des entsprechenden Staates zugeordnet. Für die Erstellung der nationalen Emissionsberichte der Kyoto-Protokollstaaten wurde eine Richtlinie erstellt, wie diese Emissionen zu berechnen sind. Nach dieser Methode bilanziert auch Deutschland seine Emissionen. Auch das Bundesland Bayern bilanziert nach dieser Methode, wobei nur energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt werden.

Das ist die sogenannte territoriale oder quellenbezogene Treibhausgasbilanzierung.

Die alternative Sichtweise ist, alle Emissionen eines Produktes demjenigen zuzurechnen, der dieses Produkt verbraucht. Letztlich ist das Verbrauchsverhalten ja die Ursache für die Produktion und damit für die Emissionen, auch wenn diese anderswo entstehen. Das ist die verursacherbezogene Sichtweise. Dieser Ansatz liegt der Methode des „ökologischen Fußabdrucks“ zugrunde.

Beispielsweise erhebt sich bei der energie- und emissionsintensiven Produktion von Erdöl aus kanadischen Teersanden die Frage nach der Zuordnung: Sind diese dem kanadischen

Staat zuzuordnen, weil dort die Emissionen entstehen, oder sind sie dem europäischen oder amerikanischen Verbraucher zuzuordnen, weil seinetwegen der Teersand abgebaut wird?

Im Prinzip sind beide Sichtweisen gleichwertig. Nur müssen sie konsistent verwendet werden, um Doppelzählungen zu vermeiden. Dabei ist auch eine Vermischung beider Methoden möglich, solange sie konsistent erfolgt. In einer konsistenten Betrachtung können also:

- Nur die im jeweiligen Gebiet tatsächlich anfallenden Emissionen betrachtet werden; befindet sich beispielsweise ein Kohlekraftwerk oder eine große Papierfabrik innerhalb des Gemeindegebietes, dann werden diese Emissionen der Gemeinde zugerechnet, auch wenn das Papier oder der erzeugte Strom woanders verbraucht werden;
- Oder alle im Gebiet konsumierten Produkte werden erfasst. Jedem dieser Produkte werden alle Energieaufwendungen und Emissionen zugeordnet, die während der Produktion, dem Transport und dem Konsum entstehen, unabhängig davon, wo sie anfallen. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden nur die in der Region verbrauchten Produkte erfasst, Emissionen aus Produktionsanlagen im Gemeindegebiet, werden nur indirekt über den anteiligen Verbrauch der Produkte innerhalb des Gemeindegebietes berücksichtigt. Diese Zuordnung wird als „ökologischer Fußabdruck eines Produktes“ bezeichnet. In dieser Methodik werden also die Emissionen eines Kohlekraftwerks oder einer Papierfabrik nur mit dem Anteil berücksichtigt, der auch dem in der Gemeinde anfallenden Stromverbrauch oder Papierkonsum entspricht.
- Eine dritte Möglichkeit kombiniert beide Methoden: Es werden alle Emissionen und Energieaufwendungen innerhalb der Region berücksichtigt. Warenaustausch über die Gebietsgrenze wird gesondert erfasst und berücksichtigt: Produkte, die außerhalb der Gebietsgrenze verbraucht werden, werden gegen Produkte, die von außerhalb kommen, verrechnet. Werden mehr Produkte importiert als exportiert, so erhöht das Energieverbrauch und Emissionen um die Werte dieser Produkte, und umgekehrt.

Im Prinzip sollten alle drei Methoden bei einer weltweiten Aufsummierung aller Regionalanalysen weitgehend identische Ergebnisse liefern. Leider ist aber die Berechnung der Aufwendungen aus vorgelagerten Prozessketten von Produkten („ökologischer Fußabdruck“) sehr aufwändig, problematisch und mit mehr oder weniger großem Fehlriskio behaftet. Dies liegt vor allem daran, dass oft verschiedene Produkte gemeinsam produziert werden und dabei unklar ist, zu welchem Anteil die anfallenden Emissionen den einzelnen Produkten zuzurechnen sind.

In der Praxis ist dies daher abzuwägen. In einem Energiekonzept geht es primär darum, die im Gemeindegebiet beeinflussbaren Emissionen zu reduzieren. Dies rechtfertigt eine territoriale Emissionsbilanz. Dennoch ist es sinnvoll, importierte Waren, deren Emissionen

aus der vorgelagerten Prozesskette einen großen Anteil an den Gesamtemissionen haben, zusätzlich zu berücksichtigen. Dies rechtfertigt beispielsweise die Berücksichtigung der Emissionen aus dem Strombezug. Um Doppelzählungen zu vermeiden, muss hier unterschieden werden:

- Wenn der bezogene Strom mit den Emissionen des Bundesdurchschnittes berücksichtigt wird, dann dürfen Einsparungen aus netzgekoppelten PV- oder Windenergieanlagen nicht explizit berücksichtigt werden – sie reduzieren den Durchschnittswert.
- Wenn lokale regenerative Stromerzeugungsanlagen explizit in der Gemeindebilanz berücksichtigt werden, dann darf der Strombezug nicht mit den dem Bundesdurchschnitt entsprechenden Emissionen bewertet werden, sondern muss sich auf den fossilen CO<sub>2</sub>-emittierenden Anteil beziehen.

Ein anderer Aspekt betrifft den Umgang mit energieintensiven Aktivitäten der Gemeindemitglieder außerhalb des Gemeindegebietes. Soll man diese berücksichtigen - und wenn ja, in welcher Weise:

- Auch hier kann man einmal mit bundesdeutschen Durchschnittswerten agieren, z.B. den Emissionsanteil des Flugverkehrs prozentual auf die Gemeindebewohner umrechnen. Dann aber erhebt sich die Problematik, dass außer einem Appell an die Gemeindebewohner weder eine Beeinflussung des Verbraucherverhaltens noch eine Möglichkeit zur Messung der Veränderung gegeben ist. Darüber hinaus werden damit nur die dem Binnenflugverkehr anzurechnenden Emissionen erfasst, nicht aber die im internationalen Verkehr. Im Privatbereich werden in der Regel jedoch die dem internationalen Flugverkehr zuzurechnenden Emissionen bei weitem überwiegen.
- Oder aber man erstellt eine individuelle, auf den einzelnen Bürger zugeschnittene Verbrauchsbilanz. Diese beinhaltet die Analyse des individuellen Lebensstils und Materialverbrauchs, also auch die mit Essgewohnheiten, Urlaubsverhalten, Kaufverhalten und Geldanlage verbundenen Emissionen. Derartige Analysen können von den Bürgern individuell erstellt werden (z.B. über im Internet angebotene CO<sub>2</sub>-Rechner).

#### 4.1.2 Unterhaching (LBST)

Für die Gemeinde Unterhaching wurde eine territoriale oder quellenbezogene Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt. Dazu wurden der Öl- und Erdgasverbrauch, die Stromimporte, die produzierte Wärme und der erzeugte Strom aus Erdwärme, Sonnenenergie und Biomasse den Sektoren private Haushalte (PHH), Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (inkl. verarbeitendes Gewerbe) (GHD), kommunale und öffentliche Liegenschaften sowie Verkehr zugeordnet. Der territorialen Bilanzierung wurde der Vorzug gegenüber der Verursacherbilanzierung gegeben, da die Gemeinde vor allem die im Gemeindegebiet entstehenden Emissionen beeinflussen kann. Einzig der Strombezug wurde mit den indirekten Emissionen berücksichtigt, da diese einen erheblichen Anteil ausmachen.

### Ermittlung der Strombilanz

- Die Bilanzierung erfolgte auf der Basis des Netzabsatzes und der Strom-einspeisung nach Statistiken des Stromnetzbetreibers, des EEG-Anlagenregisters sowie Verbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften (Gemeinde). Es wurde zwischen privaten Haushalten, GHD und kommunalen Einrichtungen unterschieden.

### Ermittlung der Wärmebilanz

- Die Wärmebilanz erfolgte auf der Grundlage des Erdgasverbrauches (Gas-versorger), des Fernwärmeabsatzes (Geothermie-Unterhaching), Verbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften (Gemeinde), Kaminkehrer-Statistik, eines früheren Wärmekatasters (das bis zum Jahr 1997 alle Gebäude in Unterhaching erfasste und den Wärmeverbrauch detailliert untersucht hat), Baugenehmigungen seit 1997 sowie eigenen Abschätzungen. Es wurden mit Hilfe eines Geoinformationssystems (GIS) alle verfügbaren und abgeschätzten Daten den einzelnen Gebäuden zugeordnet mit den Netzdaten der SWM (Erdgasnetz-anschlüsse) und der Geothermie-Unterhaching (Fernwärmenetzanschlüsse) abgeglichen und ausgewertet. Gebäude mit Heizöl / Festbrennstoffheizungen wurden identifiziert, deren Bedarf ermittelt sowie mit Daten des Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung abgeglichen. Es wurden Fragebögen an alle Haushalte und Unternehmen mit Heizöl- und Festbrennstoffheizungen versandt.

### Ermittlung einer Verkehrsbilanz

- Die Verkehrsbilanz erfolgte auf Grundlage der zugelassenen Fahrzeuge in Unterhaching, der durchschnittlichen Fahrleistungen nach Fahrzeugklasse in km pro Jahr und des deutschen Durchschnittsverbrauchs je Fahrzeugklasse.

### Landkreis München und die beteiligten Gemeinden (B.A.U.M / FfE)

Der Endenergieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Gemeinden Baierbrunn, Gräfelfing, Kirchheim bei München, Schäftlarn und Unterföhring sowie für den gesamten Landkreis München wurden von B.A.U.M./ FfE im Rahmen eines parallel laufenden integrierten Klimaschutzkonzepts ermittelt und mit LBST abgeglichen.

Für die Strom- und Wärmebilanz wurde, ähnlich wie für Unterhaching, eine territoriale Bilanzierung gewählt. Die Verkehrsbilanz erfolgte jedoch auf Basis des Verursacherprinzips.

Für die Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde die Software ECORegion smart von ECO Speed verwendet. Basis der Berechnungen in ECORegion smart bilden:

- statistische Daten des Landkreises (Einwohner, Beschäftigte, zugelassene Fahrzeuge),

- im Programm hinterlegte Faktoren und Bundesdurchschnittswerte (z.B. Fahrleistungen, Anteil Flugverkehr, CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, Energieverbrauch pro Wirtschaftszeug),
- regionale Verbrauchsdaten nach Energieversorgerdaten, Angaben der Kommunen und Berechnungen von B.A.U.M und FfE (Wärme- und Stromverbrauch, Verbrauch der öffentlichen Hand laut Energiebericht des Landkreises).

## 4.2 Unterschiede bei der Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß einer Gemeinde zu berechnen, können verschiedene Bilanzierungsverfahren und CO<sub>2</sub>-Faktoren verwendet werden. Die Wahl des Bilanzierungsverfahrens und der CO<sub>2</sub>-Faktoren können dabei großen Einfluss auf das Ergebnis haben.

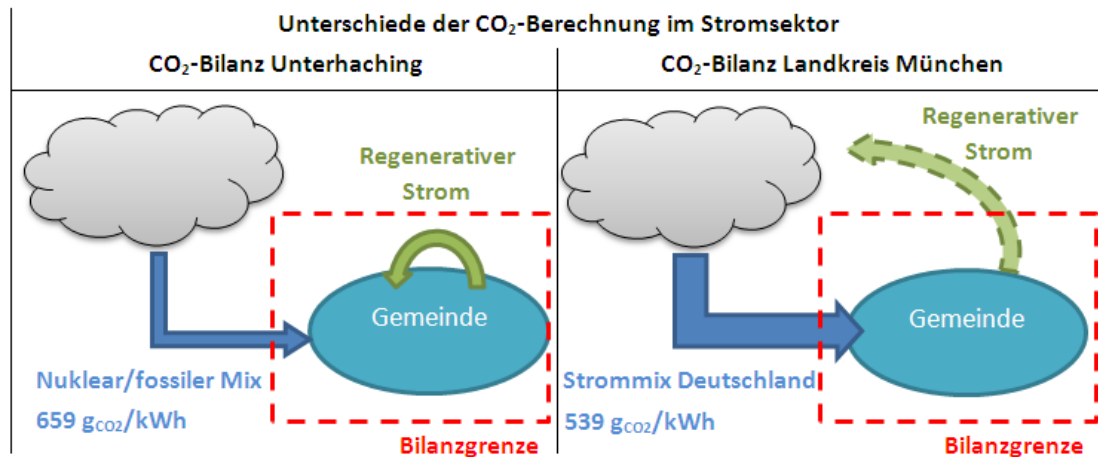
### 4.2.1 Strombilanz

Bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz für Unterhaching wurde eine territoriale Bilanzierung gewählt. Die in der Gemeinde erzeugte Energie (z.B. Strom aus PV-Anlagen, der Kalina-Anlage, BHKWs oder Wärme aus Geothermie, Solarthermieranlagen) wurde mit dem Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen verrechnet. Erst die netto Energieimporte wurden mit einem spezifischen CO<sub>2</sub>-Faktor beaufschlagt. Dies hat den Effekt, dass lokal erzeugte regenerative Energie direkt der jeweiligen Gemeinde „gutgeschrieben“ wird. Um die doppelte Bilanzierung von erneuerbarem Strom zu vermeiden, wurde dem Netto-Stromimport ein CO<sub>2</sub>-Faktor entsprechend den deutschen nuklear/fossilen Kraftwerkspark (d.h. ohne erneuerbaren Strom) zugeordnet. Graue Energien<sup>7</sup> wurden bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz nicht berücksichtigt.

Das Bilanzierungsverfahren im Konzept für den Landkreis München wurde ähnlich gewählt. Der Hauptunterschied liegt in der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emission im Bereich Stromversorgung. Hier wurde dem Stromverbrauch der Gemeinden der spezifische CO<sub>2</sub>-Faktor des deutschen (nuklear/fossiler/regenerativer Kraftwerkspark) Strommix zugeordnet.

---

<sup>7</sup> Unter „grauer Energie“ versteht man den Energieaufwand, der während des Herstellungsprozesses des Produktes anfällt.



© Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

**Abbildung 13: Unterschiedliche Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Stromsektor**

Das Bilanzierungsverfahren des Landkreiskonzepts wurde überschlägig auch auf die Stromdaten für Unterhaching im Jahr 2010 angewendet<sup>8</sup>. Der Einfluss der unterschiedlichen Bilanzierungsverfahren und CO<sub>2</sub>-Faktoren auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz für Unterhaching ist für das Jahr 2010 kleiner als 5%. Er wird allerdings umso größer, je größer der im Gemeindegebiet erzeugte Stromanteil ist.

#### 4.2.2 Verkehrsbilanz

Während für die Gemeinde Unterhaching der Verkehrsbereich über die in der Gemeinde selbst gemeldeten Fahrzeuge berücksichtigt wurde, beinhaltet die Verkehrsbilanz des Landkreises München darüber hinaus jene CO<sub>2</sub>-Emissionen, die von den Bürgern und Unternehmen der jeweiligen Gemeinde auch außerhalb des Landkreises bzw. des Gemeindegebietes anfallen. Demzufolge werden auch der Güter- und Personenfernverkehr berücksichtigt. Dazu finden die im Programm ECORegion hinterlegten Durchschnittswerte Anwendung.

<sup>8</sup> Im Jahr 2010 wurden in Unterhaching 12 GWh Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt, der Gesamtstromverbrauch lag bei 92 GWh. Die Stromimporte Unterhachings lagen somit, ohne den Anteil Vor-Ort erzeugten erneuerbaren Strom, bei 80 GWh/a.

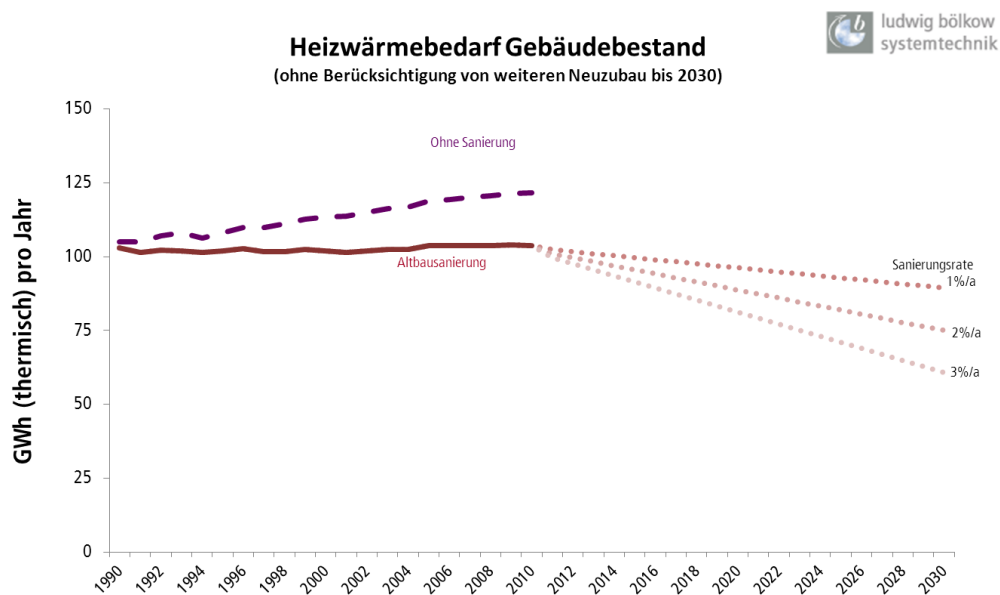
## 5 POTENZIALE IN DER GEMEINDE UNTERHACHING

### 5.1 Potenziale zur Einsparung und Effizienzsteigerung

Am Endenergieverbrauch haben Gebäude den höchsten Anteil. Damit leisten Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz in Gebäuden einen großen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und zum globalen Klimaschutz.

#### 5.1.1 Wärme

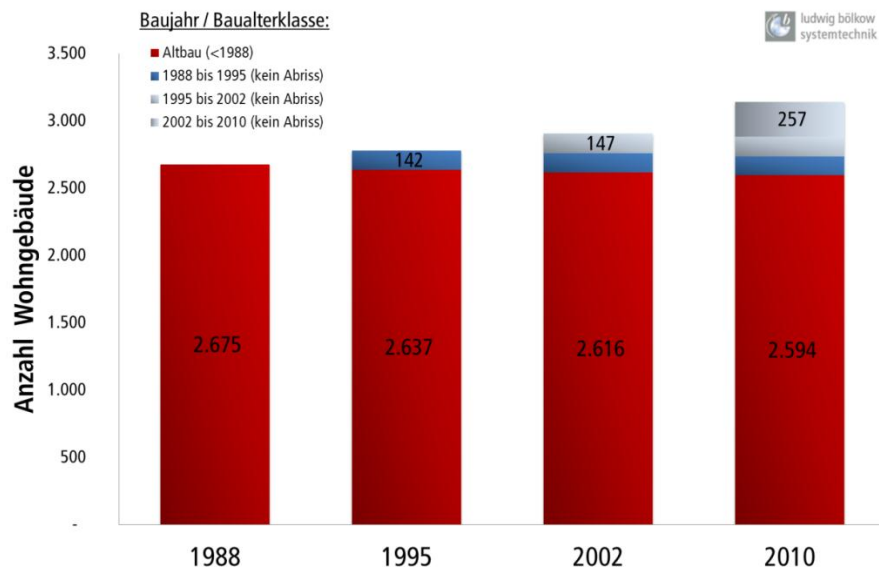
Abbildung 18 zeigt die Entwicklung des Heizwärmebedarfs der Wohngebäude in Unterhaching zwischen 1990 und 2010 sowie mögliche Entwicklungen in den nächsten zwei Jahrzehnten in Abhängigkeit der Gebäudesanierungsraten. Der Wärmebedarf weiterer Neubauten wird erst in den Berechnungen der Szenarien berücksichtigt.



**Abbildung 18: Entwicklung des Heizwärmebedarfs der Wohngebäude in Unterhaching**

Durch Sanierungsmaßnahmen konnte der Heizwärmebedarf in Unterhaching in den letzten 20 Jahren, trotz Zunahme der Wohnfläche, annähernd konstant bei gut 100 GWh<sub>th</sub>/a gehalten werden. Ohne die energetische Sanierung der letzten 20 Jahre würde der Heizwärmebedarf heute um ca. 20% höher liegen.

Abbildung 19 fasst den Wohngebäudebestand in Baualtersklassen zusammen. Die Ermittlung der Daten erfolgte auf Datenbasis des Landesamts für Statistik und Datenverarbeitung. Von den ca. 3.100 Wohngebäuden in Unterhaching sind 85% älter als 20 Jahre. Diese Gebäude sollten im Fokus weiterer Sanierungsmaßnahmen stehen und für die Abschätzung der Einsparpotenziale herangezogen werden.



**Abbildung 19: Baualtersklassen der Wohngebäude in Unterhaching**

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale bei Altbauten wurde eine Verbrauchsreduktion durch Sanierungsmaßnahmen bis zum Jahr 2030 untersucht. Dabei wurden verschiedene Sanierungsraten zur energetischen Sanierung der alten Gebäude (älter als 20 Jahre) betrachtet. Bei einer Sanierungsrate von 1% p.a. kann der Wärmebedarf der Altbauten bis 2030 um ca. 14 GWh (-13%), bei 2% p.a. um 29 GWh (-28%) und bei 3% p.a. um 43 GWh (-42%) reduziert werden.

Bei einer überschlägigen Energieträgerverteilung der sanierten Gebäude von 30% Gas, 30% Fernwärme, 30% Heizöl und 10 % Strom (vgl.: Abbildung 4: Wärmebilanz der Gemeinde Unterhaching 2010) können allein durch Sanierungsmaßnahme (ohne Energieträgerwechsel) im Jahr 2030 ca. 8.000 tCO<sub>2</sub>/a (bei einer angenommenen Sanierungsrate von 2%/a) eingespart werden.

#### Praxisbeispiel Altbausanierung

##### Sanierung und Anbau eines Einfamilienhauses in Eppstein, Hessen

Baujahr 1964, Sanierung 2010, Energiebezugsfläche = 235 m<sup>2</sup> (nach PHPP)

Durchgeführte Maßnahmen: Außenwand mit Zellulosedämmung, hinterlüftete Holzverschalung; Bodenplatte und Dach nachgedämmt; Dreifachverglasung; Zu- und Abluftanlage mit Kreuzgegenstrom-Wärmeübertragung und Feuchterückgewinnung; automatisch beschickte Holzpellettheizung; 10m<sup>2</sup> Solaranlage mit Pufferspeicher; Niedertemperatur-Fußbodenheizung. Mit diesen Maßnahmen konnte der Heizwärmebedarf auf unter 25 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) reduziert werden. [Berechnung nach PHPP]

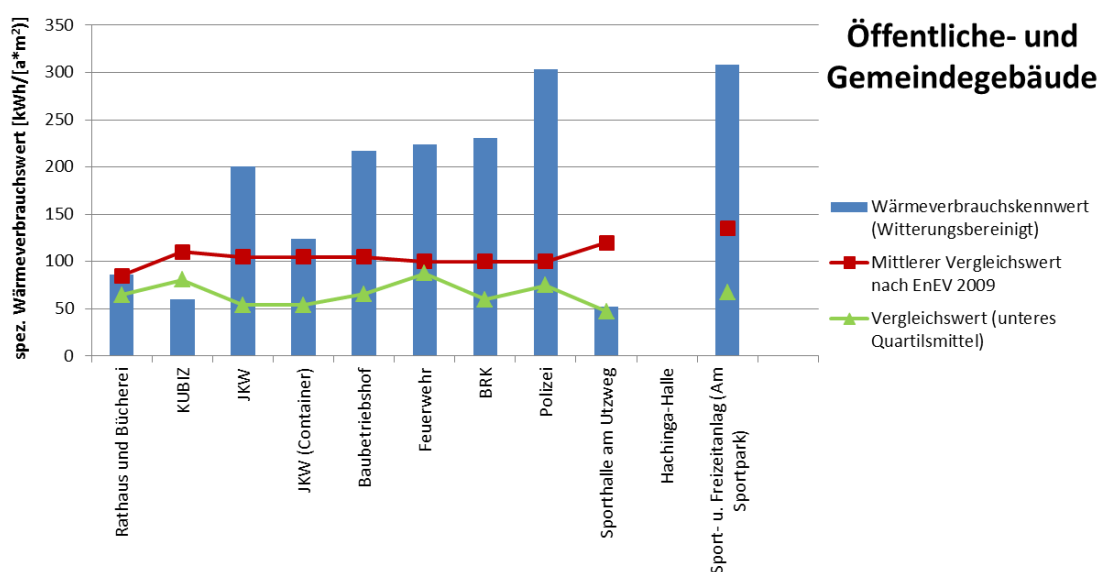
Die gesamten Baukosten der energetischen Sanierung lagen bei 810 Euro/m<sup>2</sup> Wohnfläche inkl. MwSt., jedoch zzgl. der Eigenleistung für den kompletten Innenausbau.

Quelle und weitere Informationen unter: [www.passivhausprojekte.de](http://www.passivhausprojekte.de) (Projekt ID: 1827)

Die Verbrauchsreduktion von 20-25 Liter Öl je m<sup>2</sup> amortisiert sich bei einem Ölpreis von 0,90 Euro je Liter nach 35 – 45 Jahren. Nicht bewertet sind bei dieser Betrachtung die Steigerung des Wohnkomforts, die Wertsteigerung der Immobilie, etwaige Förderzuschüsse und künftige über die Inflationsrate hinausgehende Energiepreisteigerungen.

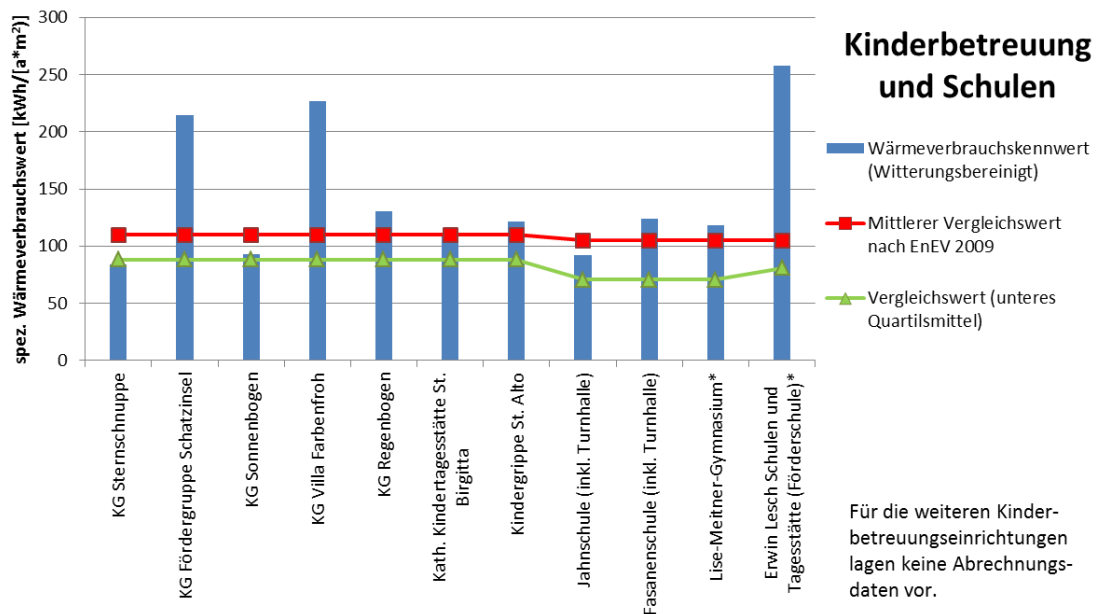
### Kommunale Liegenschaften – Wärmeeffizienz<sup>10</sup>

Abbildung 20 und Abbildung 21 stellen die auf einen Quadratmeter bezogenen und witterungsbereinigten Wärmeverbrauchswerte der kommunalen Liegenschaften zwei Vergleichswerten gegenüber. Die roten Werte sind die Vergleichswerte nach EnEV 2009. Die grün dargestellten Werte sind Vergleichswerte aus dem „Verbrauchskennwerte 2005“-Katalog. Diese empirisch ermittelten Werte können als Richtwert im Sinne VDI 3807 Blatt 1 verwendet werden.



**Abbildung 20: Gegenüberstellung von normierten IST-Wärmeverbrauchswerten und Vergleichswerten nach EnEV 2009 und Kennwertekatalog 2005 für Öffentliche und Gemeindegebäude (2010, witterungsbereinigt)**

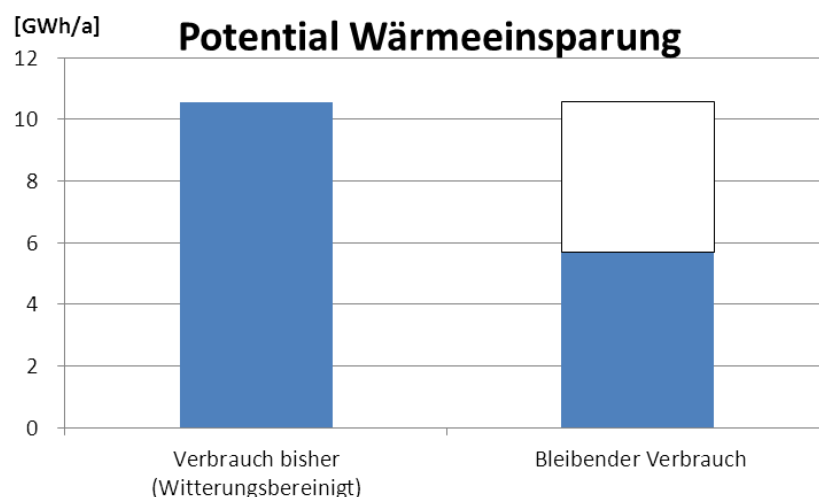
<sup>10</sup> Die erfassten Daten der Hachinga-Halle, des Freibads sowie der Kindergärten Villa Farbenfroh und Sonnenbogen sind aufgrund eines zeitweisen Defekts des Wärmeübergabezählers mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.



\* Landkreis München

**Abbildung 21: Gegenüberstellung von normierten IST-Wärmeverbrauchs-werten und Vergleichswerten nach EnEV 2009 und Kennwertekatalog 2005 für Schulen und Kinderbetreuungseinrichtungen (2010, witterungsbereinigt)**

Auf Basis des Vergleichs der ermittelten Verbrauchskennwerte mit den typischen Vergleichskennwerten (nach Verbrauchskennwerte 2005 Katalog) werden die Einsparpotenziale beim Wärmeverbrauch auf ca. 40% bzw. ca. 4,8 GWh<sub>th</sub>/a geschätzt.



**Abbildung 22: Witterungsbereinigter Wärmeverbrauch kommunaler und öffentlicher Gebäude und bestehendes Einsparpotenzial**

Die tatsächlichen Einsparpotentiale können von den hier ermittelten Werten abweichen. Grund dafür ist die tatsächliche Nutzung der Gebäude, die von denen im Kennwertekatalog abweichen kann.

Werden die erfassten öffentlichen Gebäude mit Gas- bzw. Stromheizung auf Fernwärme umgestellt, lassen sich so bereits ca. 70 tCO<sub>2</sub>/a vermeiden ohne dabei den Wärmeverbrauch zu reduzieren.

**Tabelle 5: Minderungspotenziale für die einzelnen Sektoren im Bereich Wärme**

| Sektor            | Minderungspotential Energie                               | Minderungspotential Emission                       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Private Haushalte | 29 GWh/a<br>(2% Sanierungsrate)                           | ~ 8.000 tCO <sub>2</sub> /a<br>(2% Sanierungsrate) |
| GHD               | Es konnten keine aussagekräftigen Werte ermittelt werden. |                                                    |
| Kommune           | 4,8 GWh/a                                                 | ~ 73* t/CO <sub>2</sub> /a                         |
| <b>Gesamt:</b>    | <b>33,8 GWh/a</b>                                         | <b>~ 8.000 tCO<sub>2</sub>/a</b>                   |

\* Einsparung durch Wechsel von Gas- bzw. Stromheizung auf CO<sub>2</sub> neutrale Energieträger. Einsparungen in Gebäuden mit Fernwärmeversorgung (Geothermie) wurden hier nicht berücksichtigt.

### 5.1.2 Strom

Insgesamt werden für Unterhaching Stromeinsparpotenziale für „Licht & Kraft“ von über 19,4 GWh<sub>el</sub>/a identifiziert. Das entspricht einer Minderung von ca. einem Drittel des heutigen Verbrauchs.

Die Einsparpotenziale für private Haushalte (PHH) betragen rund 8,8 GWh<sub>el</sub>/a. Für den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) werden die Einsparpotenziale auf 10,6 GWh<sub>el</sub>/a beziffert, davon über 1 GWh<sub>el</sub>/a für kommunale Gebäude.

**Tabelle 6: Minderungspotenziale für die einzelnen Sektoren im Bereich Strom**

| Sektor              | Minderungspotential Energie    | Minderungspotential Emission      |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Private Haushalte   | 8,8 GWh <sub>el</sub> /a       | ~ 5.800 tCO <sub>2</sub> /a       |
| GHD (inkl. Kommune) | 10,6 GWh <sub>el</sub> /a      | ~ 7.000 tCO <sub>2</sub> /a       |
| <b>Gesamt</b>       | <b>19,4 GWh<sub>el</sub>/a</b> | <b>~ 12.800 tCO<sub>2</sub>/a</b> |

Die Abschätzung der Einsparpotenziale erfolgte auf der Basis bundesdurchschnittlicher Potenziale und Kennwerte, die im Rahmen von spezifischen Studien und Untersuchungen ermittelt wurden. Im Folgenden werden die möglichen Einsparpotenziale für die einzelnen Anwendungssektoren, wie PHH, GHD und Kommune in Unterhaching aufgezeigt.

#### **Sektor Private Haushalte (PHH)**

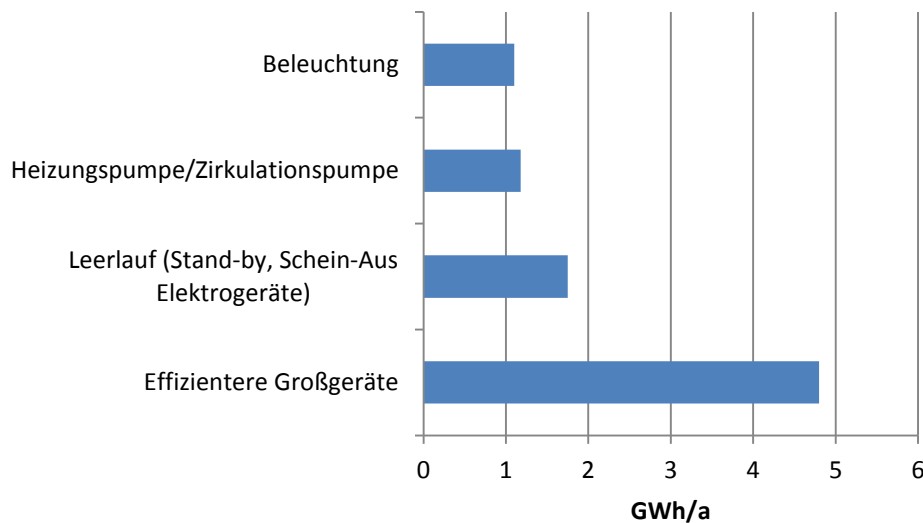
Von den insgesamt im Jahr 2010 in Unterhaching bereitgestellten 88.852 MWh<sub>el</sub> Strom verbrauchten die 11.499 Haushalte [BLAStat\_2012] 27.626 MWh<sub>el</sub> [E.ON Bayern]. Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Haushalt liegt in Unterhaching bei ca. 2.400 kWh<sub>el</sub>/a und damit unter dem Bundesdurchschnitt von 3.112 kWh<sub>el</sub>/a [forsa 2011]. Seit 2005 bleibt der Stromverbrauch der privaten Haushalte der Gemeinde nahezu unverändert (vgl. Tabelle 7).

**Tabelle 7: Stromverbrauch der Haushalte in Unterhaching [E.ON Bayern; Bayerisches Landesamt für Statistik]**

| <b>Jahr</b>                                            | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> |
|--------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Einwohnerzahl</b>                                   | 21.912      | 21.834      | 22.065      | 22.098      | 22.258      | 22.774      |
| <b>Gesamtstromverbrauch des PHH-Sektors [MWh/a]</b>    | 27.462      | 27.826      | 27.777      | 28.169      | 28.126      | 27.626      |
| <b>Haushaltsstromverbrauch je Einwohner [kWh/Jahr]</b> | 1.253       | 1.274       | 1.258       | 1.274       | 1.263       | 1.213       |
| <b>Mittlerer Stromerbrauch je Haushalt [kWh/Jahr]</b>  | 2.480       | 2.520       | 2.490       | 2.522       | 2.500       | 2.420       |

Die steigende Effizienz der wichtigen Haushaltsgeräte, insbesondere für den Bereich der Kühl- und Gefriergeräte sowie Waschmaschinen und Wäschetrockner, Ersatz der elektrischen Warmwasserbereitung, effiziente Pumpensysteme, Vermeidung von Leerlauf-Betrieb der IuK-Geräte<sup>11</sup>, moderne Beleuchtungstechnik sowie einfache Verhaltensänderungen im Haushalt können zur Verringerung des Stromverbrauchs im PHH-Sektors beitragen.

<sup>11</sup> IuK = Information und Kommunikation



**Abbildung 23: Reduktionspotenziale Strom für private Haushalte in Unterhaching**

Als Effizienzpotenzial bei der Stromnutzung (Licht und Kraft) privater Haushalte werden in Unterhaching rund 8,8 GWh<sub>el</sub>/a identifiziert, dies entspricht einer potenziellen Reduktion des Stromverbrauchs in Privat-Haushalten um ca. 31%.

Im Anhang werden die spezifischen Reduktionspotenziale bei der Stromnutzung für die privaten Haushalte im Einzelnen dargestellt und erläutert.

### Elektrische Bereitstellung von Heizenergie

Der Stromverbrauch von Haushalten mit einer Nachtspeicherheizung liegt deutlich höher als des Verbrauchs der übrigen Haushalte. Zudem weist er witterungsbedingte Schwankungen auf. Im Bundesdurchschnitt schwankte der Stromverbrauch eines Haushalts mit Nachtspeicherheizung zwischen rund 13.945 kWh<sub>el</sub> im Jahr 2008 und 11.565 kWh<sub>el</sub> im vergleichsweise milden Jahr 2007 [forsa 2011]. In Unterhaching verbrauchten 343 Haushalte mit Nachtspeicherheizungen im Durchschnitt rund 10.774 kWh<sub>el</sub> im Jahr 2010 und rund 10.742 kWh<sub>el</sub> im Jahr 2007 [E.ON Bayern]. 4,5% der Haushalte in Westdeutschland heizen mit einer Nachtspeicherheizung [forsa 2011]. Mit rund 3% liegt Unterhaching deutlich unter diesem Durchschnitt. 2010 verbrauchten Nachtspeicherheizungen in Unterhaching insgesamt 2,85 GWh<sub>el</sub> und stellten damit ca. 1,6 % der benötigten Wärmeenergie<sup>12</sup> der Haushalte zur Verfügung.

<sup>12</sup> Witterungsbereinigte Heizenergie 2010

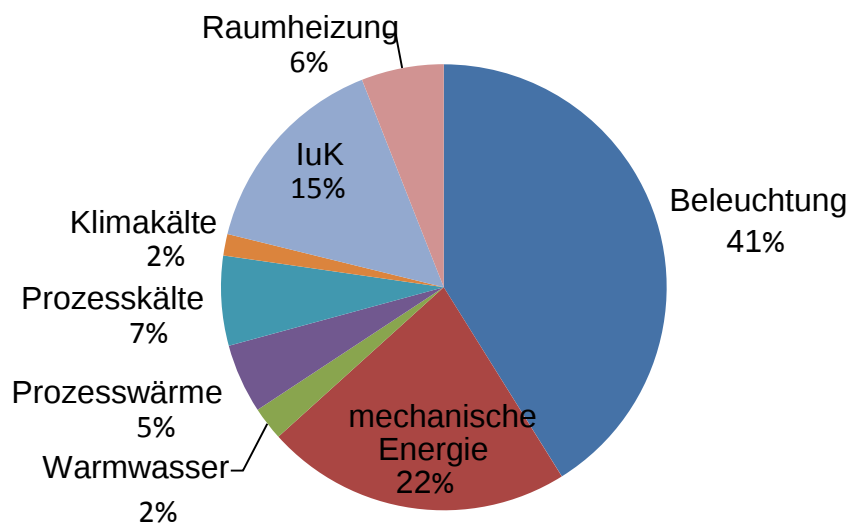
Die Anzahl von Wärmepumpen stieg zwischen 2005 und 2010 von 79 auf 98 an. 2010 verbrauchten Wärmepumpen in Unterhaching 0,93 GWh<sub>el</sub> und erzeugten damit etwa 2% der Heizenergie privater Haushalte.

#### **Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen inkl. kommunaler /öffentlicher Verbraucher**

Der GHD-Sektor bildet aus energetischer Sicht den heterogensten Sektor mit sehr unterschiedlichen Akteuren von der Landwirtschaft, über das Kredit- und Versicherungsgewerbe bis hin zur Öffentlichen Hand und ist von zentraler Bedeutung für Unterhaching. Im Jahr 2010 entfielen auf den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (inklusive Industrieanlagen, Kommune und Landwirtschaft) rund 57,4 GWh<sub>el</sub>. Davon entfielen rund 15 GWh<sub>el</sub> auf die Geothermie-Anlage, ca. 3,8 GWh<sub>el</sub> auf den kommunalen Stromverbrauch und 0,05 GWh<sub>el</sub> auf die landwirtschaftlichen Betriebe.

Wegen unzureichender Datenlage ist der Endenergieverbrauch im GHD-Sektor in Unterhaching schwer nach den einzelnen Anwendungsbereichen bzw. einzelnen Segmenten zu differenzieren. Demnach werden die Effizienzpotenziale auf der Grundlage der Aufteilung des Stromverbrauchs im Sektor GHD nach Anwendungssektoren in Deutschland abgeschätzt.

Der Stromverbrauch im GHD Sektor wird in acht spezifischen Anwendungen aufgeteilt: Beleuchtung, mechanische Energie, Warmwasser, Prozesswärme, Prozesskälte, Klimakälte, IuK und Raumheizung. Beim Stromeinsatz im Jahr 2008 stellt „Beleuchtung“ mit 41% den größten Verbrauchsanteil dar, gefolgt von der Anwendung „mechanische Energie“ mit 22% und „Information und Kommunikation“ mit 15%.

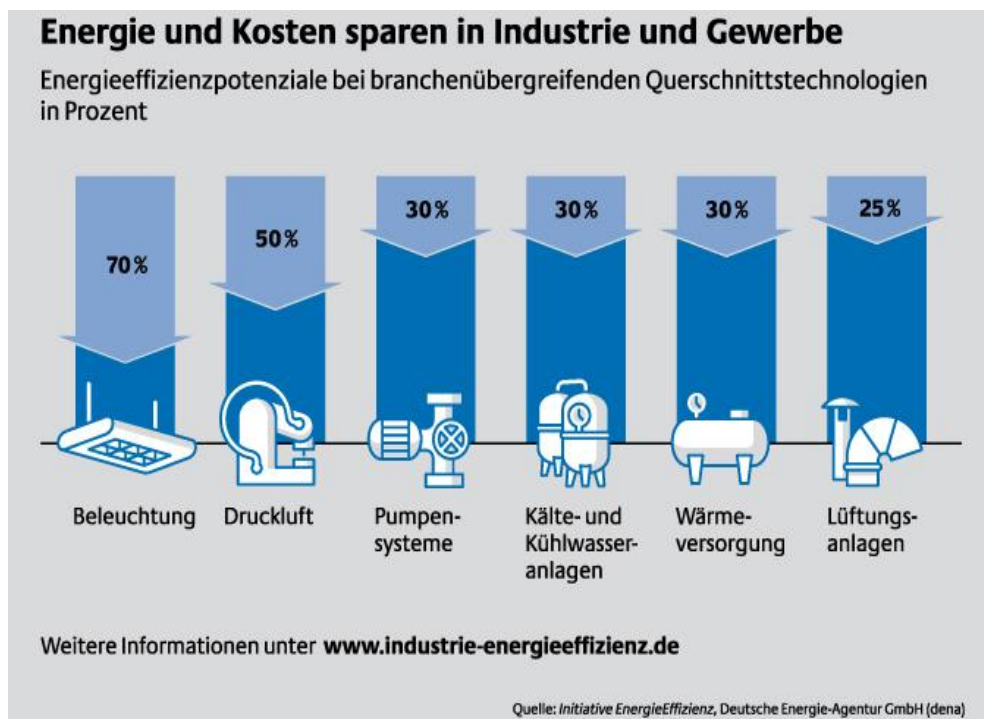


**Abbildung 24: Prozentuale Aufteilung des Stromverbrauchs im GHD-Sektor nach Anwendungssektoren für das Jahr 2008 [BMWi 2011-1]**

Als verbrauchsintensivste Gruppen erweisen sich beim Stromeinsatz „Büroähnliche Betriebe“, gefolgt von „Handel“, „Gastgewerbe“ und „Krankenhäuser/Schulen/Bäder“. Diese vier Gruppen beinhalten rund 70 % des Stromverbrauchs im GHD-Sektor in Deutschland.

Grundsätzlich liegen im GHD-Sektor die größten Reduktionspotenziale bei der Optimierung von elektrischen Antrieben, Ventilatoren, Kältetechnik, Materialfluss- und Fördertechnik, Drucklufterzeugung, Information und Kommunikation (IuK) sowie Beleuchtung.

In Abbildung 25 sind die möglichen Einsparpotenziale in deutschen Unternehmen gemäß einer Untersuchung der Deutschen Energie-Agentur dargestellt.



**Abbildung 25: Einsparpotenziale bei branchenübergreifenden Technologien [dena 2011-1]**

### **Zusammenfassend lässt sich festhalten:**

Je nachdem, welchen Kostenfaktor der Energieverbrauch im Unternehmen darstellt, werden bereits heute mehrere Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in Unternehmen genutzt. Dennoch werden aus einem Informationsdefizit heraus kosteneffiziente Maßnahmen oft noch nicht umgesetzt.

Die oben dargestellten Energieeffizienzpotenziale sind in unterschiedlich hohem Maße auf mehrere Unternehmen diverser Branchen und auf die kommunalen Unternehmen übertragbar.

Viele Effizienzmaßnahmen sind mit Amortisationszeiten von weniger als zwei Jahren und hohen Kapitalrenditen von über 20% wirtschaftlich sehr attraktiv für die Unternehmen.

In Summe wird das Stromeinsparpotenzial des GHD-Sektors inklusive kommunaler Verbraucher in Unterhaching auf 25% des Gesamtstromverbrauchs im Sektor (ausgenommen die Geothermieranlage) abgeschätzt. Dies entspricht 10,6 GWh<sub>el</sub> Stromeinsparung.

Im Anhang werden die spezifischen Reduktionspotenziale bei der Stromnutzung in Industrie und Gewerbe im Einzelnen dargestellt und erläutert.

### **Kommunale Liegenschaften – Bewertung der Stromeffizienz**

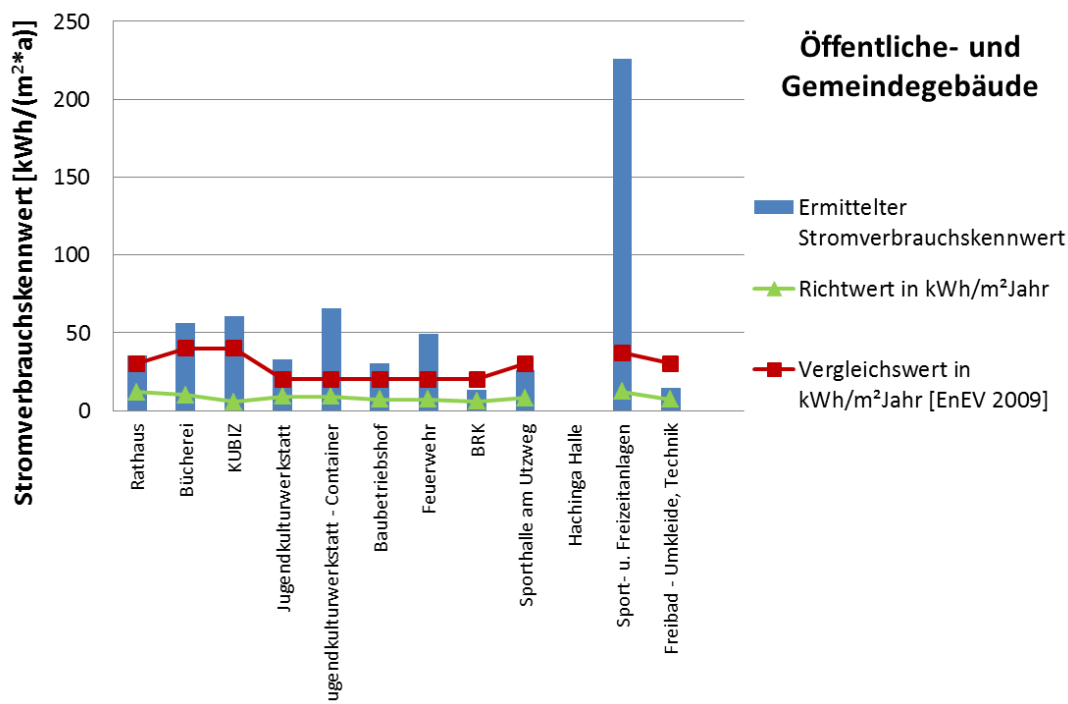
Insgesamt betrug der Stromverbrauch der kommunalen und öffentlichen Liegenschaften in Unterhaching im Jahr 2010 ca. 3,8 GWh<sub>el</sub>. Davon entfielen 0,6 GWh<sub>el</sub> auf die Straßenbeleuchtung und knappe 0,2 GWh<sub>el</sub> auf die Wasserversorgung.

Die Daten wurden entsprechend den Gebäudetypen geordnet und auf dieser Basis der gebäudetypische spezifische Energieverbrauch je Bezugsgröße (Nettogrundfläche) gebildet. Der gebäude-typische Durchschnittswert wurde mit Literaturwerten abgestimmt. Fehlende Angaben wurden auf Basis der Durchschnittswerte ergänzt, um einen Überblick über den gesamten Energieverbrauch zu erhalten.

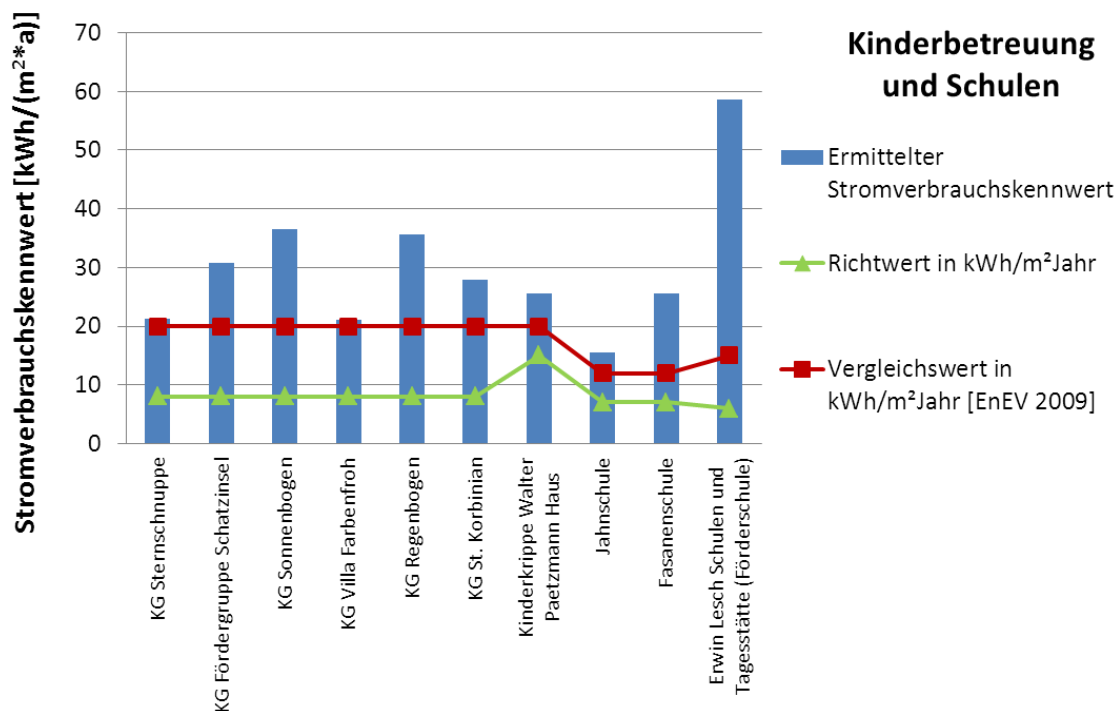
Die folgende Abbildung 26 zeigt den erhobenen spezifischen Stromverbrauch der öffentlichen Gebäude in Unterhaching je m<sup>2</sup> und Jahr. Der ermittelte Stromverbrauch der meisten untersuchten Gebäude liegt über dem deutschlandweiten Vergleichswert bzw. dem Richtwert. Dies deutet auf hohe Stromeinsparmöglichkeiten in den Gebäuden der Gemeinde. Alle Objekte sollten geprüft werden und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

Die Sport- und Freizeitanlagen am Sportpark, 1, die Hachinga Halle sowie die Jugendkulturwerkstatt weisen einen überdurchschnittlich hohen spezifischen Stromverbrauch auf und verdienen eine genauere Analyse in Bezug auf die Stromeinsparmöglichkeiten.

Abbildung 27 zeigt den erhobenen spezifischen Stromverbrauch je m<sup>2</sup> und Jahr der Schulen sowie der Kinderbetreuungseinrichtungen in Unterhaching. Auch hier zeigt sich wieder eine Streuung der Einzelwerte um den Vergleichswert/Richtwert. Insbesondere der Stromverbrauch und die Einsparmöglichkeiten der Erwin Lesch Förderschule würde eine nähere Untersuchung erfordern, jedoch liegt dies im Verantwortungsbereich des Landkreises Münchens. Der spezifische Stromverbrauch der Einrichtung liegt um etwa den Faktor 5 höher als der deutschlandweite Durchschnitt. Der Tatsache sollte nachgegangen werden, um die Ursachen zu erfassen und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen einzuleiten.



**Abbildung 26: Spezifische Stromverbrauchs- und Vergleichswerte Öffentlicher- und Gemeindegebäude**



**Abbildung 27: Spezifische Stromverbrauchs- und Vergleichswerte von Schulen und Kinderbetreuungseinrichtungen in Unterhaching**

Die durchgeführte Analyse hat deutlich gezeigt, dass das Potenzial zur Reduktion des Stromverbrauches im kommunalen Gebäudebestand der Gemeinde in großem Maße vorhanden ist. Der ermittelte Stromverbrauchskennwert der meisten untersuchten Gebäude weicht von dem Vergleichswert stark nach oben ab. Die Optimierung der Gebäude hinsichtlich des Stromverbrauchs kann erhebliche Energie- und Kosteneinsparungen bewirken. Um aussagekräftige Werte zu erhalten, ist eine monatliche Erfassung über eine Fortführung des kommunalen Energiemanagements sinnvoll.

Weitere Details zur der hier verwendeten Methodik und den Berechnungsgrundlagen werden im Anhang am Beispiel der Stromeffizienz kommunaler Gebäude erläutert.

Insgesamt werden Einsparungen beim Stromverbrauch des kommunalen Sektors von mindestens 25% bzw. ca. 1 GWh<sub>el</sub>/a erwartet, diese wurden bereits im GHD-Sektor berücksichtigt.

### **Straßenbeleuchtung in Unterhaching**

Eine detaillierte Ist-Analyse der vorhandenen Beleuchtungsanlagen der Kommune ist die Grundlage für die Planung und Durchführung von effizienzsteigernden Maßnahmen. Rund 17% des kommunalen Stromverbrauchs in Unterhaching (636,5 kWh/a) entfielen im Jahr 2010 auf die Straßenbeleuchtung. Durch eine bedarfsabhängige Regelung kann der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung mit nur geringen Ausgaben für Sensoren, Steuerung und Kontrollgeräte um ca. 30% gesenkt werden. Insbesondere die frühe Umstellung auf Halbnachtschaltung<sup>13</sup> bis zum Tagesanbruch kann für eine deutliche Einsparung sorgen. Darüber hinaus kann durch moderne energiesparende Leuchten eine weitere Verbrauchsreduktion erreicht werden. LED-Technologie in der Straßenbeleuchtung ermöglicht eine höhere Lichtqualität in Verbindung mit einem reduziertem Energieverbrauch und niedrigeren Wartungskosten. Im Einzelfall muss eine genauer Analyse unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte durchgeführt werden.

#### **5.1.3 Verkehr**

Die Einsparpotenziale im Verkehrsbereich wurden im Rahmen dieses Konzept nicht näher untersucht. Für die Berechnung der Szenarien wurde ein Verbrauchsrückgang von -0,7% pro Jahr und verschiedene Fahrleistungen pro Einwohner angenommen. Um detaillierte Verlagerungs- und Vermeidungspotenziale zu ermitteln ist ein separates Verkehrsgutachten zu erstellen.

---

<sup>13</sup> Oft sind in einer Leuchte zwei Leuchtmittel vorhanden, die unabhängig voneinander eingeschaltet werden können. In modernen Anlagen sind auch Steuergeräte, die die Spannung und damit die Helligkeit regeln in den Leuchten integriert. Eine partielle Abschaltung der Lampen (auf die Hälfte) für einen Teil der Nacht wird Halbnachtschaltung genannt.

## 5.2 Potenziale erneuerbare Energien

### 5.2.1 Solarenergie

Die technischen Potenziale zur Stromerzeugung mit PV-Anlagen auf Dachflächen in Unterhaching betragen pro Jahr ca. 16,6 GWh (Strom). Des Weiteren wurde ein Potenzial möglicher Freiflächenanlagen (Flächen entlang der Autobahn) von insgesamt ca. 20 GWh pro Jahr ermittelt.

#### **Methode der Potenzialermittlung und Annahmen**

##### *Energieatlas Bayern*

Die technischen Solarpotenziale wurden gemäß des bayerischen „Leitfaden Energienutzung“ des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), des Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) und der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB), ermittelt [StMUG 2011].

##### *Solare Jahresstrahlung in Unterhaching*

Die Gemeinde Unterhaching liegt in der Strahlungszone V (1.150 bis 1.195 kWh/m<sup>2</sup>/a) [StMUG 2011]. Für die weiteren Berechnungen der Solarpotenziale wurde eine mittlere Jahresstrahlung von 1.170 kWh/m<sup>2</sup>/a angenommen.

##### *Zugrunde gelegte Flächen*

In Rahmen dieser Studie wurden Gebäudedachflächen und Flächen (110m Breite) entlang der Autobahn analysiert. Diese stellen die größten Potenziale dar. Zur Ermittlung der solaren Jahreserträge wurden die größten Dachflächen in Unterhaching, vor allem Gewerbegebiete sowie kommunale und öffentliche Gebäude, mittels Luftbilddauswertung analysiert.

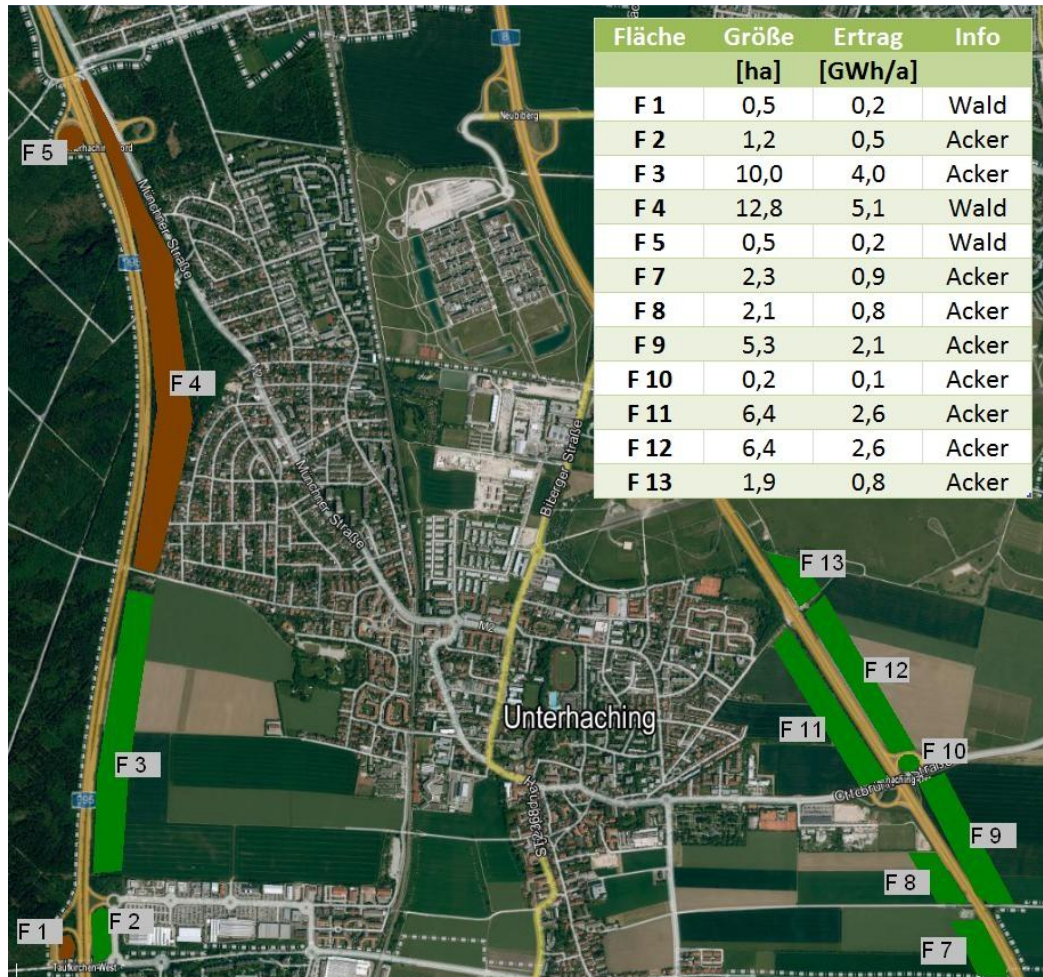
##### *Ermittlung des theoretischen Ertrags*

Für die Bestimmung des theoretischen Ertrags wurde die Art des Daches (Flachdach, Schrägdach), soweit möglich die Neigung (z.B. 30 oder 40° Dachneigung), die Himmelsausrichtung, deutlich erkennbare Einschränkungen durch die Statik, mögliche Denkmalschutzeinschränkungen, deutliche Verschattungsverluste (z.B. durch benachbarte Gebäude oder Bäume) weitestgehend berücksichtigt. Der zu Grunde gelegt Umwandlungswirkungsgrad der PV-Anlagen zur Stromerzeugung beträgt 10%.

Freiflächenanlagen die auf einem 110m breiten Band entlang von Autobahnen (vgl. EEG §32 (1)) errichtet werden, fallen unter die EEG-Vergütung. Durch die Auswertung von Luftbilddaufnahmen wurden unbebaute Flächen entlang der Autobahn abgeschätzt. Pro Hektar kann von einem überschlägigen Ertrag von ca. 0,4 GWh/a ausgegangen werden.

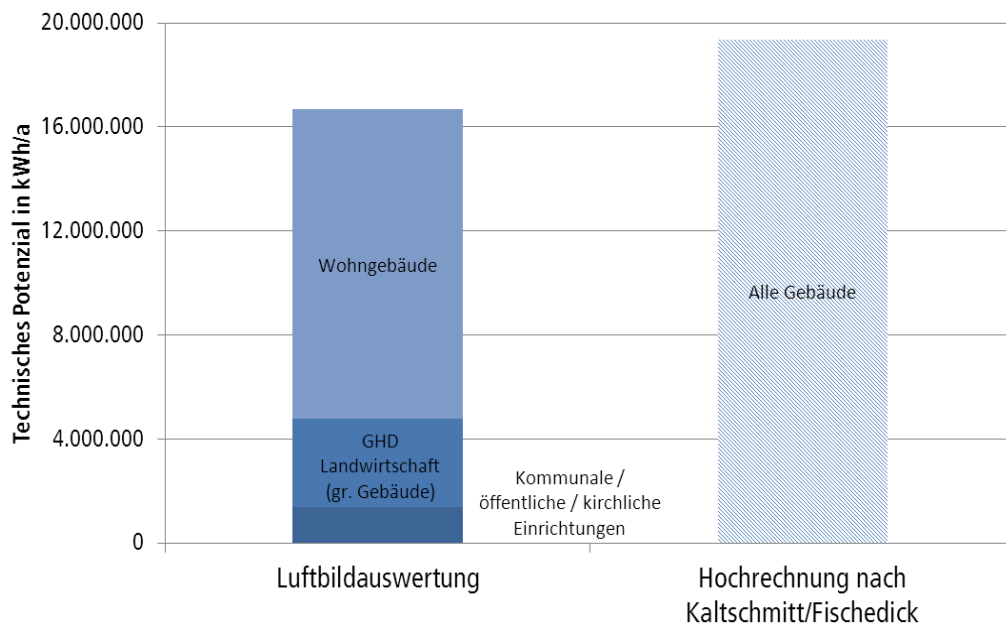
### Solarpotenziale in der Gemeinde Unterhaching

Abbildung 28 zeigt die unbebauten Flächen entlang der Autobahn die sich auf dem Gemeindegebiet Unterhaching befinden. Die Gesamtgröße der Flächen beträgt ca. 50 ha was einem theoretischen Stromertrag von knapp 20 GWh/a entspricht.



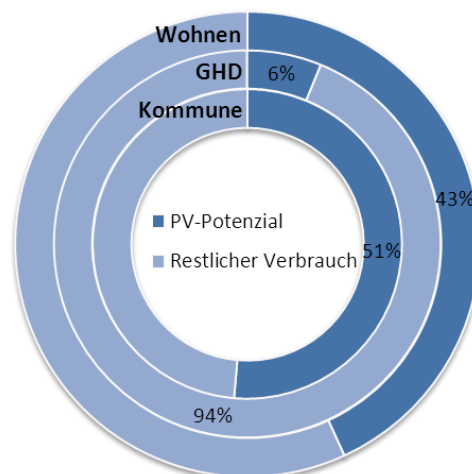
**Abbildung 28: Freiflächenpotenziale entlang der Autobahn (BayernAtlas)**

Das Gesamtpotenzial (siehe Abbildung 29) aller Dachflächen in Unterhaching beträgt ca. 16 GWh/a. Die größten Potenziale befinden sich mit ca. 12 GWh/a auf Wohngebäuden. Das Potenzial im Sektor GHD beträgt gute 3 GWh/a.



**Abbildung 29: PV-Dachflächenpotenziale in Unterhaching nach Sektoren**

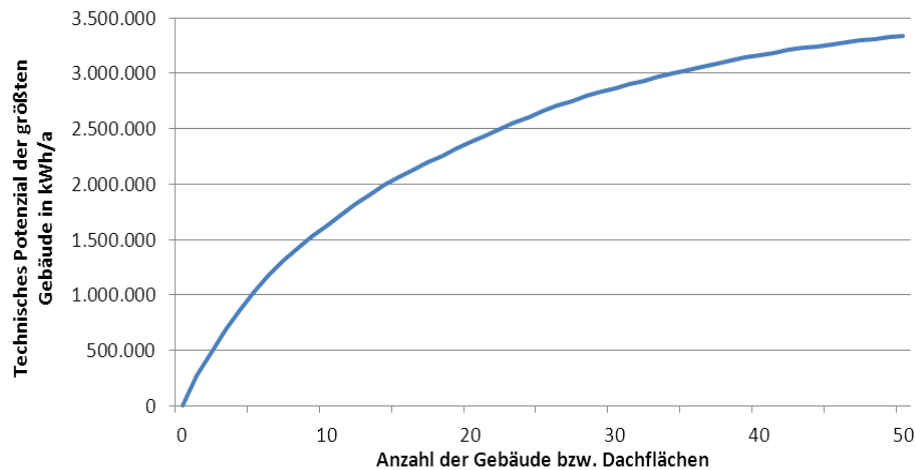
In Abbildung 30 ist das PV-Potenzial eines Sektors dem jeweiligen Stromverbrauch gegenübergestellt. Die kommunalen Gebäude können durch konsequente Erschließung aller eigenen Potenziale etwa die Hälfte des Stromverbrauchs decken. Im Bereich der privaten Wohngebäude kann ein Deckungsanteil von ca. 40% erreicht werden. Obwohl der Sektor GHD über große Dachflächen verfügt, kann aufgrund des hohen Stromverbrauchs nur ca. 6% durch eigene PV-Anlagen gedeckt werden.



**Abbildung 30: PV-Potenzial als Anteil am Gesamtstromverbrauch eines Sektors**

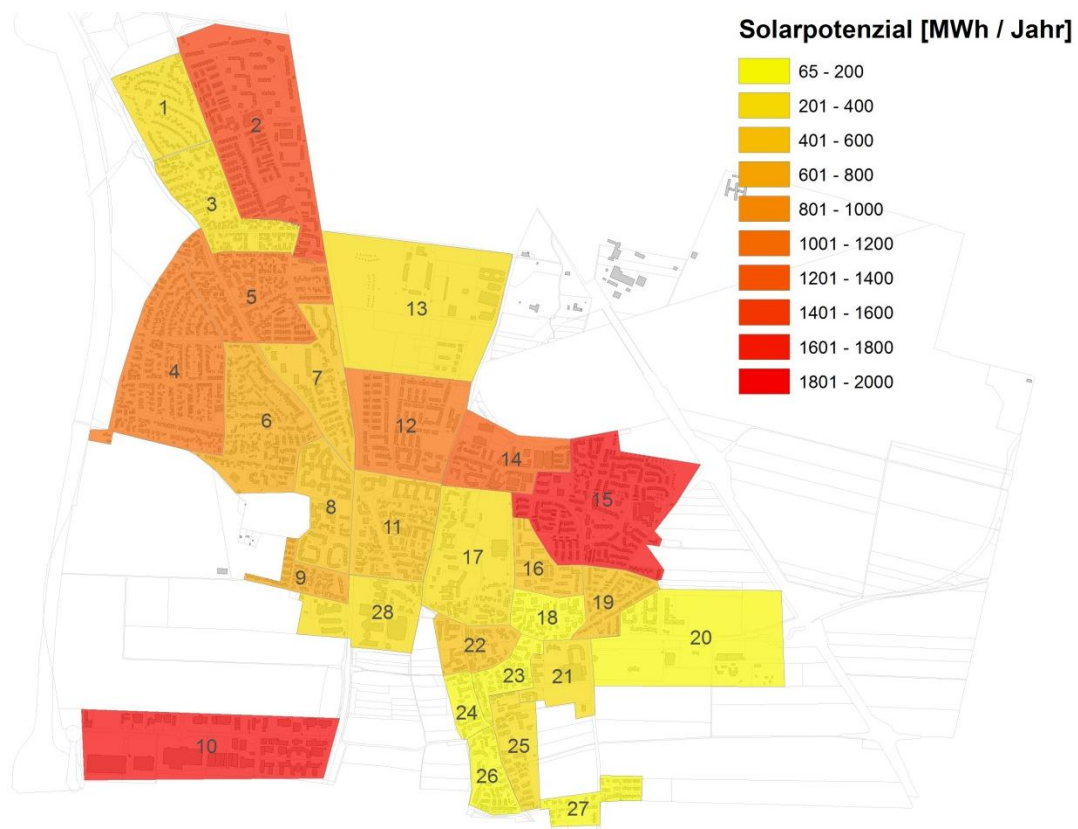
Gewerbegebäude verfügen im Allgemeinen über große zusammenhängende Dachflächen. Diese können meist einfach und im Vergleich zu Wohngebäuden kostengünstig mit PV-

Anlagen ausgestattet werden. Durch Erschließung weniger großer Dachflächen können verhältnismäßig große Potenziale erschlossen werden. Abbildung 31 zeigt, dass die 10 größten Dachflächen über ein kumuliertes Potenzial von über 1,5 GWh/a verfügen.



**Abbildung 31: Kumulierte Dachflächenpotenziale der größten Dachflächen**

Abbildung 32 zeigt die kumulierten Dachflächenpotenziale in Unterhaching nach Sektoren. Dachflächen mit großen Potenzialen finden sich vor allem in den Sektoren 10, 15 und 2.



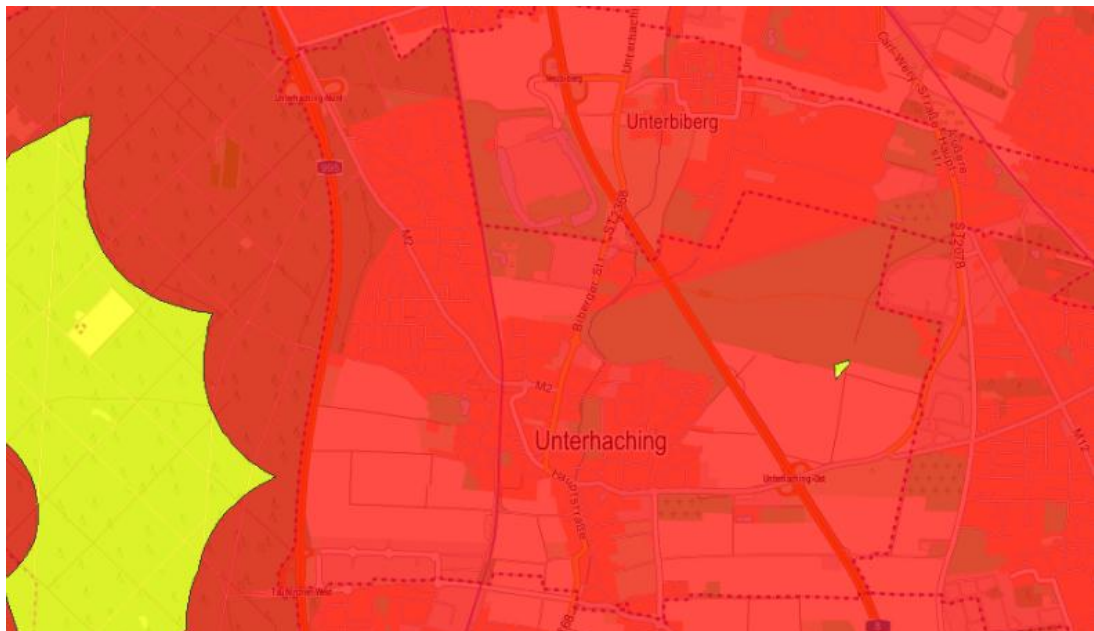
**Abbildung 32: Kumulierte PV-Dachflächenpotenziale in den Sektoren**

### 5.2.2 Biomasse

Für das Gemeindegebiet Unterhaching konnten keine relevanten Biomassepotenziale ermittelt werden. Der Beitrag der durch den verstärkten Anbau von Energiepflanzen erzielt werden kann ist vernachlässigbar. Tierhaltung in einem Maßstab der eine Anlage für die Verstromung von Exkrementen rechtfertigt, ist nicht vorhanden.

### 5.2.3 Windenergie

Die Nutzung von Windenergie auf Gemeindegebiet ist aufgrund des Vorstadtcharakters nur sehr eingeschränkt möglich (vgl. Abbildung 33). Eine Möglichkeit dennoch Strom im größeren Maßstab aus Wind zu erzeugen bietet die Zusammenarbeit mit Nachbargemeinden die über größere und potenzialstärkere Flächen verfügen. Eine Potenzialermittlung fand im Zuge dieser Studie nicht statt.



**Abbildung 33:** Gebietskulisse Wind im Energie-Atlas Bayern. Rot: Für WKA voraussichtlich nicht mögliche Flächen. Gelb: Für WKA im Einzelfall mögliche Flächen.

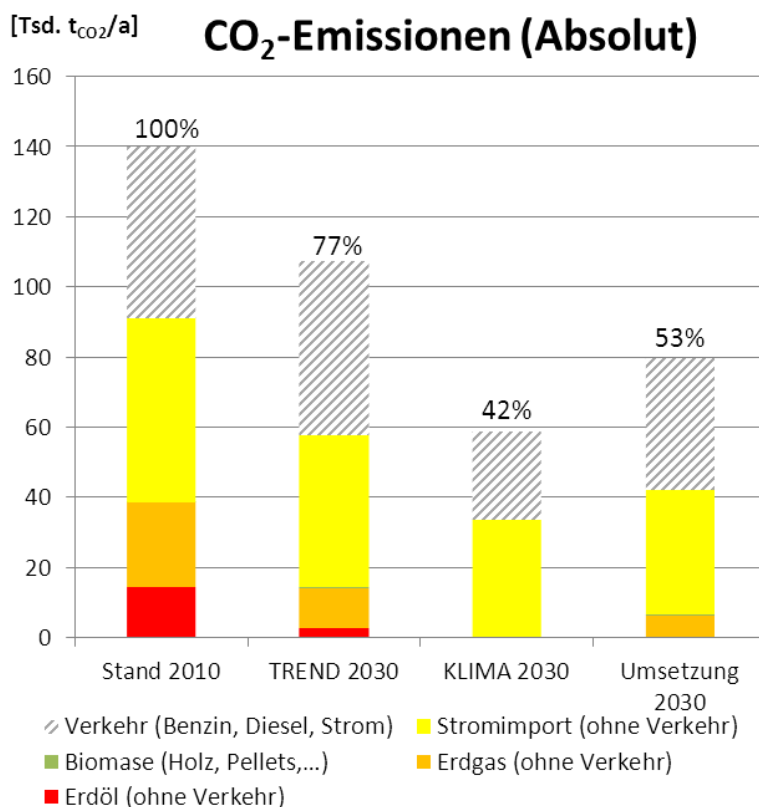
## 6 SZENARIEN ZUR MINDERUNG DER CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN

Innerhalb von zwei Szenarien sollen die Grenzen existierender Entwicklungen und Möglichkeiten abgesteckt und daraus Rahmenbedingungen und Perspektiven für eine nachhaltige Entwicklung der Gemeinde aufgezeigt werden. Das „**Trendszenario**“ (Fortschreibung bisheriger Entwicklungen ohne weitere Maßnahmen) und das „**Klimaschutzszenario**“ (Konsequente Umsetzung technischer Potenziale) bilden hierbei den betrachteten Korridor. In einem weiteren dritten „**Umsetzungsszenario**“ wird in enger Abstimmung mit lokalen Akteuren (Gemeinde, Geothermie Unterhaching, Bürger-Energie-Unterhaching) ein umsetzungsorientiertes Vorgehen zu Grunde gelegt.

Dabei liefern die Ergebnisse der Bestandsaufnahme in Arbeitspaket 1 die Ausgangsbasis der Szenarien. Mit Hilfe der in Arbeitspaket 2 durchgeführten Potenzialanalyse können die Möglichkeiten innerhalb des Klimaschutzszenarios ermittelt werden. Die Berücksichtigung der umsetzbaren Potenziale und Maßnahmen bis 2030 dient als Grundlage für das Umsetzungsszenario, in dem auch bereits zentrale Maßnahmen berücksichtigt werden, die in Arbeitspaket 4 Maßnahmen weiter ausgearbeitet und diskutiert werden.

Abbildung 34 fasst die direkten und indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Gemeinde Unterhaching in den verschiedenen Szenarien zusammen. Im „Trendszenario“ reduzieren sich die Emissionen bis 2030 um ca. 20%. Im „Klimaschutzszenario“ können durch ambitionierte Maßnahmen, wie z.B. Erhöhung der Sanierungsrate bei Wohngebäuden auf 3% pro Jahr, Erhöhung des Fernwärmeanteils auf 95%, Umsetzung von Stromeinsparpotenzialen und Minderungspotenzialen im Verkehrssektor, die Emissionen bis 2030 um fast 60% gemindert werden.

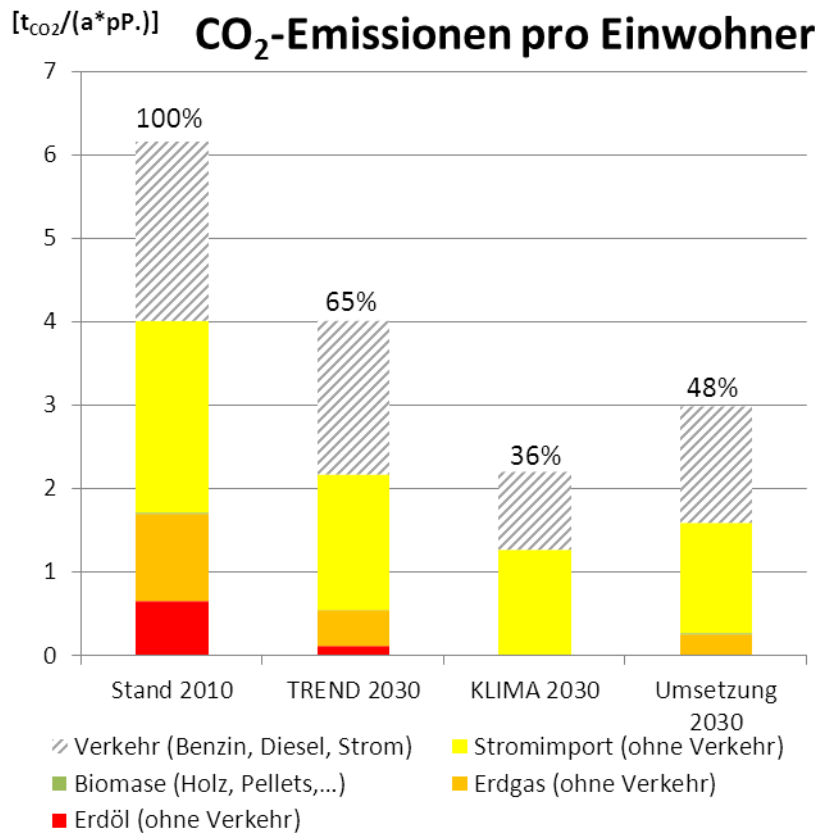
Die CO<sub>2</sub>-Bilanzen wurden auf Basis einer territorialen Bilanzierung und mit den in Tabelle 4 aufgeführten CO<sub>2</sub>-Faktoren erstellt. Graue Energien wurden nicht in die Berechnung einbezogen. Für den Verkehrsbereich wurden nur wesentlich vereinfachte Szenario-Betrachtungen durchgeführt. Eine belastbare Aussage mit ausführlicher Berechnung ist erst auf Basis eines auf Unterhaching zugeschnittenen Verkehrskonzeptes möglich.



**Abbildung 34: Szenarien zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emission in der Gemeinde Unterhaching bis 2030 (direkte und indirekte Emissionen)**

Für die Gemeinde Unterhaching wird für die nächsten Jahre ein starkes Bevölkerungswachstum prognostiziert. Eine von *BRE - Büro für Räumliche Entwicklung* [BRE 2009] durchgeführte Untersuchung geht von einem Bevölkerungswachstum von 1,3% pro Jahr bis zum Jahr 2020 aus. Für die Jahre 2020 bis 2030 wurde ein Wachstum von 0,5% p.a. angenommen [BayLa 2010]. Daraus ergibt sich eine Bevölkerung von ca. 27.795 Personen im Jahr 2030.

Dieses starke Bevölkerungswachstum führt dazu, dass in den nächsten Jahren eine größere Anzahl neuer Gebäude errichtet werden muss. Diese Neubauten werden im Vergleich zum derzeitigen Gebäudebestand einen deutlich geringeren Energieverbrauch pro Person aufweisen. Die pro Einwohner verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken daher prozentual etwas stärker als die absoluten Werte. Die auf jeden Einwohner bezogenen Emissionen der verschiedenen Szenarien sind in Abbildung 35 dargestellt.



**Abbildung 35: CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner und Jahr in der Gemeinde Unterhaching**

Im Klimaszenario kann ein Pro-Kopf-Wert von beinahe 2 tCO<sub>2</sub>/a erreicht werden.

## 6.1 Alle Szenarien

Aufgrund begrenzter Einflussmöglichkeiten seitens der Gemeinde und anderer lokaler Akteure wurden folgenden Annahmen für alle Szenarien identisch verwendet.

### Allgemein:

- Bevölkerungswachstum von 22.774 (2010) auf 26.795 (2030) entsprechend BRE Untersuchung [BRE 2009] (bis 2020) und durchschnittlichem Bevölkerungswachstum des LK München [BayLa 2010] (2020 bis 2030).

### Wärme:

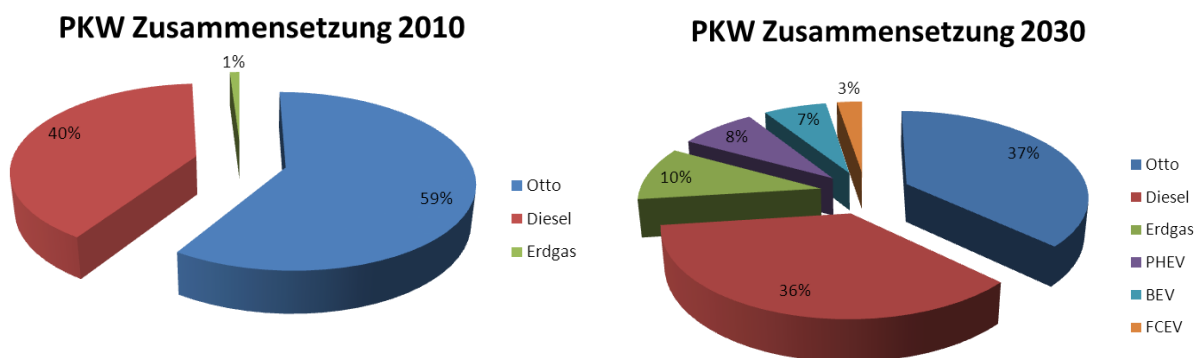
- Der Bevölkerungszuwachs im Bereich der Wärmeversorgung wird mit gut 40 m<sup>2</sup> pro Einwohner berücksichtigt. Der spezifische Wärmebedarf für Neubauten wird entsprechend Tabelle 8 angenommen.

**Tabelle 8: Wärmebedarf für Neubauten**

| Jahr     | kWh/(m <sup>2</sup> *a) | Kommentar                                                                                   |
|----------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bis 2012 | 50                      | -                                                                                           |
| Bis 2019 | 35                      | EnEV 2009 –30%                                                                              |
| Ab 2020  | 15                      | Niedrigstenergiegebäude ab 2020 Pflicht, Richtlinie 2010/31/EU Annahme: Passivhaus-Standard |

**Verkehr:**

- Eine Trendfortschreibung des sinkenden Energieverbrauchs der Fahrzeug-Flotte führt zu einer Verbrauchsreduktion von ~0,7% je km und Jahr.
- Fahrleistung von 14.000 km/a pro im Jahr 2010 zugelassenem PKW [VerZa 2011].
- Die Zusammensetzung der PKW-Flotte bis 2030 ändert sich gemäß PHEV = Plug-In Hybrid Fahrzeug; BEV = Batterie-Elektro-Fahrzeug; FCEV = Brennstoffzellen-Fahrzeug
- Abbildung 36.



PHEV = Plug-In Hybrid Fahrzeug; BEV = Batterie-Elektro-Fahrzeug; FCEV = Brennstoffzellen-Fahrzeug

**Abbildung 36: Angenommene PKW Zusammensetzung für die Szenarien (für 2030 [McKinsey, 2010])**

## 6.2 Trendszenario 2030

Bei der Fortschreibung des heutigen Status-quo wird die Entwicklung der letzten Jahre fortgeschrieben. Es werden keine weiteren Klimaschutzmaßnahmen ergriffen.

Das Szenario umfasst folgende wesentliche Annahmen:

### **Wärme:**

- Der Wärmebedarf im gesamten Gemeindegebiet wird um 0,7% pro Jahr reduziert. Dies entspricht einer Fortführung der gegenwärtigen jährlichen Sanierungsrate bei Wohngebäuden. Das bedeutet, dass jährlich ca.1% der Altbauten auf heutigen energetischen Standard saniert werden.
- Der Fernwärmeausbau kommt gut voran, erreicht aufgrund der geringen Gebäudesanierung allerdings nur einen Anteil an der Wärmeversorgung von 65%.
- Nicht alle Gebäude die heute mit Öl beheizt werden können an das Fernwärmenetz angeschlossen oder durch eine andere Heizungsart mit Wärme versorgt werden.

### **Strom:**

- Der Gesamtverbrauch wird als konstant angenommen. Die erzielten geringen Einsparungen werden von zusätzlichen Elektrogeräten vor allem im Kommunikationsbereich neutralisiert.
- Der PV-Zubau beträgt 150 kW<sub>p</sub> pro Jahr (entspricht einer Zubaufäche von ungefähr 1.200 m<sup>2</sup> PV-Fläche pro Jahr). Damit steigt die Stromerzeugung aus PV-Anlagen von heute ca. 0,9 GWh bis 2030 auf ca. 3,5 GWh/a.
- Die Stromerzeugung der Geothermie-Anlage steigt in den kommenden Jahren aufgrund gesteigerter Verfügbarkeit und leistungstärkerer Pumpen auf bis zu 18 GWh/a an. Mit dem Ausbau des Fernwärmenetzes sinkt die Stromproduktion bis 2030 wieder auf ca. 13 GWh/a.

### **Verkehr:**

- Die Fahrleistung steigt pro Jahr und Einwohner um 0,9%<sup>14</sup> und wirkt der Effizienzsteigerung der Fahrzeuge entgegen.
- Zusätzlich steigt die absolute Anzahl der gefahrenen Kilometer durch den Bevölkerungszuwachs an.
- Diese grundlegenden Annahmen und überschlägigen Berechnungen im Verkehrssektor können nur die grobe Richtung aufzeigen in die sich die Verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen entwickeln können.

---

<sup>14</sup> Gemäß Verkehrsprognose 2025 als Grundlage für den Gesamtverkehrsplan Bayern, ITP Intraplan Consult GmbH 2010, eine Studie im Auftrag des Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, August 2010

### 6.3 Klimaschutzszenario 2030

Im Klimaschutzszenario 2030 wird eine ambitionierte Umsetzung der Minderungspotenziale angenommen. Es werden die möglichen Klimaschutzmaßnahmen bis 2030 ergriffen.

Das Szenario umfasst folgende wesentlichen Annahmen:

#### Wärme:

- Insgesamt wird der Wärmebedarf im Gemeindegebiet um 2,5% pro Jahr reduziert. Dies entspricht einer jährlichen Sanierungsrate 3% der Altbauten. Diese Sanierungsrate ist notwendig damit die Wohngebäude in Unterhaching das Ziel der Bundesregierung, nämlich den Verbrauch zwischen 2005 und 2020 um 20% zu reduzieren, erreichen.
- Das Fernwärmenetz wird auf das gesamte Gemeindegebiet ausgeweitet. Das bestehende Netz wird nachverdichtet. Aufgrund der durch die Sanierungen erzielten hohen Wärmeeinsparungen, erreicht die Fernwärme im 2030 einen Anteil von 95%.

#### Strom:

- Die Einsparpotenziale (Licht- und Kraft) werden bis 2050 umgesetzt. Daraus ergibt sich eine Minderung des Stromverbrauchs von ca. 15% bis 2030. Durch Bevölkerungszuwachs reduziert sich der Rückgang des Stromverbrauchs im Jahr 2030 auf etwa 10% (absolut).
- Der Anteil der heimischen Stromerzeugung steigt deutlich. Der PV-Zubau beträgt auf Dachflächen 400 kW<sub>p</sub> pro Jahr (ca. 3.200 m<sup>2</sup> PV-Fläche). Zusätzlich werden bis 2030 Freiflächenanlagen mit insgesamt 4 GWh/a installiert. Damit steigt die Stromerzeugung aus PV-Anlagen von heute ca. 0,9 GWh bis 2030 auf ca. 12 GWh/a.
- Die Stromerzeugung der Geothermie-Anlage steigt in den kommenden Jahren aufgrund gesteigerter Verfügbarkeit und leistungsstärkerer Pumpen auf bis zu 18 GWh/a an. Mit dem Ausbau des Fernwärmenetzes sinkt die Stromproduktion bis 2030 wieder auf ca. 13 GWh/a.

#### Verkehr:

- Es wird angenommen, dass die PKW-Fahrleistung trotz Bevölkerungszuwachs bis 2030 um ca. 50% zurückgeht.
- Diese grundlegenden Annahmen und überschlägigen Berechnungen im Verkehrssektor können nur die grobe Richtung aufzeigen in die sich die Verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen entwickeln können.

## 6.4 Umsetzungsszenario 2030

Im Umsetzungsszenario 2030 sollen die Ziele des Klimaschutzszenarios so weit wie möglich umgesetzt werden.

### Wärme:

- Das Fernwärmenetz wird auf das gesamte Gemeindegebiet ausgeweitet. Das bestehende Netz wird nachverdichtet. Neubausiedlungen deren Gebäude einen geringen Wärmebedarf haben werden mit lokalem Wärmenetz und einer zentralen Wärmeübergabestation gebaut, damit ein wirtschaftlicher Anschluss an das Fernwärmenetz möglich ist. Im Zusammenspiel mit den Sanierungsarbeiten am Gebäudebestand erreicht die Fernwärme 2030 einen Deckungsanteil von ca. 80%.
- Die restlichen 20% der Wärme werden hauptsächlich durch Wärmepumpen, Biomasse und erdgasbefeuerte KWK-Anlagen erzeugt.
- Die Redundanz- und Spitzenlastsystem des Fernwärmenetz werden durch CO<sub>2</sub> neutrale Energieträger versorgt (z.B. Fernwärme aus Grünwald).
- Der Erdgasimport kann so um 75% auf ca. 25 GWh/a reduziert werden. Heizölimporte können beinahe vollständig eingestellt werden.

### Strom:

- Der Stromverbrauch kann entsprechend den Planungen der Bundesregierung um ca. 0,4% pro Jahr und Einwohner reduziert werden. Der absolute Wert bleibt für Unterhaching aufgrund des Bevölkerungswachstums annähernd konstant.
- Die Stromerzeugung der Geothermie-Anlage steigt in den kommenden Jahren aufgrund gesteigerter Verfügbarkeit und leistungsstärkerer Pumpen auf bis zu 18 GWh/a an. Mit dem Ausbau des Fernwärmenetzes sinkt die Stromproduktion bis 2030 wieder auf ca. 13 GWh/a.
- Der durchschnittliche PV-Zubau auf Dachflächen beträgt bis 2030 ca. 250 kW<sub>p</sub>/a. Um diesen Wert zu erreichen setzt die Bürger-Energie-Unterhaching konsequent PV-Projekte in den kommenden Jahren um.
- Bis 2030 entstehen auf einer Flächen von ca. 2 ha PV-Freiflächenanlagen und produzieren pro Jahr 0,8 GWh elektrische Energie.
- Insgesamt kann der Stromimport von 80 GWh/a auf ca. 60 GWh/a reduziert werden.

### Verkehr:

- Die PKW-Fahrleistung (pro Kopf) reduziert sich zwischen 2010 und 2030 um 20%. Durch den Bevölkerungszuwachs sinkt die absolute PKW-Fahrleistung um knapp 5%.

## 7 MAßNAHMENEMPFEHLUNGEN

### 7.1 Liste der wichtigsten Maßnahmen (TOP)

Die folgende Liste enthält Maßnahmen die in enger Abstimmung mit der Gemeinde Unterhaching als besonders vielversprechend angesehen werden. Bei der Umsetzung dieser priorisierten Maßnahmen übernimmt die Gemeinde eine Führungsrolle.

Steckbriefe mit näheren Details und Vorschlägen zu den **TOP Maßnahmen** sind in Anhang 4 zu finden.

- *Einrichtung einer Stabsstelle „Energie- und Klimaschutz“ (~ 60.000 €/a)*
- *Beibehaltung des Energiemanagements kommunaler Gebäude*
- *Erstellung eines jährlichen Energieberichts (intern und öffentlich)*
- *Mitgliedschaft im Klimabündnis der Städte oder Konvent der Bürgermeister*
- *Erstellung von verbindlichen Energieleitlinien (städtebaulich, für kommunale Neubauten und Sanierungen, für kommunales Beschaffungswesen)*
- *Planung und Errichtung eines Energieparks*
- *Steigerung der Attraktivität des ÖPNV*
- *Durchführung von 50/50-Projekte an Schulen, Kindergärten und in kommunalen Liegenschaften*
- *Anregung und Unterstützung eines Fußbusses und Fahrgemeinschaften für Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen*
- *Erstellung eines Sanierungsfahrplans für kommunale Liegenschaften*
- *Sanierung der Hachinga Halle*
- *Einrichtung eines Energietags der Gemeinde in Zusammenarbeit mit Unterhachinger Firmen (Umwelttag)*
- *Initiierung und Begleitung von Ökoproofit für Unternehmen in Unterhaching*

## 7.2 Liste der empfohlenen Maßnahmen

Zusätzlich zu den in Abschnitt 7.1 gelisteten TOP-Maßnahmen wurden weitere vielversprechende Maßnahmen gesammelt. Alle Maßnahmen sind im Folgenden in die Kategorien „Strukturell“, „Öffentlichkeitsarbeit“, „Kommunaler Bereich“, „Private Haushalte“, „GHD“ und „Mobilität/Verkehr“ aufgeteilt. Zusätzlich wird noch zwischen „Nicht investiv“ (bis ca. 5.000 €), „Gering investiv“ (ca. 5.000 € bis ca. 40.000 €) und „Kostenintensiv“ (ab ca. 40.000 €) unterschieden. Einige Maßnahmen können nicht eindeutig einer Kategorie und Kostenklasse zugeordnet werden. Die Maßnahmen wurden dann entsprechend ihrem Schwerpunkt zugeordnet, können sich aber auch auf andere Kategorien erstrecken. Unter 7.2.1 sind die drei übergeordneten zentralen Maßnahmen „Stabsstelle Energie- und Klimaschutz“, „Beibehaltung des Energiemanagements kommunaler Gebäude“ und „Regelmäßiger Energiebericht“ aufgeführt, die für eine erfolgreiche Umsetzung des Klimaschutzkonzepts unerlässlich sind. Eine Kurzbeschreibung der Maßnahmen befindet sich in Anhang 4.

### 7.2.1 Übergeordnete zentrale Maßnahmen

- *Einrichtung einer Stabsstelle „Energie- und Klimaschutz“ (TOP) (~ 60.000 €/a)*
- *Beibehaltung des Energiemanagements kommunaler Gebäude (TOP)*
- *Erstellung eines jährlichen Energieberichts (intern und öffentlich) (TOP)*

### 7.2.2 Strukturelle Maßnahmen

#### Nicht investiv

- *Erstellung von verbindlichen städtebauliche Energieleitlinien (TOP)*
- *Identifikation potenzieller Sanierungsschwerpunkte*

#### Gering investiv

- *Erstellung und aktive Nutzung eines Solarkatasters*
- *Umsichtiger Ausbau von verkehrsberuhigten Zonen (kann je nach Umfang der Maßnahme auch kostenintensiv sein)*

#### Kostenintensiv

- *Erstellung eines Verkehrs- und Mobilitätskonzeptes in Koordination mit übergeordneten Verwaltungsebenen (LRA / Regionalplanungsverband München)*
- *Individualisiertes Marketing zur Stärkung des Umweltverbundes*
- *Intracting*

### 7.2.3 Öffentlichkeitsarbeit

#### Nicht investiv

- *Mitgliedschaft im Klimabündnis der Städte oder Konvent der Bürgermeister (TOP)*
- *Veröffentlichung bisheriger Maßnahmen / Erfolge*

#### Gering investiv

- *Energietag der Gemeinde in Zusammenarbeit mit Unterhachinger Firmen (Umwelttag)(TOP)*
- *Ortspartnerschaften für Klimaschutzprojekte nutzen*

#### Kostenintensiv

- *Planung und Errichtung eines Energieparks (TOP)*

### 7.2.4 Kommunalen Bereich

#### Nicht investiv

- *Energieleitlinien / Betriebskonzepte für kommunale Neubauten und Sanierungen (TOP)*
- *Erstellung eines Sanierungsfahrplans für kommunale Liegenschaften (TOP)*
- *Umstellung auf regenerativen Strombezug*
- *Konzessionsverhandlungen langfristig vorbereiten*
- *Durchführung von 50/50-Projekten in Schulen, Kindergärten und kommunalen Liegenschaften (TOP)*
- *Dienst-Pedelec*
- *ÖPNV-Anreize für Mitarbeiter*

#### Gering investiv

- *Verbrauchsampel im Foyer von Schulen und öffentlichen Gebäuden*
- *Nord-Süd-Projekt Kooperationen*

#### Kostenintensiv

- *Sanierung der Hachinga Halle (TOP)*
- *Optimierung der Straßenbeleuchtung*

## 7.2.5 Private Haushalte

### Nicht investiv

- *Informationsveranstaltungen auf Eigentümerversammlungen*
- *Informationsmaterial für Neubürger vervollständigen (Energie)*

### Gering investiv

- *Progressive Förderberatung*
- *Energiesparwettbewerbe und Preisverleihungen*

## 7.2.6 Gewerbe-, Handel-, Dienstleistungen (GHD)

### Nicht investiv

- *Informationsveranstaltungen / Gewerbeabende*
- *Firmen für den Klimaschutz*

### Gering investiv

- *Initiierung und Begleitung von Ökoprotit für Unternehmen in Unterhaching (TOP)*
- *Geothermie Unterhaching: Nachverdichtung des Fernwärmenetzes*
- *Anreize für Umstieg auf regenerative Energieträger (FW-Konkurrenz beachten) („White List“)*

### Kostenintensiv

- *Geothermie Unterhaching: Substitution des Fernwärme-Druckhaltekkessels*
- *Geothermie Unterhaching: Geothermie Anbindung Grünwald und Substitution des Fernwärme-Redundanzölkessels*
- *BEU-Projekt: PV-Anlage auf der Schule am Sportpark (~125 kW<sub>e</sub>) (April / Mai 2013)*
- *BEU-Projekt: PV-Anlage auf dem Gymnasium (zweite Jahreshälfte 2013)*
- *BEU-Projekt: PV-Freiflächenanlage entlang der Autobahn (~600 kW) (2013)*
- *BEU-Projekt: Windkraftanlage Bürgerbeteiligungsprojekt mit anderen Energiegemeinschaften*
- *BEU-Projekt: Stromspeicherung*
- *Geothermie Unterhaching: Erweiterung der Stromerzeugung, Effizienzsteigerung der Förderpumpe, Steigerung der Verfügbarkeit der Kalina-Anlage*

- *Geothermie Unterhaching: Gebäudeklimatisierung mit Absorptionswärmepumpe (z.B. Bücherei)*
- *Geothermie Unterhaching: Verstärkte Nutzung des Fernwärmerücklaufs*
- *PV-Überdachung von Parkplätzen (z.B. am Rathaus)*

### 7.2.7 Mobilität/Verkehr

- *Steigerung der Attraktivität des ÖPNV (TOP)*
- *Fußbus und Fahrgemeinschaften für Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen (TOP)*
- *Fahrradstation in Bahnhofsnähe (Abstimmung mit AG Rad)*
- *Mobilitätsdienstleistungen im Wohnbereich*
- *Betriebliches Mobilitätsmanagement*
- *Mobilitätskompass im Internet*

## 7.3 Bereits durchgeführte Maßnahmen

### Geothermie Unterhaching

Die Gemeinde Unterhaching war die erste Gemeinde in Deutschland, die mit mehr als 1 MW Leistung, nämlich mit 3,4 MW, geothermische Wärme zur Stromerzeugung nutzt. Insbesondere wurde hier erstmals in Deutschland der sog. Kalinaprozess genutzt, der bei den geringen Temperaturen einen höheren Wirkungsgrad erreicht. Damit übernahm Unterhaching über einige Jahre eine Pilotfunktion in der Erschließung geothermischer Potenziale in Bayern und darüber hinaus. Doch vor allem wird mit der geothermischen Anlage Wärme zur Beheizung der Wohn- und Gewerbeflächen in der Kommune bereitgestellt. Rein rechnerisch beträgt die dadurch eingesparte CO<sub>2</sub>-Menge (2007 - 2011) ca. 55.000 t netto bzw. 83.000 t brutto.

### Gründung der Bürger-Energie Unterhaching (BEU)

Im Jahr 2012 beteiligte sich die Gemeinde auch in der Bürgergenossenschaft „Bürger-Energie Unterhaching“. Diese hat bisher zwei große PV-Anlagen (44 kW<sub>p</sub> Kubiz, 26,6 kW<sub>p</sub> Freibad) errichtet. Weitere Anlagen sind in Planung: entlang der Autobahn und zwei Anlagen auf Schuldächern.

### Kommunales Energiemanagement

Ein Energiemanagement für kommunale Gebäude wurde eingeführt (März 2012).

### Energieeinsparungen in kommunalen Gebäuden

Erste Einsparserfolge des kommunalen Energiemanagements zeichnen sich bereits ab (z.B. Temperaturabsenkung im Freibad um 1°C; LED Beleuchtung im KUBIZ), einige Einsparpotenziale konnten bereits identifiziert werden, (z.B. Sanierungsdringlichkeit der Hachinga Halle).

### Anschluss kommunaler Gebäude an das Fernwärmenetz

Die Gemeinde hat bis auf die Kinderkrippe St. Alto und das Verwaltungsgebäude des Friedhofs alle Liegenschaften ans FW-Netz angeschlossen.

### **Förderprogramme Unterhaching**

"Förderprogramm zur Energieeinsparung und Verbesserung der Luftqualität" (Wärmedämmung, thermische Solaranlagen, Passivhaus, Sondermaßnahmen, Austausch von Heizungspumpen, Hydraulischer Abgleich, Stromsparförderung). Ausgeschlossen sind Holzpelletheizungen wegen Feinstaubbelastung.

### **Information und Schulung zum Thema Energieeinsparung / Effizienz**

Regelmäßige Schulungen der Hausmeister (kommunale Gebäude) im Herbst / Winter; Gemeinde gibt Informationen zu Beratungsstellen und weiteren Förderprogrammen heraus; Gemeinde bietet einmal im Monat eine kostenlose Energiesprechstunde für Unterhachinger Bürger und ansässige Unternehmen an; Kooperation mit der Firma Wallner Energietechnik GmbH; Gemeinde gibt weitere Informationen über das Gemeindejournal heraus.

### **Verkehrsberuhigte Zonen**

Unterhaching hat bereits in den 1980er Jahren den zentralen Bereich zwischen S-Bahn Station, Rathaus und den umliegenden Wohnblöcken autofrei gestaltet. Des Weiteren wurde eine verkehrsberuhigte Zone südlich der Ottobrunner Straße eingerichtet. Mit diesen Maßnahmen kommt Unterhaching auch hier eine Vorreiterrolle in Deutschland zu.

### **SIMLA-Mitgliedschaft**

Die Gemeinde Unterhaching ist Gründungsmitglied der im Jahr 1995 gegründeten Solarinitiative München Land (SIMLA), die sich für eine offensive Nutzung der regenerativen Potenziale im Landkreis einsetzt und viele Informationsveranstaltungen durchführt.

### **Städtebauliches Leitbild**

Hohe Bebauungsdichte im Kernbereich

## 8 CONTROLLING

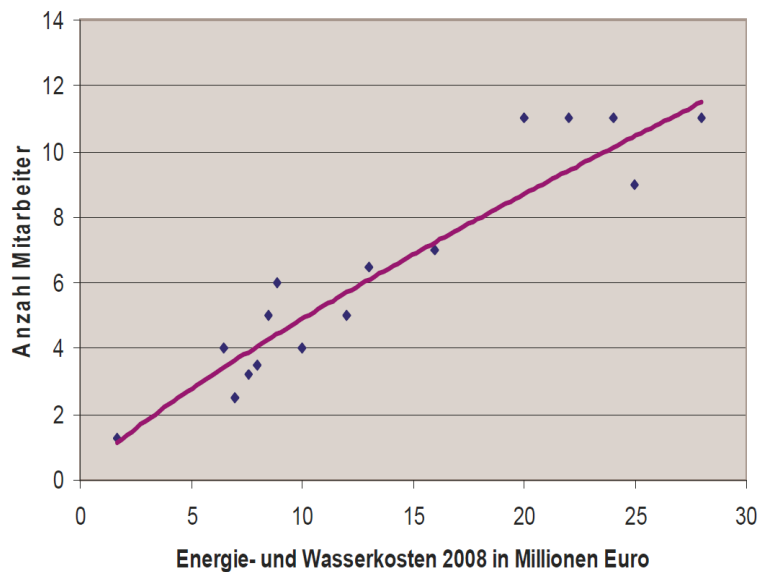
Im Folgenden werden Ideen und mögliche Schwerpunkte für eine kontinuierliche Überprüfung des Energieverbrauchs, der CO<sub>2</sub>-Emissionen und eines Maßnahmencontrollings vorgestellt.

Für eine kontinuierliche Weiterführung des Controllings (wie auch der Öffentlichkeitsarbeit) sind die Benennung von Verantwortlichkeiten, eine Koordination von Seiten der Gemeinde (z.B. Klimaschutzmanager) wie auch die regelmäßige Erstellung eines Energie-, Klimaschutzberichts von zentraler Bedeutung.

Das kommunale Energiemanagement umfasst mehr als nur die Erfassung und Überwachung der Energie- und Wasserverbrauchsdaten der kommunalen Gebäude. Aber dennoch ist dieses der zentrale Baustein. Wer den Verbrauch der eigenen Gebäude kennt und über die Jahre beobachtet, der kann eine sinnvolle Priorisierung von baulichen Maßnahmen vornehmen. Die verbrauchsrelevanten Zählerstände sollten elektronisch abgefragt und an eine zentrale Stelle übermittelt werden. Anhand dieser Daten können für die erfassten Gebäude Energieausweise und verschiedenste Kennwerte einfach und kostengünstig durch die Gemeinde selbst erstellt und anschließend veröffentlicht werden.

Viele Städte und größere Gemeinden leisten sich (v.a. in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, aber auch in Augsburg, Nürnberg, u.v.m.) eine eigene Abteilung, die je 25.000 Einwohner eine Person in Vollzeit beschäftigt. Die Stadt Stuttgart hat dieses in den 1970er Jahren eingeführt und beschäftigt heute mehr als 20 Mitarbeiter. Die Stadt Rastatt (weniger als 50.000 Einwohner) hat nach Einführung des Managementsystems im Jahr 2000 innerhalb von 4 Jahren Energie- und Wasserbezugskosten von rd. 1 Mio. Euro eingespart. Typisch sind jährliche Energie- und Wasserkosteneinsparungen von 10-20% der Verbrauchskosten.

Den Empfehlungen des Arbeitskreises Energieeinsparung des Deutschen Städtetags folgend sollte das Energiemanagement in Eigenregie der Stadt/Gemeinde betrieben werden und eine Auslagerung bzw. Fremdvergabe vermieden werden, obwohl dieser Service von Energieagenturen (vor allem für kleinere Gemeinden) angeboten wird. Abbildung 37 liefert hierzu Kenn- und Erfahrungswerte verschiedener deutscher Gemeinden und Städte.



**Abbildung 37: Personalbestand des Energiemanagements in verschiedenen Städten in Abhängigkeit der jährlichen Energie- und Wasserkosten [Dst 2010]**

## 8.1 Controlling-Elemente

Das regelmäßige Überprüfen des aktuellen Energieverbrauchs, der Energieimporte und der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde Unterhaching sollen über einen bloßen Vergleich des Ist- und Soll-Zustandes hinausgehen. Ein sogenanntes „Controlling“ dient als Steuerungs- und Koordinierungsinstrument und liefert Informationen zur Entscheidungsfindung und zielgerichteten (Nach-) Steuerung.



**Abbildung 38: Controlling und Klimaschutzmanagement- Kreislauf [Difu 2011]**

Ein systematisches und routinemäßiges Erfassen von Verbrauchsdaten und Kennwerten sowie die Analyse von Trends und Erfahrungen bei der (Teil-) Umsetzung von Maßnahmen (auch zur Information und Motivation von Bürgern) bietet den lokalen Akteuren die Möglichkeit, Fortschritte aber auch Fehlentwicklungen zu erkennen und rechtzeitig gegensteuern zu können.

Im Folgenden werden drei wesentliche Elemente des Controllings aufgezeigt.

- Das regelmäßige Überprüfen der **kommunalen Liegenschaften** hinsichtlich des Energieverbrauchs und der hierdurch direkt und indirekt verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Je zeitnäher die Daten erfasst und beobachtet werden, desto schneller können notwendige Reparaturen erkannt und Fehlregelungen behoben werden. Dies führt zu einer entsprechenden Kosteneinsparung.
- Die **Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gemeinde Unterhaching**, absolut und bezogen auf einen Einwohner, als wesentlicher Indikator für die Gesamtentwicklung. Gute Vergleichsmöglichkeiten sind hier ggf. durch zukünftige, regelmäßige Erhebungen anderer Gemeinden als Folge des Landkreiskonzepts gegeben.
- Die regelmäßige Überprüfung des Erfolgs von durchgeführten Einzelmaßnahmen im Rahmen eines **Maßnahmencontrollings**.

#### 8.1.1 Kommunale Liegenschaften

Die detaillierte und regelmäßige Erfassung des Wärme- und Stromverbrauchs (sowie im besten Fall auch des Wasserverbrauchs) jedes kommunalen Gebäudes bildet die Grundlage des Controllings und ist für einen wirtschaftlichen Betrieb unverzichtbar. Grundsätzlich bietet hier eine lückenlose Verbrauchserfassung auf Monatsbasis deutliche Vorteile gegenüber einer jährlichen Erfassung. Maßnahmen können besser quantifiziert und Fehlentwicklungen schneller erkannt werden. Sinnvollerweise werden die entsprechenden Hausmeister für die Verbrauchserfassung (Ablesen von Zählerständen) und Regelung geschult und in die Aktivitäten eingebunden. Das schafft einerseits Verantwortlichkeit und andererseits Verständnis. Durch einen Austausch, beispielsweise in regelmäßigen Treffen, kann die individuelle Motivation bei den Beteiligten gefördert werden sowie Tipps und Erfahrungen ausgetauscht werden. Eine optimale Verbrauchsüberwachung wird durch Automatisierung der Gebäudedatenübermittlung erreicht. Hierzu können die Zählerstände automatisch durch Aufschaltung der Zähler auf Datenfernübertragungssysteme (DDC-Anlagen, Gebäudeleittechnik, Datenlogger) abgefragt, aufgezeichnet und an die zuständige Stelle übermittelt werden. Weitere Empfehlungen liefern auch hier die Hinweise zum kommunalen Energiemanagement des Deutschen Städtetags vom September 2008 [DSt 2008].

### Empfehlung der Verbrauchserfassungsintervalle des Arbeitskreises Energieeinsparung des Deutschen Städtetags

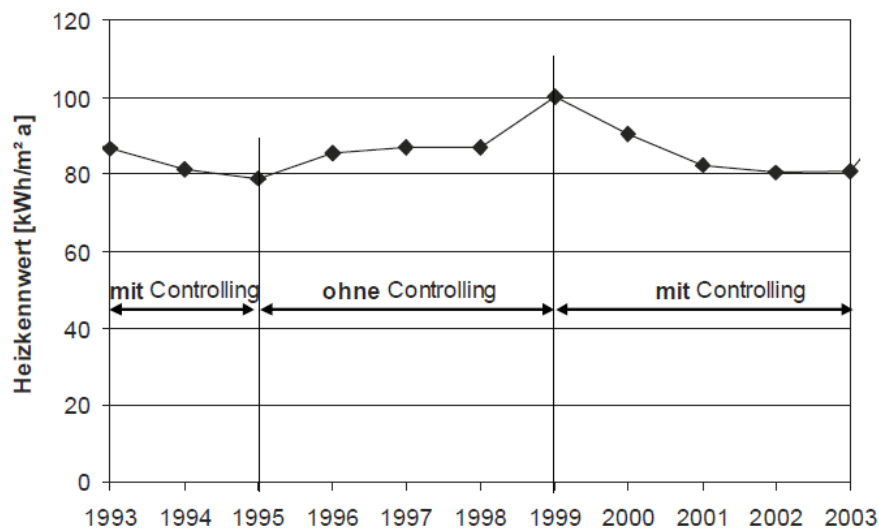
Die Verbrauchsdaten sind bei großen Liegenschaften bis zu tagesgenau, bei üblichen Schul- oder Verwaltungsgebäuden wochengenau, für kleinere Gebäude monatlich erforderlich, um Fehlentwicklungen rechtzeitig erkennen und korrigieren zu können.

In der Fachliteratur werden folgende Verbrauchserfassungsintervalle, abhängig von der Leistung der Wärmeversorgungsanlage genannt:

- bis 200 kW monatlich
- bis 3.000 kW wöchentlich
- über 3.000 kW täglich

Quelle: [Dst 2008]

Abbildung 39 zeigt am Beispiel einer Schule in Stuttgart den Einfluss des Verbrauchscontrolling auf den jährlichen Heizenergiebedarf (witterungsbereinigt).

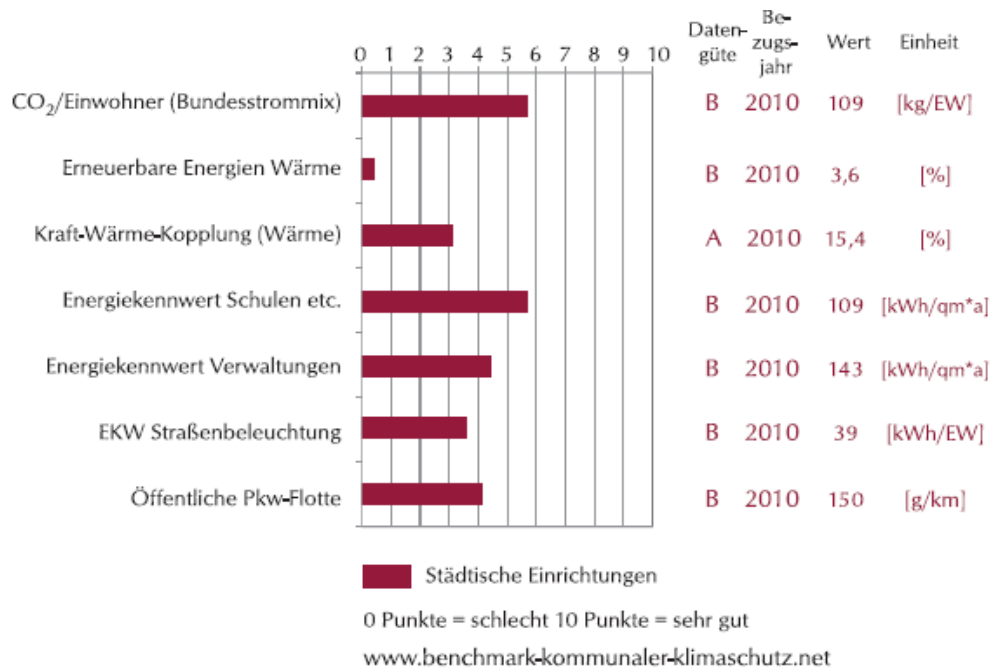


**Abbildung 39: Beispiel Witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch an einer Stuttgarter Schule mit und ohne Verbrauchscontrolling [Dst 2008]**

Neben den absoluten und spezifischen Endenergieverbräuchen einzelner Gebäude und Gebäudegruppen ist es sinnvoll, für kommunale Liegenschaften zusätzlich folgende Werte zu ermitteln:

- Anteil erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich
- Anteil der Fernwärme (Geothermie) an Gesamtwärme
- Energiekostenentwicklung
- Sanierungsplan kommunaler Gebäude

Im Rahmen des „Benchmark Kommunal Klimaschutz“ werden für städtische Einrichtungen typische Vergleichswerte und Kennwerte ermittelt. Abbildung 40 zeigt zum Beispiel durchschnittliche Kennwerte der Bundesrepublik Deutschland. Neben spezifischen und absoluten Kennwerten werden Punkte von 0 (schlecht) bis 10 (sehr gut) vergeben. Weitere Detaillierungen und Informationen sind unter: [www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.net](http://www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.net) zu finden.



**Abbildung 40: Beispiel für Kennwerte städtischer Einrichtungen [Difu 2011]**

Im Rahmen der Erstellung des integrierten Energie-, und Klimaschutzkonzepts für die Gemeinde Unterhaching wurde der Energieverbrauch der kommunalen Gebäude erfasst. Dabei wurden Gebäude gleicher Art und Nutzung mit Hilfe von Energieverbrauchskennwerten (Heizenergie- und Stromverbrauch) miteinander verglichen (siehe auch Kapitel 5.1.1). Anhand eines spezifischen Energieverbrauchskennwerts kann der Energieverbrauch der einzelnen Gebäude im Verhältnis zueinander und zum Vergleichswert (z.B. EnEV 2009) (Mittel-und/oder Richtwerten nach VDI 3807<sup>15</sup>) beurteilt werden. Dies gibt eine Orientierung, inwieweit Energiesparmaßnahmen sinnvoll sind. Bei einer periodischen Beurteilung können Verbrauchsunregelmäßigkeiten, die Ergebnisse von durchgeführten Energiesparmaßnahmen und eventuelle Nutzungsänderungen festgestellt werden.

<sup>15</sup> Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI-Richtlinie) 3807, Blatt 1: Energieverbrauchskennwerte für Gebäude, Grundlagen, Juni 1994

Eine weitere Vergleichsmöglichkeit ist die zentrale Zusammenfassung und Auswertung nach den Verbrauchskennwerten des Energieausweises für die einzelnen Liegenschaften der Gemeinde.

Hier können die Gebäude entsprechend ihren Verbrauchswerten einzelnen Klassenlabels (z.B. Effizienzklassen A, B, C, D, E, F, G, ähnlich wie bereits bei Haushaltsgeräten eingeführt) einfach zugeordnet und bewertet werden (siehe Vergleichswerte im Anhang<sup>16</sup>).

Ein gutes Beispiel dafür bietet das Hochbauamt der Stadt Frankfurt, das für die ca. 1.000 städtisch genutzten Liegenschaften ein Energiemanagement betreibt und die Daten dazu im Internet veröffentlicht. Das Beispiel in Abbildung 41 zeigt den Energieverbrauchsausweis des Gebäudes des Hochbauamts der Stadt Frankfurt a.M.

 STADT FRANKFURT AM MAIN

 Hochbauamt  
Energiemanagement

## Energieverbrauchsausweis

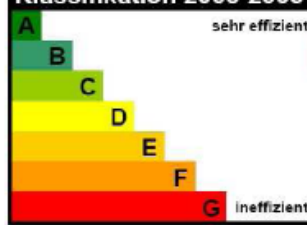
### Hochbauamt, Gerbermühlstraße 48

| Nutzung                   |  | Bezugsgröße           |                  | Anteil |
|---------------------------|--|-----------------------|------------------|--------|
| Verwaltungsgebäude        |  | 9.711 m <sup>2</sup>  | Nettogrundfläche | 97%    |
| Verpflegungseinrichtungen |  | 350 m <sup>2</sup>    | Nettogrundfläche | 3%     |
| Summe                     |  | 10.061 m <sup>2</sup> | Nettogrundfläche | 100%   |

| Verbrauch |      | Wärme                                | Strom                                  | Wasser                              |
|-----------|------|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| Verbrauch | 2003 | 75 <small>kWh/m<sup>2</sup>a</small> | 35,5 <small>kWh/m<sup>2</sup>a</small> | 205 <small>l/m<sup>2</sup>a</small> |
| Verbrauch | 2004 | 69 <small>kWh/m<sup>2</sup>a</small> | 40,1 <small>kWh/m<sup>2</sup>a</small> | 228 <small>l/m<sup>2</sup>a</small> |
| Verbrauch | 2005 | 77 <small>kWh/m<sup>2</sup>a</small> | 40,7 <small>kWh/m<sup>2</sup>a</small> | 239 <small>l/m<sup>2</sup>a</small> |

| Klassifikation 2003-2005                                                            |   | Wärme     | Strom       | Wasser    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|-------------|-----------|
|  | A | 0 - 75    | 0 - 14,3    | 0 - 101   |
|                                                                                     | B | 77 - 95   | 14,4 - 20,0 | 102 - 146 |
|                                                                                     | C | 96 - 112  | 20,1 - 25,8 | 147 - 189 |
|                                                                                     | D | 113 - 130 | 25,9 - 32,4 | 190 - 235 |
|                                                                                     | E | 131 - 153 | 32,5 - 41,1 | 236 - 294 |
|                                                                                     | F | 154 - 194 | 41,2 - 55,9 | 295 - 397 |
|                                                                                     | G | 195 -     | 56,0 -      | 398 -     |

| Kosten 2005 |  | 35.582 € | 61.549 € | 9.230 € |
|-------------|--|----------|----------|---------|
|-------------|--|----------|----------|---------|

Abbildung 41: Beispiel: Klassenlabel Energieausweis

Das Energiemanagement des Frankfurter Hochbauamts ist dazu in die Bereiche Energiecontrolling, Betriebsoptimierung und Investive Maßnahmen strukturiert. Abbildung 42 zeigt die Aufgaben des Energiemanagements der Stadt Frankfurt am Main.

Auch wenn eine Gemeinde sicher nicht den personellen Aufwand von Stuttgart oder Frankfurt betreiben kann, so dürfte für Unterhaching mit ca. 23.000 (~ 26.800 im Jahr

<sup>16</sup> Siehe auch Excel-Tabelle auf der Website der Stadt Frankfurt a.M.: <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweis-Frankfurt.xls>

2030) Einwohnern ein Personalaufwand von einer Vollzeitstelle angemessen sein und in der Nettobilanz zu Kosteneinsparungen führen.

STADT FRANKFURT AM MAIN

Hochbauamt  
Frankfurt am Main

### Aufgaben der Stadt Frankfurt a.M. im Bereich Energiemanagement

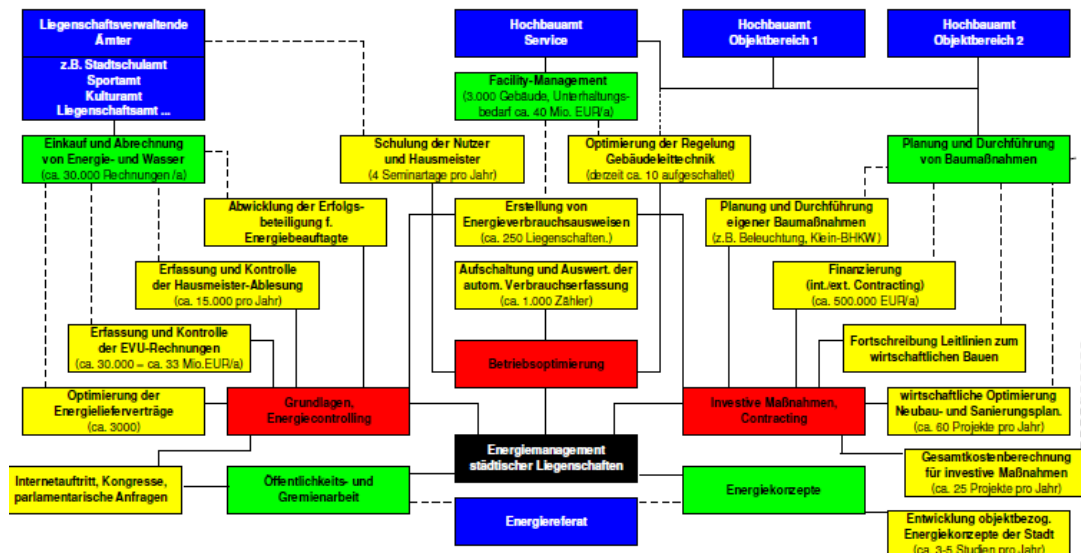


Abbildung 42: Beispiel: Energiemanagement der Stadt Frankfurt a.M. [Frankfurt 2012]

Ähnlich zu Haushaltsgeräten können die Effizienzklassen noch erweitert werden. In Österreich werden beispielsweise die Effizienzklassen für Gebäude gegenüber deutschen Standards sogar deutlich verschärft ausgewiesen, wie Abbildung 43 zeigt.

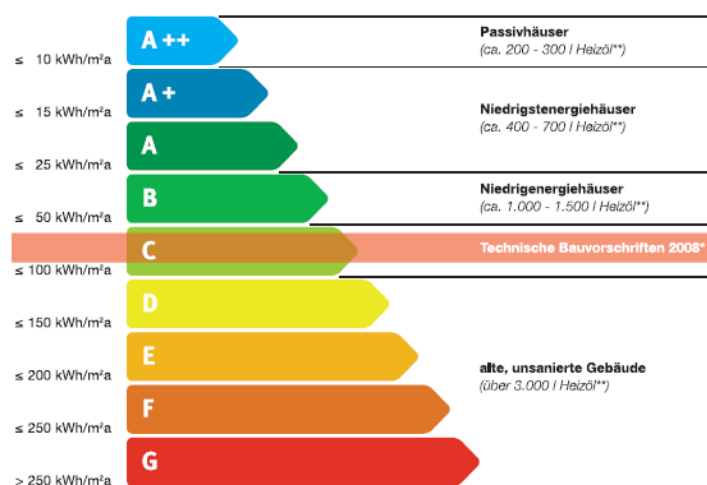


Abbildung 43: Beispiel: Effizienzklassen für den Heizwärmebedarf von Wohngebäuden in kWh/m²/a [Tirol A++ 2008]

### 8.1.2 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gemeinde Unterhaching

Die Fortführung der Energiebilanz der Gemeinde Unterhaching gegliedert nach einzelnen Sektoren (Gewerbe/Handel/Dienstleistung, private Haushalte, Kommune) ermöglicht es, positive und negative Entwicklungen systematisch zu erfassen und zu erkennen. Dies dient der verwaltungsinternen Sensibilisierung für notwendige Maßnahmen und der Darstellung von bereits erreichten Erfolgen. Außerdem lassen sich diese Ergebnisse wirkungsvoll in der Öffentlichkeitsarbeit nutzen.

Ein zentrales Instrument des Controllings (und gleichzeitig der Öffentlichkeitsarbeit) ist dabei die regelmäßige Erstellung eines Energie- und Klimaschutzberichts. Dazu ist es notwendig die Verantwortlichkeiten und die benötigten Ressourcen für diese Arbeiten innerhalb der Gemeindeverwaltung festzulegen. Es wird empfohlen, einen Klimaschutzmanager einzuplanen, damit dieser die Arbeiten koordiniert und organisiert. Neben den von der Gemeinde selbst erfassten Daten können beispielsweise auch Daten der Geothermie Unterhaching (Stromproduktion und Wärmeabsatz) oder der Bürger-Energie Unterhaching (durchgeführte und geplante Projekte) in den Bericht einfließen.

Im Folgenden wird empfohlen, bei der Erstellung eines Energie- und Klimaschutzberichts zwischen einem internen (jährlich erstellten) und einem öffentlichen (regelmäßig erstellten) zu unterscheiden, siehe grundsätzliches Schema in Abbildung 44.

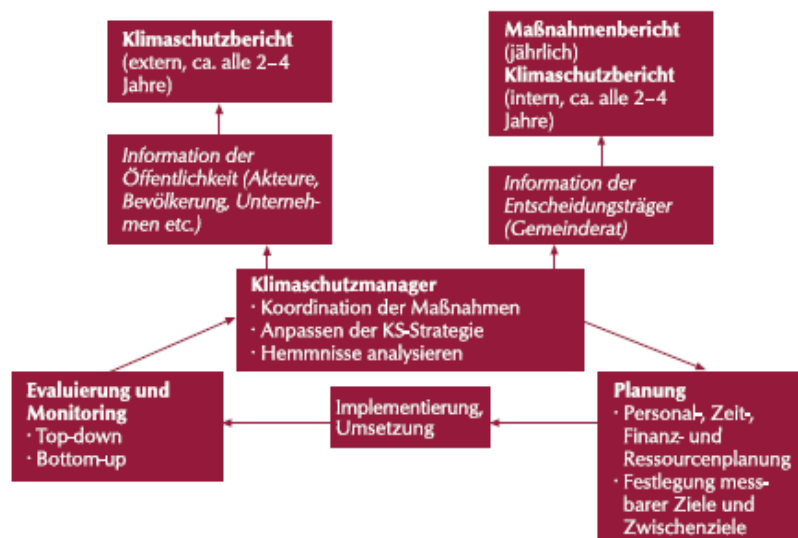


Abbildung 44: Übersicht kommunale Klimaschutz-Controlling [Difu 2011]

#### a) Fortschreibbare Energie- und Klimabilanz

Um verschiedene Energieträger, Sektoren und Technologien untereinander vergleichbar zu machen und auch Nichtfachleuten einen anschaulichen Indikator kommunizieren zu können, wird berechnet welche Menge an CO<sub>2</sub> bei der Bereitstellung von Strom und

Wärme emittiert wird. Die errechnete Menge an ausgestoßenem CO<sub>2</sub> ist dabei u.a. von der Wahl des zur Berechnung verwendeten Emissionsfaktors abhängig. Um aussagekräftige Werte berechnen zu können sollten stets aktuelle Emissionsfaktoren verwendet werden. Aktuelle Emissionsfaktoren können verschiedenen Quellen (z.B. GEMIS, UBA) entnommen werden. Die in diesem Konzept verwendeten Emissionsfaktoren können Tabelle 4 (Seite 13) entnommen werden.

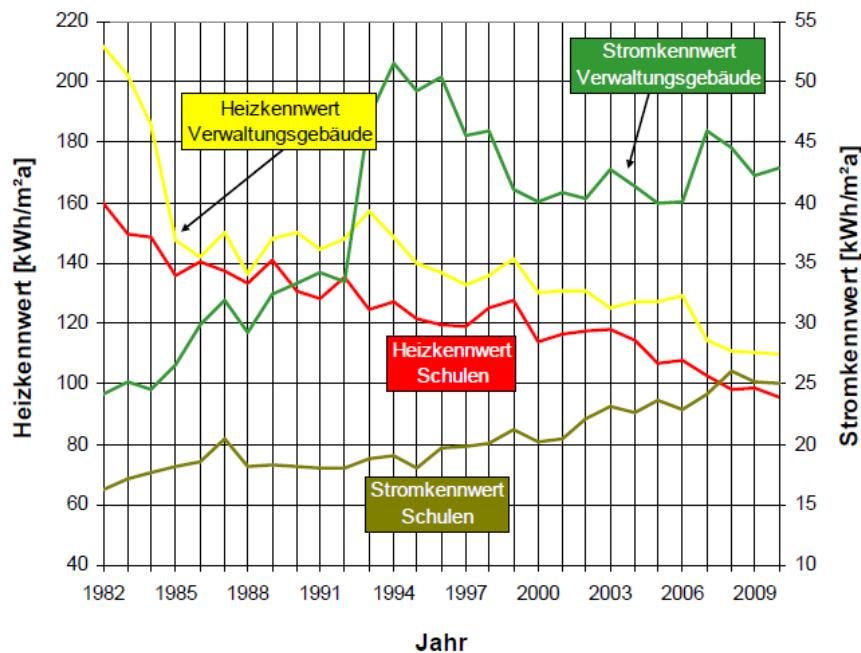
Die Wahl der Bilanzierung hat ebenfalls starken Einfluss auf das Ergebnis (vgl. Kapitel 3 - Emissionsbilanz für die Gemeinde Unterhaching). Wir schlagen für die Gesamtbetrachtung der Gemeinde Unterhaching vor, die im Klimaschutzkonzept verwendete territoriale Bilanzierung unter Berücksichtigung der Emissionen aus den Vorketten (direkte und indirekte Emissionen), weiter fortzuführen. Wird die Bilanzierungsmethode geändert, ist ein Vergleich der Ergebnisse nur noch bedingt möglich.

#### **b) Jährlicher interner Energiebericht der Gemeinde**

In einem jährlichen internen Bericht der Gemeinde sollen die wichtigsten Kennzahlen, Entwicklungen und Trends zusammengefasst und ausgewertet werden. Dieser Bericht fasst vor allem Energieverbrauchswerte und Energiekosten der kommunalen Liegenschaften zusammen.

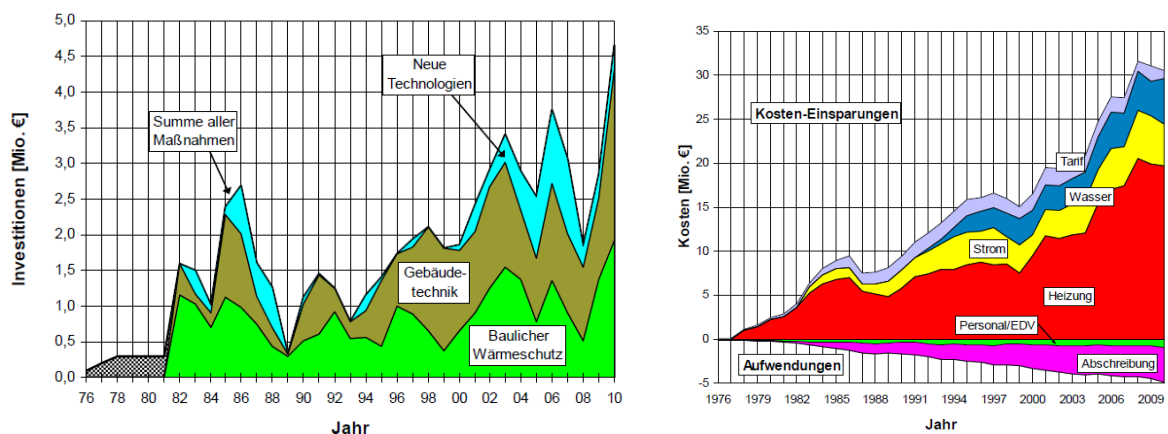
Die Grunddaten für jedes Gebäude und Fahrzeug (Strom-, Wärme-, Gasmengen, Wasserverbrauch, Kraftstoffverbräuche sowie die damit verbundenen Energiekosten) werden von der Gemeinde in einer Datei kontinuierlich fortgeführt, in einem Bericht zusammengefasst und für den Gemeinderat ausgewertet. Abbildung 45 zeigt ein Beispiel der Stadt Stuttgart, die seit zehn Jahren jährlich einen Energiebericht in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Stuttgart erstellt und veröffentlicht.

Ein Abgleich mit Kennwerten, wie z.B. EnEV, Ages Kennwertekatalog 2005 (siehe auch [www.kennwerte-online.de](http://www.kennwerte-online.de)) oder des Klimaschutzbündnisses, ermöglicht Verbesserungspotenziale zu ermitteln, zu priorisieren und gezielt zu erschließen.



**Abbildung 45: Beispiel Entwicklung der Heiz- und Stromkennwerte in Verwaltungsgebäuden und Schulen der Stadt Stuttgart [Stuttgart 2010]**

Neben der Auswertung dieser Kennwerte können durchgeführte Sanierungsmaßnahmen, anstehende Arbeiten bzw. neu zu planende Sanierungsmaßnahmen und Ausgaben aufgezeigt werden und ein Kosten-Nutzen Vergleich durchgeführt werden. Ein Beispiel liefert auch hierfür der Bericht der Stadt Stuttgart, siehe Abbildung 46.



**Abbildung 46: Beispiel der Stadt Stuttgart: Aufwendung und geschätzte Kosten-Einsparungen durch getätigte Investitionen in Maßnahmen [Stuttgart 2010]**

### c) Erstellung eines öffentlichen Energie- und Klimaschutzberichts der Gemeinde Unterhaching

Ein Energie- und Klimaschutzbericht für die Öffentlichkeit sollte in regelmäßigen Abständen erstellt werden. Dieser Bericht sollte einen Überblick über die klimarelevanten Bemühungen der Gemeinde geben, gesteckte und schon erreichte Ziele kurz beschreiben, einen Vergleich zu anderen Gemeinden geben und kann motivierende Vorschläge und Best-Practice-Beispiele für die Bürger enthalten.

Die wesentlichen Bestandteile des Berichts können sein:

- Zusammenfassung aller Kennwerte und ein Vergleich kommunaler Liegenschaften (Strom, Wärme, Wasser)
- Die Energiebilanz der Gemeinde Unterhaching (Aufzeigen von Fortschritten und Rückschritten); Vergleich mit Richtwerten und anderen Gemeinden im Landkreis München
- Durchgeführte und anstehende Maßnahmen
- Investitionskosten und dadurch eintretende Betriebskosteneinsparungen
- Best-Practice-Beispiele
- Zusammenfassungen von durchgeführten Terminen und Kurzfassung wichtiger Veranstaltungen (z.B. Informations- und Aktionstage, Vorträge, Tagungen etc.)
- Beschreibung der kurz-, mittel-, und langfristigen Ziele
- Beschreibung von Möglichkeiten, wie sich interessierte Bürger beteiligen können (z.B. ehrenamtlich); Kontaktdaten einschlägiger in der Gemeinde aktiver Gruppierungen
- Informationen über relevante Förderprogramme und neue Technologien
- Ausblick auf kommende Veranstaltungen, Schulungen und sonstige Aktionen

#### 8.1.3 Maßnahmencontrolling

Im Rahmen des Maßnahmencontrollings sollen die Effekte der angestoßenen oder durchgeführten Maßnahmen übersichtlich dargestellt werden. Eine detaillierte Analyse ist aufwändig und kann nur im Rahmen einer umfangreichen wissenschaftlichen Evaluierung durchgeführt werden.

Sogenannte „harte“ technische Maßnahmen können relativ gut und einfach bewertet werden, z.B. Sanierung eines kommunalen Gebäudes (Investitionen gegenüber Verbrauchsreduktionen in kWh/(m<sup>2</sup>\*a) und gegenüber der Verbrauchs- und Betriebskosten).

Bei „weichen“ Maßnahmen wie Informations- und Fortbildungskampagnen, Schaffung einer Personalstelle für einen Klimaschutzbeauftragten können die Kosten bzw. die CO<sub>2</sub>-Minderungen nicht so einfach zugeordnet werden.

Hier wird empfohlen, andere quantifizierbare Werte heran zu ziehen, wie z.B. Anzahl von Veranstaltungen, von Beratungen pro Jahr, Rückmeldungen von den Veranstaltungen, Zugriffszahlen Internetseite, Anzahl der Veröffentlichungen, Schulungen, Wettbewerben, Umfragen, Anzahl geförderter Projekte, Preisgelder, Anteil der Gebäude mit Energieausweisen, Anzahl der Car-Sharing Angebote, Fahrgastzahlen, usw..

## 8.2 Vergleichswerte: Relevante Kenngrößen & Benchmark

Die erfassten Daten und daraus berechnete Indikatoren sollen regelmäßig mit Vergleichswerten anderer Kommunen und mit Werten vorheriger Jahre verglichen werden. Ein regelmäßiger Abgleich der ermittelten Werte ermöglicht es der Gemeinde, Prioritäten für das zukünftige Handeln neu zu setzen und auftretende Schwachstellen durch die Entwicklung von konkreten Maßnahmenvorschlägen zu beheben.

Folgende typische Daten bzw. Indikatoren sollten systematisch ermittelt werden:

mit PHH = Private Haushalte, GHD = Gewerbe, Handel & Dienstleistungen

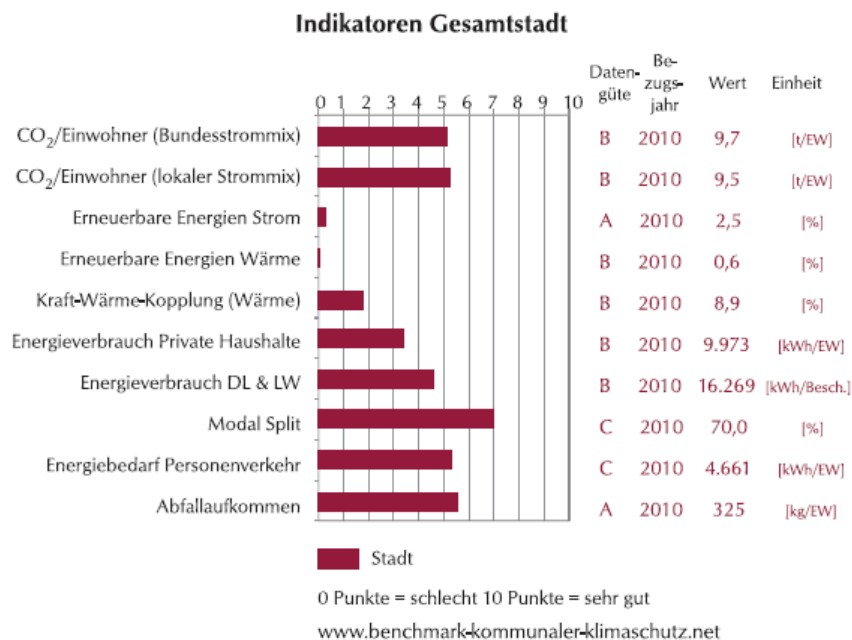
- Stromverbrauch (PHH, GHD, Kommune)
- Gasverbrauch (PHH, GHD, Kommune)
- Ölverbrauch (PHH, GHD, Kommune)
- Verbrauch Biomasse (PHH, GHD, Kommune)
- Installierte Leistung aller erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen (Photovoltaik-, Biogas-, Windkraft- und Wasserkraftanlagen)
- Abfallaufkommen
- Energieverbrauch im Verkehrssektor
- Modal Split (Zusammensetzung des Verkehrsaufkommens nach Verkehrsträgern)
- PKW-Zulassungszahlen
- CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Energiebezug und –Importe
- Anteil Fernwärme
- Anteil erneuerbarer Energien im Strom und Wärmebereich
- Einwohnerzahl

Im Folgenden werden einige Beispiele für Vergleichswerte (Benchmarks) aufgezeigt.

### Benchmark Kommunalen Klimaschutz

Im Rahmen des „Benchmark Kommunalen Klimaschutz“ werden für Städte und Gemeinden in Deutschland Vergleichswerte und Kennwerte ermittelt. Abbildung 47 zeigt zum Beispiel durchschnittliche Kennwerte der Bundesrepublik Deutschland („Gesamtstadt Deutschland“). Neben spezifischen und absoluten Kennwerten werden Punkte von 0

(schlecht) bis 10 (sehr gut) vergeben. Weitere Detaillierungen und Informationen sind unter: [www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.net](http://www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.net) zu finden.



**Abbildung 47: Beispiel für Vergleichsindikatoren (Bundesdurchschnitt)**

### Solarbundesliga

Eine weitere Vergleichsmöglichkeit bietet die von der Umwelthilfe e.V. veranstaltete Solarbundesliga ([www.solarbundesliga.de](http://www.solarbundesliga.de)). Hier kann die pro Einwohner installierte Photovoltaikleistung mit Gemeinden ähnlicher Größe verglichen werden. Auch ein Vergleich der pro Kopf installierten Solarthermie-Kollektorfläche ist möglich. Zusätzlich kann auch immer ein Vergleich mit dem Bundes- und dem Landesdurchschnitt durchgeführt werden.

Im Jahr 2011 sind auf dem Gemeindegebiet Unterhaching ca. 47 Wp/Einwohner an PV-Anlagen installiert. Damit liegt Unterhaching deutlich unter dem Durchschnitt Bayerns mit > 650 Wp/Einwohner. Die folgende Tabelle zeigt die zehn führenden Gemeinden/Städte in Deutschland mit über 20.000 bis 100.000 Einwohnern.

| Platz                                                                                                        | Stadt               | Einwohner | Wärme<br>[qm/Einwohner] | Strom<br>[Wp/Einwohner] | Bundesland          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| 1                                                                                                            | Leutkirch im Allgäu | 22.203    | 0,294                   | 1.394                   | Baden-Württemberg   |
| 2                                                                                                            | Crailsheim          | 32.597    | 0,495                   | 610                     | Baden-Württemberg   |
| 3                                                                                                            | Vreden              | 22.658    | 0,144                   | 770                     | Nordrhein-Westfalen |
| 4                                                                                                            | Wangen im Allgäu    | 27.470    | 0,198                   | 628                     | Baden-Württemberg   |
| 5                                                                                                            | Ochtrup             | 20.201    | 0,125                   | 688                     | Nordrhein-Westfalen |
| 6                                                                                                            | Stadtlohn           | 20.665    | 0,115                   | 672                     | Nordrhein-Westfalen |
| 7                                                                                                            | Schwäbisch Hall     | 37.059    | 0,203                   | 551                     | Baden-Württemberg   |
| 8                                                                                                            | Memmingen           | 41.149    | 0,167                   | 558                     | Bayern              |
| 9                                                                                                            | Schramberg          | 22.093    | 0,126                   | 548                     | Baden-Württemberg   |
| 10                                                                                                           | Versmold            | 21.338    | 0,162                   | 502                     | Nordrhein-Westfalen |
|                                                                                                              | Unterhaching        | 22.700    | 0,096                   | 47                      | Bayern              |
| Quelle: www.solarbundesliga.de - Kategorie 20.000 - 99.999 Einwohner, EEG-Anlagenregister, eigene Berechnung |                     |           |                         |                         |                     |

**Abbildung 48: Auszug aus der Tabelle der Solarbundesliga der Kategorie 20.000 bis 99.999 Einwohner und im Vergleich Unterhaching, (Stand: Anfang 2012)**

## 9 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

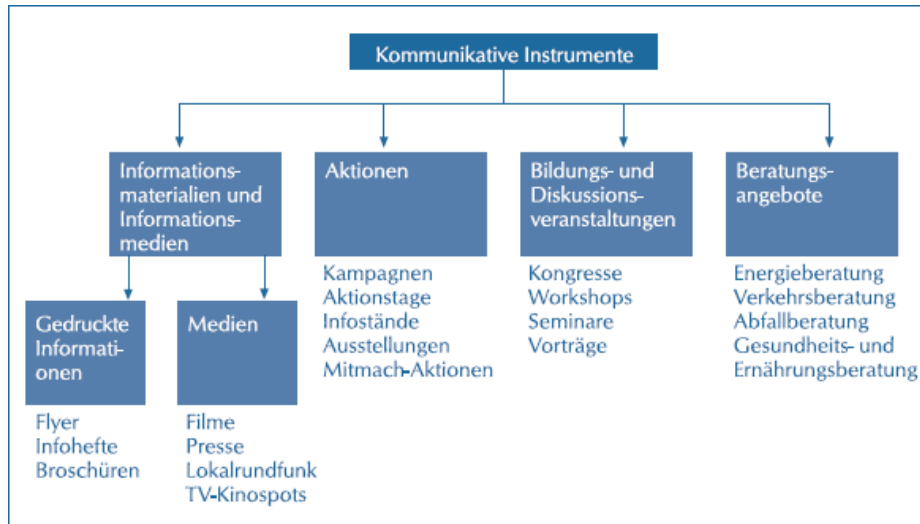
„Klimaschutz als gesellschaftliches Ziel bedarf neben planerischen, rechtlichen und technischen Maßnahmen auch einer Veränderung des menschlichen Verhaltens. Dabei geht es darum, sowohl klimaschädigendes Verhalten abzubauen, als auch klimaschützendes Verhalten zu fördern. Ohne die aktive Mitwirkung der Bevölkerung ist Klimaschutz nur begrenzt möglich. Die Bürger selbst 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.“ [Difu 2011]

Die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende, die Begrenzung der Erderwärmung und Stärkung der regionalen Strukturen bedarf großer Anstrengungen und einer hohen und breiten Beteiligung und Motivation der Bürger. Es ist dafür notwendig das Problembewusstsein, die Notwendigkeit und Dringlichkeit der Reduzierung unseres Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen zu vermitteln. Ziel ist es, durch intensive Öffentlichkeitsarbeit und Beratung den Einzelnen zum Handeln zu motivieren. Die Sanierung von Gebäuden, die effiziente Nutzung von Strom und Wärme, die Veränderung des Modal Splits sind nur ein paar Beispiele für die großen Herausforderungen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten, die ohne aufgeklärte, überzeugte und aktive Bürger nicht zu stemmen sein wird.

### 9.1 Kommunikations-Instrumente

Wie in Abbildung 49 dargestellt, gibt es verschiedenste Kommunikationsmittel und – Wege die Öffentlichkeit zu informieren, zu überzeugen, zu motivieren und in den Prozess der Energiewende einzubinden. Neben der klassischen Öffentlichkeitsarbeit durch

Presseartikel und Veröffentlichungen im Internet stellen Veranstaltungen und Beratungsangebote wichtige Grundpfeiler dar.



**Abbildung 49: Übersicht verschiedener Kommunikations-Instrumente**  
[Difu 2011]

## 9.2 Weiterführung der Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen öffentlicher Veranstaltungen (z.B. 3. Bürgerwerkstatt) und einer Internetseite (<http://www.klimaschutz-unterhaching.de/konzept/konzept.html>) wurde die Öffentlichkeit in den letzten Monaten bereits über das von der Gemeinde beauftragte Energie- und Klimaschutzkonzept informiert.

Für die Weiterführung und vertiefende Einbindung und Information der Bürger in Unterhaching werden der Gemeinde folgende grundsätzliche Maßnahmen empfohlen (siehe auch Maßnahmenkatalog):

### Nicht investiv

- *Mitgliedschaft im Klimabündnis der Städte (TOP)*
- *Veröffentlichung bisheriger Maßnahmen / Erfolge*

### Gering investiv

- *Energietag der Gemeinde in Zusammenarbeit mit Unterhachinger Firmen (Umwelttag)(TOP)*
- *Ortspartnerschaften für Klimaschutzprojekte nutzen*

### Kostenintensiv

- *Planung und Errichtung eines Energieparks (TOP)*

## LITERATUR

- [AGEB 2009] AGEB – AG Energiebilanzen e.V.: Energieverbrauch in Deutschland, Daten für das 1.4-4. Quartal 2009, 17. Dezember 2009,  
[www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)
- [ASUE 2011] ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2011/2012, Eine Verbraucherinformation , Oktober 2011,  
<http://asue.de/themen/energie-im-haus/broschueren/besonders-sparsame-haushaltsgeraete-2011-12.html>
- [BayLa 2010] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2029, Oktober 2010
- [BayLfU 2006] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Klima schützen – Kosten senken Energie sparen bei Kälteanlagen im Lebensmittelhandel; Dez.2006  
[http://www.lfu.bayern.de/energie/co2\\_minderung/doc/lebensmittel.pdf](http://www.lfu.bayern.de/energie/co2_minderung/doc/lebensmittel.pdf)
- [BayLfU 2009] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe, Nürnberg 2009  
[http://www.stadt.bamberg.de/media/custom/1829\\_2708\\_1.PDF?1299575466](http://www.stadt.bamberg.de/media/custom/1829_2708_1.PDF?1299575466)
- [Becker 2007] Prof. Dr.-Ing. Martin Becker, FH Biberach, Fachartikel in der Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung, 2006/2007  
<http://www.ihks-fachjournal.de/energieeffiziente-kaeltetechnik/>
- [BLAStat\_2010] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2010: Netto- und Bruttostromverbrauch in Bayern nach Verbrauchergruppen
- [BLAStat\_2012] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2012
- [BMELV 2009] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Waldbericht der Bundesregierung 2009, Juni 2009
- [BMWi 2011] BMWi-Statistiken: Energiegewinnung und Energieverbrauch:  
<http://bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/Energiedaten/energiegewinnung-energieverbrauch.html>

- [BMWi 2009] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten (Aktualisierung vom 3.9.2009). Berlin: 2009. [www.bmwi.de/Navigation/Technologie-und-Energie/Energiepolitik/energiedaten.html](http://www.bmwi.de/Navigation/Technologie-und-Energie/Energiepolitik/energiedaten.html)
- [BMWi 2011-1] Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Projektnummer 53/09;Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010; IREES, GfK, Fraunhofer ISI, TUM IfE, Karlsruhe, München, Nürnberg, August 2011
- [BRE 2009] BRE - Büro für Räumliche Entwicklung, Demografischer Wandel in Unterhaching, Analyse und Prognose, Vorabinformation in der Planungskommission 6. August 2006
- [Bremer 2006] Bremer Energie Konsens GmbH: Leitfaden für effiziente Energienutzung im Gewerbe, Bremen, Juli 2006 <http://www.energiekonsens.de/cms/upload/Downloads/Service/Energieleitfaden.pdf>
- [Dankert 2006] Dankert. Wie sie Ihre Stromkosten spürbar senken. Poing 2006
- [dena 2010] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Ratgeber "Druckluftsysteme für Industrie und Gewerbe" [http://www.industrie-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/referenzprojekte/downloads/Technologien/Ratgeber\\_Druckluft\\_Industrie\\_und\\_Gewerbe.pdf](http://www.industrie-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/referenzprojekte/downloads/Technologien/Ratgeber_Druckluft_Industrie_und_Gewerbe.pdf)
- [dena 2010-1] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Ratgeber „Kältetechnik für Industrie und Gewerbe“
- [dena 2010-2] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Erfolgsbilanz bei Pumpensystemen: EnergieEffizienz lohnt sich.
- [dena 2010-3] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Ratgeber Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign Richtlinie [http://www.grundfos.de/fileadmin/img\\_content/energy\\_move/dena\\_Ratgeber\\_Motoren\\_Energieeffizienz.pdf](http://www.grundfos.de/fileadmin/img_content/energy_move/dena_Ratgeber_Motoren_Energieeffizienz.pdf)

- [dena 2011] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Initiative EnergieEffizienz  
[http://www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Download/Dokumente/Publicationen/Strom/IEE/Weiterfuehrende\\_Informationen\\_Standby.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Publicationen/Strom/IEE/Weiterfuehrende_Informationen_Standby.pdf)
- [dena 2011-1] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Initiative EnergieEffizienz, Technologien;  
<http://www.industrie-energieeffizienz.de/technologien.html>
- [DIFU 2011] Deutsches Institut für Urbanistik GmbH 2011, Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden, B7 Klimaschutzberichtswesen/Controlling,  
<http://www.leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/leitfaden/b7-klimaschutzberichtswesencontrolling.html>, 25.Juli 2012
- [DSt 2008] Deutscher Städtetag, Einsparung durch Energieverbrauchscontrolling im kommunalen Gebäudebestand, Hinweise zum kommunalen Energiemanagement, September 2008
- [EA NRW 2011] EnergieAgentur.NRW, Bernd Geschermann, „Kraft und Wärme aus Holz – Technik und Perspektiven, Fachtagung Holz 2011, 25.01.2011
- [EA NRW 2011a] Energie Agentur NRW, März 2006: Schwankungen der Anteile der 12 Stromverbrauchsbereiche zwischen den verschiedenen Haushaltsgrößen;  
[http://www.energieagentur.nrw.de/database/data/datainfopool/schwankungen\\_der\\_anteile.pdf](http://www.energieagentur.nrw.de/database/data/datainfopool/schwankungen_der_anteile.pdf)
- [EA NRW 2011b] Energie Agentur NRW, April 2011: Erhebung „Wo im Haushalt bleibt der Strom?“ Anteile der Verbrauchsbereiche in Privathaushalten;  
[http://www.energieagentur.nrw.de/database/data/datainfopool/anteile\\_verbrauchsbereiche\\_mit\\_und\\_ohne\\_www.jpg](http://www.energieagentur.nrw.de/database/data/datainfopool/anteile_verbrauchsbereiche_mit_und_ohne_www.jpg)
- [Efficiency Award 2007] Energy Efficiency Award 2007: 2.Preis, Projektbeispiel : Paderborner Brauerei Haus Cramer GmbH  
<http://www.industrie-energieeffizienz.de/energy-efficiency-award-alt/eea07/2-preis-paderborner-brauerei.html>
- [EnergieAtlas 2012] Energie-Atlas Bayern, Gebietskulisse Wind, Bayerische Staatsregierung,  
<http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?x=SfhMCDcNBtwQCwTtptVafA>

- [EU 2007] Institut for Environment and Sustainability: Electricity Consumption and Efficiency Trends in the Enlarged European Union, Status Report 2006; European Communities, 2007
- [EU 2009] RICHTLINIE 2009/125/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte;  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:DE:PDF>
- [EurActive 2012] EurActive – Das Portal für europäische Nachrichten, Hintergründe und Kommunikation,  
<http://www.euractiv.de/energie-und-klimaschutz/artikel/einigung-ber-eu-richtlinie-zur-energieeffizienz-006407>, 14. Juni 2012
- [FfE 2009] Forschungsstelle für Energiewirtschaft: CO2 Verminderung in Deutschland; München, 2009
- [FfE 2011] Forschungsstelle für Energiewirtschaft: Untersuchung und Optimierung elektrischer Antriebe, Bericht für das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit  
[http://www.ffe.de/download/berichte/355\\_IPP/FfE\\_IPP\\_Leitfaden\\_elektrische\\_Antriebe\\_standard.pdf](http://www.ffe.de/download/berichte/355_IPP/FfE_IPP_Leitfaden_elektrische_Antriebe_standard.pdf)
- [forsa 2011] Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006-2008, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI); forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH;  
<http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/bericht-erhebung-des-energieverbrauchs-private-haushalte-2006-2008,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>
- [Frankfurt 2012] Hochbauamt der Stadt Frankfurt am Main, Abteilung Energiemanagement,  
<http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/>, August 2012
- [ISI 2003] Fraunhofer ISI: Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Möglichkeiten, Potenziale und Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des

- Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch, Karlsruhe/München 2003
- [ISI 2005] Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung: Technische und rechtliche Anwendungsmöglichkeiten einer verpflichtenden Kennzeichnung des Leerlaufverbrauchsstrombetriebener Haushalts- und Bürogeräte Dienstleistungsvorhaben Nr. 53/03; Karlsruhe, München, Dresden, 18. April 2005; [http://www.ffe.de/download/langberichte/label\\_if.pdf](http://www.ffe.de/download/langberichte/label_if.pdf)
- [ITP 2010] INTRAPLAN Consult GmbH, Verkehrsprognose 2025 als Grundlage für den Gesamtverkehrsplan Bayern, Studie für „Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie“ August 2010
- [IZM 2009] Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration in Kooperation mit Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung: Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft, Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie Berlin, Karlsruhe, März 2009
- [Kaltschmitt 2001] Kaltschmitt, M; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren; Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York; 2001; ISBN 3-540-64853-4
- [KTBL 2006] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL); Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB): Energiepflanzen; KTBL, Darmstadt, 2006; ISBN 13: 978-
- [LWF 2009] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF): Aufkommen und Potenziale von Energieholzsortimenten, 2006
- [McKinsey 2010] McKinsey & Company: A portfolio of power-trains for Europe: A fact-based analysis, The role of Battery Electric Vehicles, Plug-in Hybrids and Fuel Cell Electric Vehicles, 2010

- [Neimke 2008] Gabriele Neimke, Marko Erlenbeck: Ökologisch wohnen, bauen und sanieren, 2008, humboldt-Verlag
- [Portaferm 2012] Firma Portaferm, Prospekt Gülle-Kleinstbiogasanlage 10 und 20 kW Anlage, 18.07.2012, [www.portaferm-biogas.de](http://www.portaferm-biogas.de)
- [Prognos 2007] Seefeldt, F., Wünsch, M.: Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. prognos. Basel, Berlin 2007
- [Schmid 2011] Schmid, Tobias: Vom Masterplan zum kommunalen energienutzungsplan, Vortrag, FfE-Fachtagung in München 12. Bis 13. Mai 2011, FfE-Schriftenreihe – Band 30
- [Schmorell 2009] Markus Schmorell, AELF – Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Weilheim i. OB, Persönliche Auskunft, 2009
- [Stat 2011] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, Interaktives Kartenverzeichnis, September 2011, <https://www.statistik.bayern.de/interaktiv/regionalkarten/archiv/home.asp>
- [Stat\_Kommunal 2010] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung
- [Stat\_Kommunal 2011] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung
- [StMUG 2011] Bayerisches Landesamt für Umwelt
- [Stuttgart 2010] Amt für Umweltschutz der Stadt Stuttgart, „Energiebericht – Fortschreibung für das Jahr, Heft 1/2011, <http://www.stuttgart.de/energie>
- [Tirol A++ 2008] Tirol A++, Energieausweis, Unsere Energiezukunft für eine gesunde Umwelt und Wirtschaft! Eine Initiative von Land Tirol und Energie Tirol. [www.energie-tirol.at](http://www.energie-tirol.at)
- [UBA 2006] Umweltbundesamt: Wie private Haushalte die Umwelt nutzen – höherer Energieverbrauch trotz Effizienzsteigerungen. Dessau 2006
- [UBA 2009] Beleuchtungstechnik mit geringerer Umweltbelastung; 3. Ausgabe; Umweltbundesamt, 18. März 2009 [http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/UBA\\_Licht\\_Ausgabe\\_03.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/UBA_Licht_Ausgabe_03.pdf)

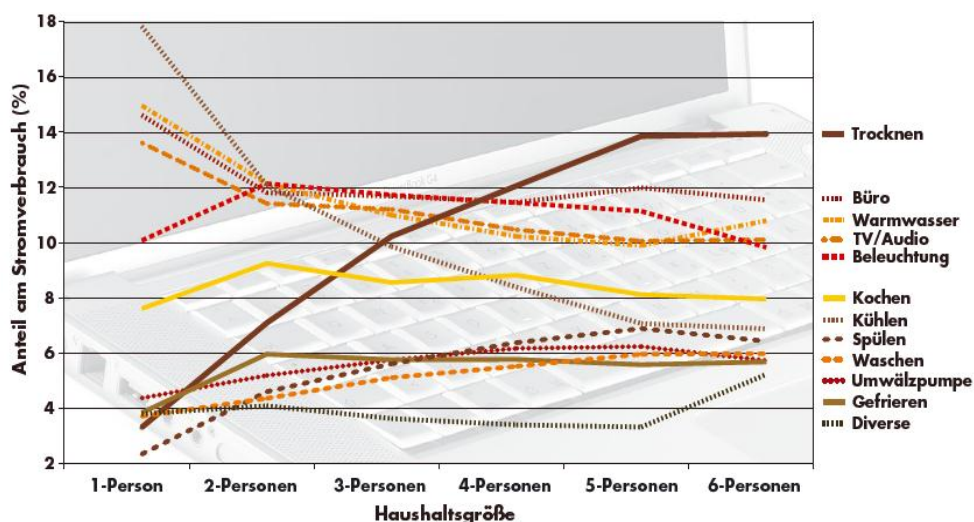
- [VDE 2008] VDE-Studie „Effizienz- und Einsparpotenziale elektrischer Energie. Perspektive bis 2025 und Handlungsbedarf“ Frankfurt 22.01.2008
- [VDMA 2006] Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik > Forschung und Innovation > Innovationslexikon DLT: Leckagen [http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Branchen/K/KDV/Forschung\\_und\\_Innovation/KDV\\_Innovationslexikon/KDV\\_20061218\\_MG\\_Art\\_Innov\\_Leckagen?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/vdma/Home/de/Branchen/K/KDV/Forschung\\_und\\_Innovation/KDV\\_Innovationslexikon/KDV\\_20061218\\_MG\\_Art\\_Innov\\_Leckagen](http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Branchen/K/KDV/Forschung_und_Innovation/KDV_Innovationslexikon/KDV_20061218_MG_Art_Innov_Leckagen?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/vdma/Home/de/Branchen/K/KDV/Forschung_und_Innovation/KDV_Innovationslexikon/KDV_20061218_MG_Art_Innov_Leckagen)
- [VerZa 2011] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Verkehr in Zahlen 2010/2011
- [Wup 2006] Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH: Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen; Wuppertal, Mai 2006
- [Zorn 2011] Elisabeth Zorn, Referat für Stadtplanung und Raumordnung, Landeshauptstadt München, „B+R-Förderung in der Landeshauptstadt München und Ihrem Umland – ein Projekt im Rahmen der INZELL-Initiative“, Präsentation auf der Veranstaltung Mobilität in München, München, 11. Mai 2011
- [ZVEI 2009] Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI). EnQ Ausgabe 02/2009. Düsseldorf 2009



## Anhang 1 Einsparung und Effizienzsteigerung in privaten Haushalten

Mit steigender Haushaltsgröße steigt auch der absolute Stromverbrauch pro Haushalt. Der Bedarf eines Haushalts hängt sowohl von seiner Ausstattung mit Elektrogeräten als auch von der Nutzungsintensität der Geräte ab. In etwa einem Fünftel der privaten Haushalte in Deutschland ist eine elektrische Warmwasservorbereitung vorhanden, in diesen Fällen ist sie der größte Stromverbraucher im Haushalt.

Auch die Aufteilung nach den einzelnen Endverbrauchern hängt sehr stark von der Haushaltsgröße ab. Einpersonenhaushalte haben ein anderes Stromverbrauchsprofil als Mehrpersonenhaushalte. Wobei das private Arbeitszimmer, die TV/Videoausstattung und die Beleuchtung statistisch gesehen bei allen Haushaltsgrößen zu einem der verbrauchsstärksten Bereiche gehören. Die Aufteilung divergiert auch abhängig von der Bauart/Größe des Hauses. Unabhängig von der Haushaltsgröße wird in Einfamilienhäusern im Schnitt mehr Strom verbraucht als im Mehrfamilienhaus (vgl. Abbildung 50).



**Abbildung 50: Schwankungen der Anteile am Stromverbrauch zwischen den verschiedenen Haushaltsgrößen [Energie Agentur NRW 2011a]**

Die zwei Bereiche Arbeitszimmer und die TV/Videoausstattung (Informations- und Unterhaltungselektronik) machen zusammen fast ein Viertel des gesamten Stromverbrauchs aus. Wassererwärmung, Kühlung und Beleuchtung sind mit die größten Stromverbraucher im Haushalt.

Ersatz der elektrischen Warmwasservorbereitung durch andere Energieträger – wenn sinnvoll möglich – steigende Effizienz wichtiger Haushaltsgeräte, insbesondere von Kühl- und Gefriergeräten und Waschmaschinen, Wäschetrocknern und Spülmaschinen, Vermeidung von Leerlauf-Betrieb der IuK-Geräte, effiziente Pumpensysteme, moderne

Beleuchtungstechnik und einfache Verhaltensänderungen im Haushalt können zur Verringerung des Stromverbrauchs im PHH-Sektors beitragen.

## b) Einsparmöglichkeiten durch effiziente Pumpensysteme

### *Heizungspumpen*

Heizungspumpen (Umwälzpumpen) sind in allen Gebäuden mit einer zentralen Heizungsanlage zum Betrieb der Heizung und der Versorgung der Räume notwendig. Viele Heizungsanlagen sind überdimensioniert und haben in Bezug auf die Heizleistung auch noch zu große Umwälzpumpen, welche oft das ganze Jahr über in Betrieb sind. In (fast) allen Wohngebäuden mit einem Errichtungsjahr vor 2002 sind ineffiziente Heizungspumpen eingebaut. Seit der Energie-Einsparverordnung EnEV 2002 ist es vorgeschrieben, in Neubauten wenigstens in drei Stufen regelbare Heizungspumpen einzubauen. Dies gilt auch beim Austausch alter Pumpen. Mittlerweile gibt es aber hocheffiziente druckgeregelte Pumpen, die ihre Pumpleistung automatisch an die erforderliche Wärmetransportleistung des Heizungssystems anpassen und dadurch die elektrische Leistung von ca. 65 bis 140 W (in EFH) auf 5-7 W (z. B. mit Grundfoss Alpha) reduzieren. Dies gilt im gleichen Maße bei Mehr-Familien-Häusern, die z.T. pro Etage eine eigene Pumpe besitzen. Ein Vergleich des Jahresstrombedarfs konventioneller und moderner hocheffizienter Heizungspumpen ist in Tabelle 9 dargestellt. Rentable Energieeinsparungen durch neue Stromsparpumpen von weit über 50% sind möglich.

**Tabelle 9: Pumpenstromverbrauch innerhalb einer Heizperiode bei unterschiedlichen Laufzeiten [Neimke 2008]**

| Pumpenlaufzeit von Anfang September bis Ende Mai                     | 140 W-Pumpe (konventionelle Pumpe) | 65 W-Pumpe (konventionelle Pumpe) | 45 W-Pumpe (elektronisch druckgeregelte Pumpe + hydraul. Abgl.) | 7 W-Pumpe (hocheffiziente druckgeregelte Pumpe + hydraul. Abgl.) |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Durchgehend in Betrieb (ca. 6.500 Std.)                              | 917 kWh                            | 425 kWh                           | 293 kWh                                                         | 46 kWh                                                           |
| Nachts zeitweise zwischen 21:00 - 5:00 abgeschaltet (ca. 5.300 Std.) | 740 kWh                            | 345 kWh                           | 238 kWh                                                         | 37 kWh                                                           |
| Mit „Pumpen-Stopp-Schaltung“ (ca. 3.300 Std.)                        | 460 kWh                            | 215 kWh                           | 149 kWh                                                         | 23 kWh                                                           |

Nach [Forsa 2011] haben ca. 82% der EFH und ZFH eine zentrale Heizungsanlage und über 89% der MFH. Diese Werte wurden beispielhaft auf das Potenzial in Unterhaching angewendet. Infolgedessen ist für Unterhaching von einem **Effizienzpotenzial bei Heizungspumpen von ca. 0,88 GWh/a** bei Austausch aller ineffizienten Pumpen durch hoch effiziente Pumpen auszugehen.

**Heizungspumpen**

Seit dem 1. September 2010 wird der Pumpentausch nicht mehr von der KfW gefördert. Die EU beschloss neue Anforderungen an die Mindesteffizienz von Umwälzpumpen: Ab 2013 werden ineffiziente Umwälzpumpen in zwei Stufen vom Markt verschwinden. Die Verordnung (EG) Nr. 641/2009 trat mit der Veröffentlichung am 22. Juli 2009 in Kraft.

**EuP Richtlinie**

Die Energy-using-Products-Richtlinie (EuP) tritt am 1. Januar 2013 in Kraft. Diese Richtlinie schafft einen Rahmen für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte. Demnach dürfen Nassläuferpumpen (stopfbuchslose Umwälzpumpen), die nicht in einem anderen Produkt integriert sind, einen Energieeffizienzindex von maximal 0,27 besitzen. Der Energieeffizienzindex beschreibt den Unterschied zwischen dem jährlichen Stromverbrauch des jeweiligen Produkts im Vergleich zum Bezugsverbrauch eines vergleichbaren Standardprodukts. Ab dem 1. Januar 2020 müssen auch in bestehende Anlagen eingebaute Pumpen diesen Schwellenwert unterschreiten. Diese Anforderungen können nur mit drehzahlgeregelten Hocheffizienzpumpen erfüllt werden. Für Umwälzpumpen betragen die aktuellen EEI-Spitzenwerte max. 0,20.

[<http://moderncomfort.grundfos.com/gpo/heizung-warmwasser/energie>].

Ab dem 1. August 2015 wird der Energieeffizienzindex für alle Nassläuferpumpe auf 0,23 festgelegt. Dieser Wert gilt dann auch für Umwälzpumpen, die in einem anderen Produkt eingebaut sind.

**Einsparziele in Europa**

Bis 2020 soll in der EU-27 der Stromverbrauch durch Umwälzpumpen von 50TWh (Stand Jahr 2005) auf 23 TWh gesenkt werden. Damit sollen etwa 11 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Heute gibt es in der EU-27 ca. 140 Millionen Umwälzpumpen, davon in Deutschland ca. 22 Millionen Stück, die in der Regel alle 10 Jahre erneuert werden.

**Kosten und Nutzen für den Verbraucher**

Die Umstellung auf eine elektronisch geregelt Umwälzpumpe im EC-Motor kann in einem typischen Einfamilienhaus etwa 70 € pro Jahr an Stromkosten einsparen und kann sich somit nach etwa 5 Jahren amortisieren.

***Zirkulationspumpe***

Die Zirkulation des Warmwassers (Trinkwasser) wird in der Regel durch Zirkulationspumpen bewirkt. Werden diese nicht durch eine Zeitschaltuhr nur für die Zeiten eingeschaltet, in denen schnell warmes Wasser benötigt wird (z.B. morgens, mittags und abends), und für die anderen Zeiten ausgeschaltet, dann laufen diese Pumpen 8.760 h im Jahr (bei einer durchschnittlichen Pumpleistung von 25 W sind das 219 kWh/a pro EFH oder ungefähr auch pro Wohnung in einem MFH). Der Einbau von Zeitschaltuhren kann diesen durchschnittlichen Stromverbrauch auf ca. 70 kWh/a reduzieren. Ab der EnEV 2002 ist der Einbau der Zeitschaltuhren vorgeschrieben, allerdings müssen die Zeitschaltuhren auch benutzt werden.

Für die Einstellungen der Zeitschaltuhr wurde im Mittel die Einstellung 6:00 - 24:00 angenommen. Dadurch reduziert sich die Laufzeit der Pumpe auf täglich 18 h (6.570 h im Jahr). Es wurde angenommen, dass etwa eine Hälfte der Haushalte (5.749 Wohnungen) die Zeitschaltuhren bereits nutzt.

So lässt sich ein **Effizienzpotenzial von knapp 0,3 GWh/a** für Unterhaching abschätzen.

Darüber hinaus gibt es eine Reihe von weiteren technischen Optionen, den Zirkulationsbetrieb energetisch zu optimieren:

Der Einbau von Bewegungssensoren in die Räume, in denen Warmwasser abgezapft wird, kann dazu benutzt werden, die Zirkulationspumpe immer nur dann einzuschalten, wenn sich jemand in dem entsprechenden Raum befindet.

Intelligente Zirkulationspumpen lernen selbstständig, zu welchen Tageszeiten und Wochentagen Warmwasser benötigt wird und schalten sich zukünftig selbstständig immer ein oder aus, wenn diese Zeiten anstehen.

Mittels eines thermischen Sensors wird die Temperatur im Zirkulationskreis überwacht. Sobald die Temperatur unter eine bestimmte, einzustellende Mindesttemperatur fällt, schaltet sich die Zirkulationspumpe ein. Dieses System kann eine zeituhrbasierte Steuerung nochmals optimieren, so dass sich die Laufzeiten der Pumpe um weitere ca. 30% reduzieren lassen.

Zusammengenommen wird ein **Effizienzpotenzial bei Pumpensystemen** im Sektor Private Haushalte auf ca. **1,18 GWh/a** abgeschätzt.

#### c) Vermeidung von Leerlauf-Betrieb (Standby-Verluste)

Viele Elektrogeräte verbrauchen auch dann Energie, wenn sie ihre eigentliche Funktion nicht erfüllen: im Leerlauf. Der Leerlaufverbrauch (Bereitschaftshaltung, englisch „Standby“) und Schein-Aus-Zustand <sup>17</sup> strombetriebener Haushalts- und Bürogeräte sind von großer Bedeutung, wobei die Zahl der Geräte mit Standby-Komponenten ständig zu nimmt.

Für Deutschland ergab eine Abschätzung des Fraunhofer Instituts Systemtechnik und Innovationsforschung [ISI 2005] für das Jahr 2010 einen Strombedarf von Haushalts- und Bürogeräten im Leerlauf von ca. 13,5 TWh. Dies sind knapp 40% des Gesamtverbrauchs dieser Geräte und immerhin rund 3% des gesamten Strombedarfs der Endenergiesektoren in Deutschland. Strombedarf im Leerlauf (für Deutschland und Unterhaching) in den für den Leerlaufverbrauch relevanten Bereichen ist in

---

<sup>17</sup> „Schein-Aus“ - das Gerät erfüllt keine Funktion, ein Ausschalter wurde betätigt und das Gerät scheint ausgeschaltet. Es verbraucht aber trotzdem noch Energie (z.B. Gerät „Aus“, Netzteil am Netz).

Tabelle 10 wiedergegeben, in der sich die Werte für Unterhaching auf eine Summe von ca. 3,5 GWh pro Jahr addieren (durchschnittlich 305 kWh/a\*PHH). Natürlich ist nicht jeder Haushalt mit all den angegebenen Geräten ausgestattet. Allerdings existieren auch noch viele ältere Geräte in Privathaushalten, die einen sogar noch höheren Standby-Verbrauch aufweisen (z.B. alte Fernsehgeräte mit 20 W). Der größte Anteil entfällt auf den Bereich der IuK-Endgeräte und hier insbesondere auf Audio-Video-Geräte. In den kommenden Jahren ist ein leichter Anstieg des Leerlaufverbrauchs der Internet-Infrastruktur zu erwarten, während in den übrigen Bereichen mit einem moderaten Rückgang zu rechnen ist.

**Tabelle 10: Strombedarf im Leerlauf (Bereitschaftsbetrieb und Schein-Aus) in den für den Leerlaufverbrauch relevanten Bereichen nach Gerätegruppen ([ISI 2005], eigene Berechnungen)**

| Bereich / Gerätegruppe          | 2010<br>Deutschland<br>[GWh] | 2010<br>Unterhaching<br>[GWh] |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <b>IuK-Endgeräte HH:</b>        | <b>8.606</b>                 | <b>2,3</b>                    |
| Audio-Geräte                    | 2.315                        | 0,6                           |
| Fernseher                       | 2.142                        | 0,56                          |
| Video-Geräte                    | 948                          | 0,24                          |
| Kamera/Spielkonsole             | 131                          | 0,04                          |
| Telefone (inkl. mobil)          | 1.242                        | 0,33                          |
| Rechner                         | 737                          | 0,20                          |
| Monitore                        | 237                          | 0,06                          |
| Drucker                         | 550                          | 0,157                         |
| Sonstiges                       | 303                          | 0,09                          |
| <b>Elektrische HH-Geräte</b>    | <b>2.322</b>                 | <b>0,6</b>                    |
| darunter:                       |                              |                               |
| Mikrowelle                      | 450                          | 0,11                          |
| Herd                            | 551                          | 0,157                         |
| Kaffeemaschine/-automat         | 699                          | 0,18                          |
| Waschmaschine/Trockner          | 379                          | 0,09                          |
| <b>IuK-Infrastruktur HH:</b>    | <b>2.396</b>                 | <b>0,6</b>                    |
| Fernseher-Infrastruktur         | 474                          | 0,13                          |
| Internet-Anschlüsse (Breitband) | 609                          | 0,15                          |
| DSL-Router/W-Lan                | 575                          | 0,15                          |
| Türsprechanlage                 | 738                          | 0,20                          |
| <b>Summe in GWh</b>             | <b>13.324</b>                | <b>3,5</b>                    |

Die folgende Tabelle 11 zeigt Beispiele für die Leistungsaufnahme von Geräten der Unterhaltungselektronik, Informations- und Kommunikationstechnik im Normalbetrieb, im Standby und im Schein- Aus-Zustand. Entscheidend für den Stromverbrauch ist nicht nur die Leistung, sondern auch die Zeit, die ein Gerät läuft. Durch den Einsatz verbrauchsarmer Geräte und energiesparendes Verhalten ließen sich die Leerlaufverluste in den Haushalten stark reduzieren (z.B. durch Verwendung schaltbarer Steckerleisten oder durch den Einbau eines Hauptschalters).

**Tabelle 11: Leistungsaufnahme von Geräten der IuK-Gruppe [dena 2011]**

| Gerät                               | Leistungsaufnahme [W] |         |            |
|-------------------------------------|-----------------------|---------|------------|
|                                     | Normalbetrieb         | Standby | Schein-Aus |
| Hi-Fi-Kompaktanlage                 | 22                    | 8       | 1,5        |
| Hi-Fi-Kompaktanlage                 | 40                    | 10      | 4          |
| Radiowecker                         | 3                     | 1,7     | -          |
| Fernseher (Röhrenfernseher)         | 90                    | 6       | 1,5        |
| Videorekorder                       | 17                    | 6       | 1,5        |
| DVD-Spieler                         | 12                    | 5       | 1,5        |
| Schnurlostelefon                    | 3,5                   | 2       | -          |
| PC                                  | 75                    | 15      | 3,5        |
| Notebook                            | 30                    | 5       | 2,5        |
| Monitor (Röhren- / Flachbildschirm) | 73/25                 | 15 / 2  | 2/2,5      |
| Tintenstrahl-Drucker                | 20                    | 6       | 3          |
| Scanner                             | 16                    | 4       | 2          |
| Satellitenempfänger                 | 17                    | 8       | -          |
| DSL-Modem                           | 7                     | -       | -          |
| Videospielkonsole (ältere Bauart)   | 22                    | -       | 1,2        |
| Videospielkonsole (neuste Bauart)   | 160                   | -       | 1,3        |

**Kosten und Nutzen für den Verbraucher**

Das Vermeiden von unnötigem Leerlaufbetrieb kann in einem Beispielshaushalt (angenommen ein Fernsehergerät, eine Hi-Fi-Kompaktanlage, ein DVD-Spieler, ein Computer mit einem Flachbildschirmmonitor sowie ein Drucker und ein Scanner und eine Videospielkonsole; Strompreis von 25 Cent/kWh) etwa 80 € pro Jahr an Stromkosten einsparen und dies ohne kostenintensive Investitionen.

Auf die Gemeinde Unterhaching umgerechnet entspricht der gesamte Leerlaufverbrauch der Privat-Haushalte 3,5 GWh/a. Zusammengenommen wird ein Einsparpotenzial (1/2 des Gesamt leerlaufbedarfes) auf ca. **1,75 GWh/a** abgeschätzt.

Seit Anfang 2010 gelten aufgrund einer Verordnung der Europäischen Union Anforderungen an eine Reihe von Leerlaufgeräten [EU 2009]. Es dürfen keine Geräte mehr in Europa verkauft werden, die eine Stand-by-Leistung von 1 bis 2 W überschreiten. Dieser Wert wird ab 2014 nochmal auf 0,5 bis 1 W verschärft. Infolgedessen wird im Rahmen des üblichen Gerätetausches der Standby-Betrieb innerhalb der nächsten 20 Jahre weitgehend beseitigt sein. Durch gezielte Informationen von Verbrauchern kann diese Umsetzung beschleunigt werden.

**d) Beleuchtung**

Der durchschnittliche Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch von Privat-Haushalten beträgt in Deutschland ca. 10% [UBA 2009, S.30; Energie Agentur NRW 2011a].

Moderne Beleuchtungstechnik kann gegenüber den klassischen Leuchtmitteln Glühlampe oder Halogenlampe zwischen 30% (effizientere Halogenlampen) und 80 bis 90% (Energiesparlampe, LEDs) einsparen. Energiesparlampen benutzen dazu einen Gasentladungsprozess mit einer anschließenden Energieumwandlung in einer

Leuchtschicht. LEDs dagegen wandeln durch Halbleiterprozesse einen elektrischen Strom direkt in einen Lichtstrom um.

Glühlampen werden nach EU-Richtlinien sukzessive vom Markt verschwinden, und es ist absehbar, dass dies auch mit ineffizienten Halogenlampen passieren wird.

Als minimales Effizienzpotenzial werden daher 40% des heutigen Verbrauches angesetzt.

Zusammengenommen wird ein Effizienzpotenzial bei Beleuchtungssystemen in Privat-Haushalten in Unterhaching auf ca. **1,1 GWh/a** abgeschätzt.

#### e) Effiziente Großgeräte

Bei der Effizienz von wichtigen Haushaltsgeräten wurden in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erreicht. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Kühl- und Gefriergeräte sowie Waschmaschinen und Wäschetrockner, die mit etwa 35% zusammen den größten Anteil am durchschnittlichen Haushaltsstrom verbrauchen.

Im Dezember 2010 trat die Richtlinie 2010/30/EG zur Regelung der Energiekennzeichnung in Kraft, welche die Richtlinie 92/75/EG ersetzt. Wichtigste Änderung ist die Erweiterung der Energieeffizienzklassen. Reichte die Bewertung bisher von A bis G, gibt es nun je nach Produktgruppe die Klassen A+ bis A+++ für eine noch höhere Energieeffizienz. Die Klassen E bis G entfallen (ausgenommen Fernsehgeräte). Damit sollen die Energieeffizienzklassen an den technischen Fortschritt angepasst werden. Außerdem gibt es nun genaue Vorgaben zur Gestaltung des Energielabels.

Die meisten angebotenen Haushaltsgroßgeräte müssen ein Energielabel tragen. Bei Kühl- und Gefriergeräten, Wasch- und Spülmaschinen ist heute A+++ besonders effizient. A++ ist bereits mäßig. A+ und A – Geräte sollte man meiden. Bei Trocknern und kombinierten Waschtrocknern gilt noch die alte A-G –Abstufung. Neueste Kühl-Gefrier-Kombinationen brauchen beispielsweise in der besten Energieeffizienzklasse A+++ bis zu 57% weniger Strom als vergleichbare ältere Geräte. Bei Waschmaschinen und Kühlschränken beträgt die Einsparung bis zu 60%, bei Geschirrspülern sind es bis 40% (siehe Tabelle 12).

**Tabelle 12: Stromverbrauch einiger Haushaltsgeräte nach Energieeffizienzkategorien basierend auf Marktdaten von Oktober 2011 [ASUE 2011];  
\*Strompreis von 25 Cent/kWh**

| Geräteart                   | Stromverbrauch [kWh/Jahr]                                     |                                 | Kosten und Nutzen für den Verbraucher* |                  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|------------------|
|                             | Effizientes Gerät<br>A+++                                     | Vergleichsgerät                 | Einsparung [%]                         | Einsparung [€/a] |
| Kühlschrank ohne Sternefach | Nutzvolumen: 224 l<br>(Liebherr IKP 2420)<br>A+++<br>71 kWh/a | 213 l<br>A<br>161 kWh/a         | 56%                                    | 22 €             |
| Kühlschrank mit */***Fach   | Nutzvolumen: 132 l<br>(Bosch KTL 16PW42)<br>A+++<br>95 kWh/a  | 154 l<br>A<br>241 kWh/a         | 60%                                    | 36 €             |
| Kühl-<br>Gefrierkombination | 292 l<br>(Miele KF12927SD1)<br>A+++<br>161 kWh/a              | 384 l<br>A+<br>373 kWh/a        | 57%                                    | 53 €             |
| Waschmaschine               | Waschvolumen: 7 kg<br>(Miele W1948)<br>A+++<br>71 kWh/a       | 7 kg<br>A<br>177 kWh/a          | 60%                                    | 26 €             |
| Spülmaschine                | 13 Maßgedecke<br>(BoschSMS69U65EU)<br>A+++<br>195 kWh/a       | 13 Maßgedecke<br>A<br>329 kWh/a | 40%                                    | 33 €             |

#### Kosten und Nutzen für den Verbraucher

Die Stromkosten großer Haushaltsgeräte sind während ihrer Nutzungsdauer (10-15 Jahre) oft höher als der Kaufpreis. Vor allem für Geräte, die 24 Stunden täglich im Betrieb sind.

Beispielsweise kann der Ersatz eines alten Kühlschranks durch ein energiesparendes Neugerät etwa 36 € pro Jahr an Stromkosten einsparen und kann sich unter Annahme konstanter Strompreise nach etwa 10 Jahren amortisieren.

Mehr Informationen über die besonders sparsamen Haushaltsgeräte üblicher Bauarten und Größenklassen sind in der Verbraucherinformation „Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2011/2012“ [ASUE 2011] zusammengestellt.

Für die nächsten Jahre sind weitere technische Fortschritte sowie Ersatz der vorhandenen Technik durch effizientere Modelle zu erwarten, so dass der Strombedarf der Großgeräte im Sektor PHH zukünftig weiter sinken wird.

Infolgedessen schätzen wir das Effizienzpotenzial bei Großgeräten auf ca. 50% ein.

Zusammengenommen schätzen wir ein Effizienzpotenzial bei Großgeräten in Privathaushalten in Unterhaching von ca. **4,8 GWh/a** ab.

Hinzu kommt, dass nach Überlegungen bei der EU, aber auch in Berlin, gesetzliche Vorgaben geplant sind, ineffiziente Großgeräte von einem Verkauf in Deutschland auszuschließen. Es wird z.B. diskutiert, das japanische Front-Runner-Programm zu adaptieren: Nach einem absehbaren Zeitraum (z.B. innerhalb der nächsten zwei Jahre ab einem bestimmten Zeitpunkt) müssen alle am Markt angebotenen Geräte mindestens den energetischen Standard des heute besten Gerätes haben.

#### f) Verhaltensänderungen für Energieeinsparung

Die bislang beschriebenen Maßnahmen betreffen gering-investive oder groß-investive Entscheidungen. Die Ausnutzung von Effizienzpotenzialen geschieht durch den Einsatz moderner effizienter Technologie. Zusätzlich kann Effizienz auch durch direkte Vermeidung einer ineffizienten Benutzung von Geräten geschöpft werden ("No-Cost-Maßnahmen"). Das Nutzerverhalten hat große Auswirkungen auf den Stromverbrauch und die Stromkosten.

##### *Effiziente Wassererwärmung*

Bereiche, in denen Wasser erwärmt werden muss: da sich hier aufgrund der relativ hohen Wärmekapazität von Wasser durch einfache Verhaltensänderungen ein ansehnliches Effizienzpotenzial schöpfen lässt.

Es gibt dazu eigentlich nur zwei Regeln: nur so viel Wasser erwärmen, wie wirklich notwendig ist, und nur auf die Temperatur erwärmen, die für die energetische Dienstleistung unbedingt benötigt wird. Konkrete Schritte dazu:

- Beim Wasserkochen (für Tee, Kaffee, Essen) die Menge auf die benötigte Menge beschränken (und nicht hinterher heißes Wasser ungenutzt wegkippen, man kippt damit „Energie weg“).
- Waschen vor allem im 30 °C- bis maximal 40 °C-Waschgang.
- Spülmaschine vor allem im Öko-Programm (50 °C).
- Kochvorgang am Herd: mit Deckel kochen, so wenig Sprudeln lassen wie notwendig.

##### *Kühl- und Gefriergeräte*

- Die Größe des Gerätes soll der Haushaltsgröße entsprechend gewählt werden (ca. 130 l Nutzinhalt bei ein bis zwei Personen, 60 l pro Person zusätzlich bei größeren Haushalten).
- Gute Belüftung der Geräterückseite sorgt für das Entweichen der Abwärme, sonst kann der Stromverbrauch steigen.
- Heiße Speisen abkühlen lassen, bevor sie in das Kühlgerät kommen.
- Die Innentemperaturen aller Kühlgeräte: 6°C – 7°C im Kühlschrank und -18°C im Gefriergerät sind ausreichend.

### *IT im Haushalt*

In Deutschland wird mehr Strom für die IT-Geräte<sup>18</sup> als für Waschmaschinen, Haushaltsgeräte oder Beleuchtung verbraucht. Jede versendete E-Mail kostet Strom, jede einzelne Komponente des Rechners trägt zum Stromverbrauch bei. Dabei kann mit einigen einfachen Anwender-Regeln den Stromverbrauch reduziert werden.

Wer z.B. den Bildschirm um etwa 25% Prozent dunkler stellt, spart zusätzlich rund 15% Stromaufnahme ein. Die Helligkeit des Monitors sollte sich grundsätzlich an das Umgebungslicht anpassen. Je dunkler die Umgebung, desto dunkler kann auch der Monitor eingestellt werden, ohne Komforteinbußen. Auch die Darstellung selbst hat Auswirkungen auf den Energieverbrauch. Nützlich ist die Energiesparfunktion, die gleich das gesamte System auf Sparkurs setzt.

Neuanschaffungen: Auch bei PC- Anschaffungen auf Energieeffizienz achten. Eines der bekanntesten Siegel für IT-Produkte ist der "Energy Star".

Bereits beim Einkauf im Fachgeschäft kann man ein Strommessgerät mitnehmen und den Stromverbrauch bei den typischen Anwendungen ermitteln. Solche Strommessgeräte sind günstig zu erwerben oder können bei den örtlichen Verbraucherzentralen oder einem Energieversorger ausgeliehen werden.

Das mögliche Effizienzpotenzial durch Verhaltensänderungen in Privathaushalten wird in der Gesamtberechnung nicht berücksichtigt, da die Motivation und Änderungsbereitschaft der Menschen sich schwer quantifizieren lassen. Die Schätzungen verschiedener Studien sind ungleich. Obwohl der stark ausgeprägte Wunsch der Verbraucher, mögliche Potenziale des privaten Energieverbrauches intensiv zu nutzen vorhanden ist, wird dies nicht selten mit Einschränkungen in Bezug auf den gewohnten Komfort verbunden.

---

<sup>18</sup> Bis zum Jahr 2020 kann der Stromverbrauch für IKT-Geräte um ca. 20% ansteigen, der auch heute schon deutlich dominierende Anteil der privaten Haushalte am IKT-bedingten Stromverbrauch wird noch weiter zunehmen.

## Anhang 2 Einsparung und Effizienzsteigerung im Sektor GHD

Im Folgenden wird auf die Energieeffizienzpotenziale bei den einzelnen Querschnittstechnologien detailliert eingegangen.

Am Ende jedes Unterkapitels werden Projektbeispiele aufgeführt, die von praktischer Relevanz sind und einen Vorbildcharakter für effiziente Energienutzung haben.

### a) Elektrische Antriebe

Die Motorsysteme müssen integriert betrachtet werden, da Einspar- und Effizienzpotenziale sich nicht nur am Antrieb selbst, sondern auch bei den Komponenten des motorbetriebenen Systems erschließen.

Die Optimierung elektrischer Antriebssysteme muss neben dem elektrischen Antrieb auch dessen Komponenten in die Untersuchung miteinbeziehen. Man analysiert sowohl alle Systemkomponenten auf ihr Optimierungspotenzial hin als auch den Prozess als Gesamtes. Das Motorumfeld umfasst folgende Komponenten: elektrische Einspeisung, Regelung und Steuerung, elektrischer Antrieb (Motor), mechanische Umsetzung, Arbeitsmaschine, Übertragung (z.B. Leitungsnetz, Seilzug), Abnahmestellen und Prozesse sowie gegebenenfalls Rohrsysteme und Filter.

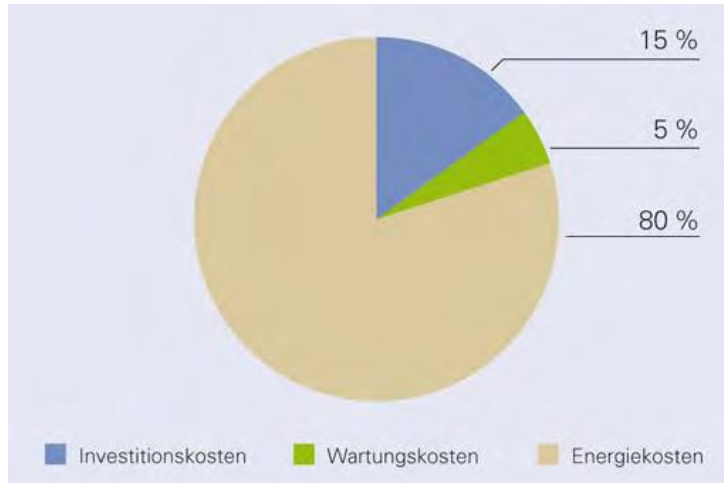
Möglichst hohe Einsparungen werden durch die Optimierung aller Einflussfaktoren erreicht. Oft sind die Rahmenbedingungen der Anlagen für die Ausschöpfung aller Maßnahmen nicht geeignet. Demnach ist es notwendig, auf die einzelnen Systeme und Situationen vor Ort einzugehen.

Hier werden zunächst Themen dargestellt, die bei der Untersuchung und Optimierung von elektrischen Antrieben unabhängig von deren konkretem Einsatzbereich von Bedeutung sind.

Elektromotoren wandeln elektrische Energie in mechanische Energie um, mit der in der Regel eine Arbeitsmaschine betrieben wird (z.B. eine Pumpe, ein Lüfter oder ein Aufzug). Die Einsatzbereiche in Industrie und Gewerbe sind vielfältig und reichen von der Raumluftklimatisierung bis hin zu spezifischen Anwendungen in Produktionsprozessen.

Motoren werden nach der Art ihrer Versorgungsspannung eingeteilt in Wechselstrom- und Gleichstrommotoren sowie in Synchron- und Asynchron-Drehstrommotoren. In der industriellen Anwendung und beim Betrieb von Pumpen, Kompressoren und Lüftern kommen in der Regel Niederspannungs-Drehstrom-Asynchronmotoren zum Einsatz. Asynchronmotoren verfügen über eine durchschnittliche Lebensdauer von 12 Jahren im Bereich unter 7,5 kW, über 16 Jahren im Bereich von 7,5 bis 75 kW und über 20 Jahren bei Leistungen höher als 75 kW [dena 2010-2].

Angesichts der hohen Lebensdauer entfallen rund 80% der Gesamtkosten über die Lebensdauer eines Motors in den meisten Anwendungsfällen auf den Stromverbrauch, etwa 15 % auf die Anschaffung, 5% sind die Wartungskosten [FfE 2011].



**Abbildung 51: Lebenszykluskosten eines Motors [FfE 2011]**

Effiziente Elektromotoren mit **höherem Wirkungsgrad** können dementsprechend zu erheblichen Einsparungen führen. Dies gilt insbesondere für Antriebe mit hoher Auslastung (Stunden pro Jahr).

Bisher wurden Niederspannungs-Drehstrommotoren im Leistungsbereich zwischen 1 bis 100 kW nach den europäischen Energieeffizienzklassen eff 1 (hoher Wirkungsgrad), eff 2 (verbesserter Wirkungsgrad) und eff 3 (marktüblicher Wirkungsgrad) eingeteilt. Seit 2009 gibt es eine neue, international gültige Norm EN 60034–30, die den Wirkungsgrad der Elektromotoren im Leistungsbereich zwischen 0,75 kW und 375 kW in die drei Klassen IE 1, IE 2 und IE 3 einteilt.

**Tabelle 13: Energieeffizienzklassen: Niederspannungs-Drehstrommotoren 1-100 kW [FfE 2011]**

| Bisherige Kennzeichnung<br>(nach EU/CEMEP, europaweit) | Neue Kennzeichnung (nach<br>IEC-Norm, international) | Wirkungsgrad   |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|
| -                                                      | IE 3                                                 | Premium        |
| eff 1                                                  | IE 2                                                 | Gehoben        |
| eff 2                                                  | IE 1                                                 | Standard       |
| eff 3                                                  |                                                      | Unter Standard |

Die Energy-using-Products (EuP) -Richtlinie sieht unter anderem vor, dass ab 16.6.2011 in Europa nur noch Energiesparmotoren der Effizienzklasse IE 2 und höher in Verkehr gebracht werden dürfen.

Einsatz effizienter Motoren, Auslegungsoptimierung und Änderung des Nutzerverhaltens, Verwendung einer technisch optimalen Regelung, energieeffiziente Motorreparatur, regelmäßige Wartung (Schmierung, Einstellung und Feinabstimmung) sind die möglichen Energieeinsparmaßnahmen bei elektrischen Antrieben. Nach [ISI 2003] beträgt das technische Potenzial 15,9%, das wirtschaftliche Potenzial 11,4%.

Nähere Informationen hierzu findet man im Leitfaden „Untersuchung und Optimierung elektrischer Antriebe“ [FfE 2011].

Nachfolgend sind Praxisbeispiele zur Untersuchung und Optimierung elektrischer Antriebe dargestellt, die anhand konkreter Maßnahmenumsetzungen aufzeigen, wie die Stromkosten gesenkt werden können.

**Hopffisterei GmbH** [ [http://www.ffe.de/download/berichte/355\\_IPP/Ergebnisse\\_IPP\\_Hopffisterei.pdf](http://www.ffe.de/download/berichte/355_IPP/Ergebnisse_IPP_Hopffisterei.pdf) ]

„Das Mehl für die Produktion der Brote wird in Außensilos gelagert. Von dort wird jeweils eine definierte Menge für die Teigherstellung über ein Sauggebläse angesaugt (pneumatische Förderung) und über ein Waagesystem zum Teigkessel transportiert. Jede Brotsorte wird aus verschiedenen Mehlsorten zu bereitet. Jede Waage bedient mehrere Knetmaschinen. Somit werden die verschiedenen Mehlsorten nach einander angefordert und bereitgestellt. Für die pneumatische Förderung steht je Waage ein unregelmäßiges Sauggebläse mit 30 kW elektrischer Anschlussleistung zur Verfügung. Insgesamt gibt es je vier Waagen und Gebläse.

Durch den Einsatz eines FUs je Gebläse ergibt sich eine reduzierte Leistungsaufnahme von durchschnittlich 7,5 kW. Bei einer Betriebszeit von 1.500 h/a liegt die Einsparung bei etwa 900 Euro/a und 6,5 t CO<sub>2</sub>/a. Die Amortisationszeit dieser Maßnahme beträgt bei Investitionskosten von ca. 8.000 Euro (FU, Verkabelung, Schaltschrank, Umprogrammierung) etwa 9 Jahre, die interne Verzinsung liegt bei 13 %. Ein weiterer Benefit dieser Maßnahme ist die Reduzierung des Gesamtleistungsbedarfs der Hopffisterei. Im Durchschnitt ist eine Reduzierung der Spitzenlast von ca. 2 bis 3 kW zu erwarten, da die Motoren der Gebläse leicht überdimensioniert sind.“

**Roche Diagnostics GmbH**

[ [http://www.ffe.de/download/berichte/355\\_IPP/Ergebnisse\\_IPP\\_Roche.pdf](http://www.ffe.de/download/berichte/355_IPP/Ergebnisse_IPP_Roche.pdf) ]

„Das Werk Roche Diagnostics GmbH in Penzberg ist mit rund 4.600 Beschäftigten das größte biotechnologische Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionszentrum des Roche-Konzerns in Europa.

Die Kühlwasserversorgung des Werkes wird durch sechs Kühlwasserpumpen, fünf Kühlturmpumpen und vier Kühltürme realisiert. Dabei wird der warme Kühlwasserrücklauf aus der Produktion in das Kühlwasserwarmbecken geleitet. Je nach Füllstand des Beckens werden ein bis vier Pumpen zur Förderung des Wassers über den Kühlturm in Betrieb genommen. Nach der Abkühlung wird das Wasser in die Kaltwassertanks geleitet, von wo aus das gekühlte Wasser durch sechs installierte Pumpen zu den Anlagen strömt. Im Rahmen des Projektes sollte untersucht werden, wie die sechs Kühlwasserpumpen, von denen eine mit Frequenzumrichter (FU) ausgestattet ist, energetisch optimiert werden können. Die Kosten der Maßnahme sind vernachlässigbar, da sie sich lediglich auf wenige Stunden Arbeitszeit für die Umprogrammierung der Einschaltschritte belaufen. Die jährlichen Einsparungen belaufen sich auf insgesamt 20.000 kWh, was ca. 2.200 Euro/a und CO<sub>2</sub>-Emissionen von ca. 11,4 t/a entspricht.“

## b) Lüftungstechnik

Im GHD-Sektor sind Anlagen für die Absaugung der Abluft und zum Zuführen, Erwärmen, Kühlen, Be- und Entfeuchten von Luft erforderlich. Anlagen, die mindestens zwei Funktionen erfüllen, werden als raumluftechnische Anlagen bezeichnet. Raumluftechnische Anlagen sind Großverbraucher mit meist langer Nutzungsdauer, was zu einem hohen Energieverbrauch führt.

Der Stromverbrauch von Lüftungsanlagen ist von vielen Faktoren, wie z.B. Benutzungszeiten oder Anlagendimensionierung abhängig und kann äußerst stark variieren.

Folgende Effizienz steigernde Maßnahmen bieten sich an:

- Verbesserung einzelner Komponenten: effiziente Motoren (Kompressor, Ventilator etc.)
- Die Anlage muss streng nach Bedarf ausgelegt werden – richtige Dimensionierung;
- Vermeiden von Leckageverlusten – Lecklufrate  $\leq 2\%$ , sonst überdimensioniert;
- Optimierung des Kanalnetzes;
- Der Luftvolumenstrom muss an Bedarf angepasst werden - Reduktion bzw. Regelung des Volumenstroms (Luftwechselzahl) durch Einbau einer Drehzahlregelung (Frequenzumrichter);
- Optimierte Betriebsweise: bedarfsabhängige Regelung - die Anlage läuft nur in Nutzungszeit des Gebäudes;
- Vorgabe eines größeren Toleranzbereichs bei Temperatur- und Feuchtigkeitssollwerten (VDI 6022 "Raumluftechnik, Raumlufqualität" 01.2011);
- Filterreinigung, Erhöhung der Filterdimensionierung zur Reduktion des Druckabfalls.

Eine wichtige Kenngröße zur Beurteilung der energetischen Effizienz des Ventilators ist die spezifische Ventilatorleistung (Specific Fan Power; SFP). Dieser Wert ist ein europaweiter Kennwert und wird durch die DIN EN 13779 festgelegt. Er definiert sich über das Verhältnis von verbrauchter elektrischer Ventilatorleistung zum geförderten Luftvolumenstrom (Einheit:  $W/(m^3/s)$ ). Typische Werte liegen bei Großanlagen zwischen SFP-3 und SFP-4 und bei Kleinanlagen zwischen SFP-5 und SFP-7. Nach EnEV 2009 darf in der RLT-Anlage eine maximale Leistungsaufnahme von  $2000 W/(m^3/s)$  nicht überschritten werden (SFP 4).

**Tabelle 14: Kategorisierung nach Ventilatorleistung**

| Kategorie | spezifische Ventilatorleistung [Ws/m <sup>3</sup> ] |
|-----------|-----------------------------------------------------|
| SFP-1     | <500                                                |
| SFP-2     | 500-700                                             |
| SFP-3     | 750 - 1250                                          |
| SFP-4     | 1250 -2000                                          |
| SFP-5     | 2000 - 3000                                         |
| SFP-6     | 3000 - 4500                                         |
| SFP-7     | >4500                                               |

Maßnahmen wie Zeitabschaltung, Reduktion des Volumenstroms, Erhöhung des Toleranzbereichs sind meistens wirtschaftlich und mit wenig Aufwand durchführbar. Eingriffe, z. B. in die Luftkanalführung für den Einbau einer Wärmerückgewinnung, erfordern mehr Aufwand.

Durch einen Wärmetauscher kann die Wärmeenergie der Abluft entzogen werden, um sie dann wieder der Zuluft zuführen zu können. Die hocheffizienten Wärmerückgewinnungseinrichtungen (WRG), bislang eine Nutzungsquote ca. 50%, beherbergen große Energieeinsparpotenziale: Verringerung der Anschlussleistungen für Heiz- und Kälteenergie; Verringerung des Energieverbrauchs für Heizung und Kühlung; Verkleinerung oder sogar Entfall von Heizkessel, Kältemaschine, weniger Schadstoffemissionen, Verringerung der Investitions- und Betriebskosten.

Die oben beschriebenen Maßnahmen (weniger die Einzelmaßnahmen, sondern aufeinander abgestimmte Maßnahmenbündel) können den Stromverbrauch von RLT-Anlagen nach [ISI 2003] um etwa 30 % reduzieren. Das rein technische Potenzial liegt je nach Anlagentyp und Anwendungsfall zwischen 40 und 60% [S.202, ISI 2003].

Hinweise zur Regelung von Kälteleistungen, die auch für Klimaanlage relevant sind, findet man im Ratgeber „Kältetechnik für Industrie und Gewerbe“ [dena 2010-1].

Nachfolgend sind Praxisbeispiele der Stadt Wien dargestellt, die anhand konkreter Maßnahmenumsetzungen aufzeigen, wie die Stromkosten bei bestehenden Lüftungsanlagen gesenkt werden können [<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/sep/pdf/lueftungen-leitfaden.pdf>].

#### **Einkaufszentrum: Filterfläche vergrößert**

„In einem Einkaufszentrum waren die Druckverluste in der Lüftungsanlage sehr groß. Zudem war es aufgrund des Standortes sehr oft notwendig, die Filter zu reinigen bzw. zu wechseln. Da in der Lüftungszentrale genügend Platz vorhanden war, konnte die Filterfläche verdoppelt werden, wodurch der Druckverlust entsprechend sank. Der Stromverbrauch für den Antrieb der Ventilatoren reduzierte sich dadurch um ca. ein Drittel. Die Amortisationszeit der Maßnahme lag bei weniger als 4 Jahren.“

#### **Hotel: Überprüfung der Luftqualität**

Normative Regelungen geben für Hotels und deren Räumlichkeiten bestimmte Luftwechselraten vor. Bei älteren Anlagen erfolgt dabei häufig ein vollständiger Ersatz der abgeführten Luft. Die Zuluft muss in diesem Fall vollständig aufbereitet (temperiert, befeuchtet usw.) werden. Die Gebäudenutzung in Hotels erfordert jedoch nicht, dass zu jeder Zeit die Luft vollständig ersetzt wird. So können zwar Gästezimmer rund um die Uhr belüftet werden, aber es ist davon auszugehen,

dass z.B.: um 11:00 Uhr die Zimmernutzung bei weniger als 5 % liegt und daher auch die Abluft eine gute Luftqualität aufweist. Eine Rückführung oder Zumischung der abgeführten Luft zur Zuluft reduziert die Energieverluste. Dazu ist es jedoch notwendig, dass die Luftführung der Lüftungsanlage eine Rückführung vorsieht. Gleichzeitig muss die Qualität der Zu- und Abluft laufend über Luftsensoren überprüft werden. Eine Hotelkette hat in den letzten Jahren bei einigen ihrer Häuser in Wien die Lüftungsanlagen mit einer Rückführungsmöglichkeit ausgestattet. Die Investitionskosten für die neue Luftführung und den Einbau einer neuen Steuerung samt dazugehörigen Sensoren haben sich in weniger als drei Jahren amortisiert.

#### **Geschäft: Effiziente Ventilatoren**

In einer Filiale einer großen internationalen Kleiderkette stammte die Lüftungsanlage aus dem Jahre 1995. Mit einer Maximalleistung von 6.000 m<sup>3</sup>/h verfügte sie über drei Betriebsstufen, die über einen CO<sub>2</sub>-Sensor gesteuert wurden. Die Anschlussleistung lag bei insgesamt 15 kW für die Zu- und Abluft. Im Rahmen einer Haustechnikmodernisierung wurden 2007 die Lüfter mitsamt Antrieb ersetzt, Sensoren nachgerüstet und die Reglerarretierung neu eingestellt. Die neue Anschlussleistung beträgt nunmehr 9,2 kW, wobei der Motor stufenlos steuerbar ist. Die jährlichen Energieeinsparungen liegen bei fast 17.000 kWh oder rund 60 %. Die Kosten von 6.700 Euro werden sich in rund 3,5 Jahren amortisieren.“

### **c) Kältetechnik**

Kältetechnik wird in verschiedenen industriellen und gewerblichen Bereichen eingesetzt. Neben der Raumklimatisierung dient sie auch zur Kühlung von Lebensmitteln und EDV-Anlagen. Der größte Kälteanwender ist die Nahrungsmittelkühlung (Erzeugung, Transport, Lagerung, und Verkauf), gefolgt von Klimatisierung und Industriekälte (chemische Industrie, Labors).

Fleischereien, Bäckereien, Gefrierkost, Brauereien, Fruchtsafthersteller, Milchverarbeitung und Schlachthöfe, Transportkälte, Handel, Eisdielen, Apotheken, Tankstellen, Gaststätten, Hotels, Kantinen sind alle Kälteverbraucher.

Verdichter, Kältemittel und Wärmetauscher sind die Hauptkomponenten einer Kälteanlage.

Folgende effizienzsteigernde Maßnahmen bieten sich an:

- Einsatz elektronisch geregelter Pumpen,
- Verwendung mehrstufiger Verdichter,
- Einsatz von mehreren parallelen Verdichtern - bessere Anpassung an Teillastbetriebszustände,
- Wärmerückgewinnung (von großer Bedeutung in Fleischereien, weil ständig ein hoher Heißwasserbedarf besteht),
- Verbesserte Wärmedämmung (Absenkung der Kälteleistung für den Kühlraum als Folge),
- Einstellung richtiger Kühltemperatur, regelmäßige Temperaturkontrollen,
- Optimierung von Systemlösungen, Verbundanlagen statt Einzelanlagen,
- Fremdwärmenutzung: Abwärme als thermischer Antrieb für Absorptionskälteanlagen,
- Kopplung der Kälteanlage an externe Wärmeabnehmer,
- effizienzorientierte Instandhaltung.

Hauptsächlich wird Kälte mit Kompressions- und Absorptionskälteanlagen erzeugt. Mit Absorptionskälteanlagen kann der Energieverbrauch in der Kälteerzeugung minimiert werden. Absorptionskälteanlagen nutzen Wärme anstelle von Strom für die Kälteerzeugung. Wichtig für die Wirtschaftlichkeit ist eine kostengünstige Wärmequelle, die für Klimakälteanwendungen ein Temperaturniveau von 80 bis 130 °C haben sollte. Adsorptionskälteanlagen als mögliche Lösung, wenn nur Wärme auf niedrigerem Niveau zur Verfügung steht 50° bis 100°C. Auch Kombinationen von Sorptionskälteanlagen mit erneuerbaren Energiequellen können Vorteile mit sich bringen. Sonnenenergie als Wärmequelle bei der Bereitstellung von Klimakälte hat den Vorteil, dass die Energie immer dann vorhanden ist, wenn der Kühlungsbedarf am höchsten ist. Eine interessante Anwendung kann eine Absorptionskälteanlage darstellen, die mit Heißwasser aus Tiefengeothermie betrieben wird.

Wenn auf Kompressionskältemaschinen nicht verzichtet werden kann, sollte deren Abwärme genutzt werden.

Kältetechnik stellt den bedeutendsten Stromverbraucher im Lebensmittelhandel dar. Im Bereich der Supermarktkühlung beträgt deren Anteil zwischen 40-60 % [Becker 2007]. In Gastronomiebetrieben, Bäckereien, Metzgereien, Apotheken, sowie Lebensmittel-einzelhandelsgeschäften, in denen die Kälteversorgung einen hohen Anteil am Gesamtverbrauch einnimmt, ist es sinnvoll die Energie möglichst effizient einzusetzen.

Ein erheblicher Teil des Energiebedarfs kann oft mit einfachen Maßnahmen eingespart werden:

- richtige Beladung,
- Durchführung von Temperaturanpassung,
- durchdachtes Aufstellen von Kühlmöbel ( nicht der Sonne aussetzen, in Gruppen und gegenüberliegend aufstellen),
- Schließung bzw. Teilschließung, Glasabdeckungen, Rollos und Abdeckungen für die Nacht,
- Optimierung der Beleuchtung (außerhalb des Kühlbereiches),
- regelmäßige Reinigung der Wärmetauscher,
- Nutzung der Abwärme zur kostenlosen Brauchwassererwärmung.

Darüber hinaus gibt es Investitionsmöglichkeiten in energiesparende Kühltechniken, wie die optimierten steckerfertigen Kühl- und Tiefkühlgeräte. Diese haben gegenüber den heutigen Bestandsgeräten im Durchschnitt einen um 30 % geringeren Stromverbrauch. Bis zum Jahr 2020 soll der Bestand komplett ausgetauscht werden.

Das Bundesumweltministerium stellt seit 2009 in einem eigenen Förderprogramm zehn Jahre lang Gelder zum Austausch alter gegen neue Aggregate zur Verfügung. Je nach Situation werden bis zu 35% der Investitionskosten übernommen. Es wird geschätzt, dass

innerhalb der typischen Branchen der Strombedarf um etwa 20 – 30% durch Umstellung auf effiziente Techniken reduziert werden kann.

Die Studie des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „Energie sparen bei Kälteanlagen im Lebensmittelhandel“ gibt einen detaillierten Überblick über die Möglichkeiten den Energieverbrauch im Lebensmittelbereich zu senken [BayLfU 2006].

Nachfolgend sind Praxisbeispiele zur Optimierung der Kälteversorgung dargestellt, die anhand konkreter Maßnahmenumsetzungen aufzeigen, wie die Stromkosten gesenkt werden können.

**OSRAM** [[http://www.augsburg.de/fileadmin/www/dat/04um/zukunftspreis/Umweltpreis\\_broschuere\\_2009.pdf](http://www.augsburg.de/fileadmin/www/dat/04um/zukunftspreis/Umweltpreis_broschuere_2009.pdf)]

„Die OSRAM GmbH hat in einem Gesamtkonzept in ihrem Werk in Augsburg die Kälteerzeugung umgestellt. Mit einer Absorptionskälteanlage wird aus Abwärme im Sommer Kälte für die Fertigungshallen gemacht. Grundwasserkälte wird als Prozesskälte und zur Kühlung von Anlagen eingesetzt, bei gleichzeitiger Reduzierung des Trinkwasser- und Chemikalienverbrauchs.

Investitionsmehrkosten: 960.000 €,

Jährliche Einsparung: 360.000 € (2,2 Mio. kWh Strom, 40.000 m³ Trinkwasser),

Amortisationszeit: 3 Jahre, Kapitalrendite (interne Verzinsung): 38 %.

Das Projekt gliedert sich in zwei Teile. Auf der einen Seite wird für Kühlzwecke nun Grundwasser statt wie bisher Kühltürme und Kältemaschinen verwendet. Dieses wird direkt in das Pumpwerk der Firma OSRAM GmbH geleitet und nach der Temperaturerhöhung von höchstens 1,5°C wieder dem städtischen Entwässerungskanal zurückgeführt. Die Qualität des Grundwassers wird dabei in keiner Weise verändert, da alle Kühl- bzw. Kälteanlagen über Systemtrennungen von den technischen Anlagen, beispielsweise doppelwandige Rohrleitungen, verfügen. Auf der anderen Seite wird in einer Absorptionskälteanlage Kaltwasser erzeugt. Aus dem 110°C heißen Wasserkreislauf werden in der warmen Jahreszeit 1,5 MW für die Kälteanlage entnommen. Unter Verwendung von Grundwasser und einer elektrischen Antriebsleistung von nur 6 kW erzeugt die Absorptionskälteanlage 1 MW Kaltwasser für alle vier Werke bei 6°C im Vorlauf und 12°C im Rücklauf. Dadurch können vier elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen entfallen. Gleichzeitig werden Produktionsanlagen sowie Kompressoren und Vakuumpumpen in drei Werken über jeweils den Maschinen vorgeschaltete Edelstahl-Plattenwärmtauscher gekühlt. Dadurch werden fünf Kühltürme eingespart.“

**Gourmet Fleischerei und Feinkost GmbH / Brandenburg**

[[http://www.industrie-energieeffizienz.de/dena-](http://www.industrie-energieeffizienz.de/dena-referenzprojekte.html?no_cache=1&tx_sbproref_pi1[showUid]=67&tx_sbproref_pi1[view]=project)

[referenzprojekte.html?no\\_cache=1&tx\\_sbproref\\_pi1\[showUid\]=67&tx\\_sbproref\\_pi1\[view\]=project](http://www.industrie-energieeffizienz.de/dena-referenzprojekte.html?no_cache=1&tx_sbproref_pi1[showUid]=67&tx_sbproref_pi1[view]=project)]

„Die Gourmet Fleischerei und Feinkost GmbH beschäftigt am Standort Herzberg in Brandenburg 80 Mitarbeiter und verarbeitet 3.600 Tonnen Fleisch jährlich. In 24 Kühlräumen mit einer Fläche von 4.500 m² findet die Zerteilung, Reinigung, Weiterverarbeitung und Lagerung der Produkte statt.

Die kältetechnischen Installationen sind über Jahrzehnte gewachsen. Bei steigendem Bedarf wurden jeweils weitere Kälteanlagen installiert. Zum Teil wurden bei der Auslegung der Kältemaschinen Sicherheitsaufschläge berücksichtigt, was zu Überkapazitäten führte. In besonderen Betriebssituationen, bei denen viele Kältemaschinen im Einsatz waren, ist es zu erheblichen Leistungsspitzen gekommen. Die bislang installierte Zweipunkt-Steuerung führte darüber hinaus zu hohen Wartungs- und Instandhaltungskosten.

Der Energieverbrauch der Kühlräume wurde bisher nicht separat erfasst. Zur Entwicklung von Optimierungsmaßnahmen wurde der Energie- und Leistungsbedarf der Kälteanlagen auf Basis von elektrischen Leistungsaufnahmen und Betriebszeiten sowie anhand der Nennkälteleistung der Einzelaggregate rechnerisch ermittelt. 65% des Gesamtstromverbrauchs wurde demnach für die Bereitstellung von Kälte verwendet.

Im Rahmen der daraufhin entwickelten Optimierungsmaßnahmen wurden die einzelnen Kältemaschinen durch mehrere Verbundsysteme ersetzt, die durch Frequenzumrichter bedarfsgerecht geregelt werden können. Die Verbundanlagen versorgen mehrere Kühlstellen mit einer zentralen Verbundanlage, bei der immer mehrere Verdichter einer Kühlstelle zugeordnet sind. Die Verdichter haben bei einem Ausfall immer ausreichende Leistungsreserven, um einen Totalausfall zu verhindern. Auf diese Weise kann neben der Effizienz auch die Betriebssicherheit erhöht werden.

Durch das neue Regelsystem der Kältemaschine mit elektronischen Expansionsventilen konnten die Betriebseigenschaften des Kälteprozesses verbessert werden. Die Verflüssigungs- und Verdampfungstemperaturniveaus konnten an das erforderliche Niveau angepasst werden. Damit wurde die Kälteleistungszahl um 34% erhöht.

Mit dem Einsatz einer neuen Regelung der Lüfter an den Kondensatoren der Kältemaschine mittels Frequenzumrichter konnte der Energieverbrauch weiter gesenkt werden. Die Abwärme des Verbundsystems wird für die Warmwasserbereitung im Betrieb genutzt.

Die in diesem Projekt erarbeitete technische Lösung lässt sich gut auf andere Unternehmen übertragen, die über mehrere Kühlräume verfügen. Für das Unternehmen hat sich die Investition gelohnt: jährlich spart es ca. 560.000 kWh Strom ein, womit die Gourmet Fleischerei eine Kosteneinsparung von ca. 67.000 Euro erreicht. Die Wartungs- und Instandhaltungskosten konnten ebenfalls gesenkt werden.“

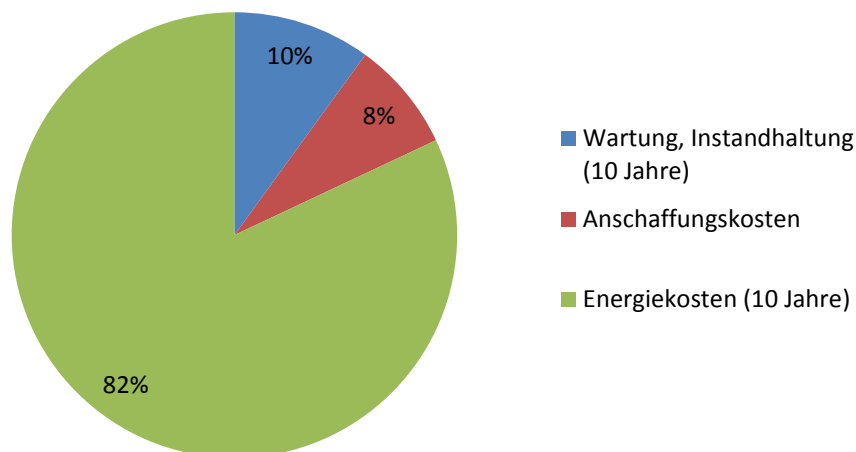
#### d) Pumpen

Viele Branchen des produzierenden oder verarbeitenden Gewerbes setzen Pumpen und Pumpensysteme für die verschiedensten Anwendungen ein.

Zu den wichtigsten Komponenten eines Pumpensystems gehören beispielsweise Frequenzumrichter, Elektromotor, Getriebe, Pumpe und Rohrleitung sowie das Mess- und Regelsystem.

Um ein hohes Einsparpotenzial im Pumpensystem zu erreichen ist es wichtig, das Pumpensystem im Zusammenspiel mit der Anlage, die es versorgt, als Gesamtsystem zu betrachten. Der Motor, die Pumpe und die Regelung müssen aufeinander und auf den Förderbedarf passgenau abgestimmt werden. Auch Rohrleitungssysteme, bei denen die erreichbaren Einsparpotenziale stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängen, haben einen großen Einfluss auf den Gesamtstromverbrauch von Pumpensystemen. Schon der Austausch von Ventilen und Klappen kann große Einsparungen mit sich bringen.

Für die Ermittlung der Einsparpotenziale des jeweiligen Pumpensystems kann eine Analyse der Lebenszykluskosten hilfreich sein. Eine beispielhafte Aufteilung der Kosten über den Systemlebenszyklus wasserführender Pumpensysteme zeigt Abbildung 52. Der Stromverbrauch verursacht rund 82% der Gesamtkosten über die Lebensdauer (10 Jahre).



**Abbildung 52: Aufteilung der Kosten wasserführender Pumpensysteme [dena 2010-2]**

Durch Optimierung der Pumpensysteme kann der Stromverbrauch und damit die Kosten für den Pumpenbetrieb um 5 bis 30% reduziert werden.

Nähere Informationen hierzu findet man im Internet unter [www.industrie-energieeffizienz.de/technologien/pumpensysteme.html](http://www.industrie-energieeffizienz.de/technologien/pumpensysteme.html).

Anhand folgender Praxisbeispiele zur energetischen Optimierung der Pumpensysteme wird dargestellt, wie die Unternehmen durch erfolgreiche Umsetzung der Einsparmaßnahmen die Stromkosten für ihre Pumpen reduziert haben.

#### **Torgauer Brauhaus**

[<http://www.industrie-energieeffizienz.de/technologien/pumpensysteme/neue-torgauer-brauhaus-gmbh.html>]

„2010 wurde im Rahmen einer Energieanalyse der Pumpensysteme bei der Neuen Torgauer Brauhaus GmbH eine Bestandsaufnahme gefolgt von einer detaillierten Analyse des energetischen Ist-Zustands des Rohrleitungsnetzes inklusive des Einbauortes der Pumpen im System sowie der gesamten Rohrleitungsführung mitsamt Regelungs- und Steuerungsmechanismen durchgeführt.

Dabei wies bspw. die Kühlturmpumpe der Brauerei den höchsten Stromverbrauch auf. Diese Pumpe läuft ununterbrochen, ohne jeglichen Regelungseinfluss oder Steuerung durch die Kühlwassertemperatur und wird nur ein- oder ausgeschaltet. Hier empfiehlt sich der Austausch der Pumpe gegen ein Modell mit temperaturgeführter Drehzahlregelung.

Durch das Verlegen des Vorlagebehälters (aufgrund baulicher Gegebenheiten musste das Kühlwasser bis zum Kühlturm um 10 Meter angehoben werden) wurde der Energieverbrauch weiterhin reduziert.

Durch die Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung kann die Brauerei Torgau den Stromverbrauch der untersuchten Pumpensysteme um 76% bzw. um 55.400 kWh im Jahr senken und dadurch Kosten in Höhe von 8.870 Euro sparen. Investition: 28.600 €.“

#### **Reuther Verpackung GmbH & Co. KG.**

[[http://www.industrie-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/system-effizienz/downloads/ESIG\\_Ergebnisbericht\\_Endfassung\\_einseitig.pdf](http://www.industrie-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/system-effizienz/downloads/ESIG_Ergebnisbericht_Endfassung_einseitig.pdf)]

„Die Reuther Verpackung GmbH & Co. KG produziert am Standort Neuwied Verpackungen für den Lebensmittel- und Tiernahrungsbereich. Betriebsgröße: unter 250 Mitarbeiter. Bei der Untersuchung des Betriebs stellte sich heraus, dass sowohl die Pumpen der Heizungen als auch des Kaltwassersystems für die Druckmaschinen an allen Produktionstagen bei Volllast laufen, obwohl häufig ein Teillastbetrieb ausreicht. Des Weiteren wurde bei optimierter Auslegung des Wärmetauschers für das Kaltwassersystem der thermischen Nachverbrennung auf den Betrieb einer Pumpe verzichtet.

Maßnahmen zur Systemoptimierung: Taktung der Pumpen, Verwenden von Frequenzumrichter für den Betrieb mit veränderlicher Drehzahl, Optimierung des nachgeschalteten Wärmetauschers, Reduktion des Betriebs auf eine Pumpe zur Kühlung der Rauchgase der thermischen Nachverbrennung.

Ergebnisse: Stromeinsparung: 47% (345.000 kWh/Jahr), Kosteneinsparung: 34.500 €/Jahr, Investition: 50.000 €.“

### **e) Druckluftbereitstellung**

Druckluft bietet zahlreiche Vorteile: sie ist sauber, leicht zu handhaben, flexibel einsetzbar, praktisch ungefährlich. In vielen Branchen wird sie für die verschiedensten Anwendungen eingesetzt, etwa Antriebe für Zahnarztbohrer, Bohrmaschinen und Schrauben, pneumatische Förderanlagen, Kühlmittel für heiße Werkzeuge und Anlagen oder Steuerung und Regelung mit Druckluft. Die Druckluftherzeugung ist allerdings sehr energie- und kostenintensiv, wobei die Anschaffungskosten verglichen mit den laufenden Betriebskosten (Strom) gering sind. Der Stromverbrauch für Druckluft liegt im GHD-Sektor bei etwa 10% des gesamten Stromverbrauchs [Wup 2006].

Ein Druckluft-System besteht im Wesentlichen aus drei Bereichen:

- Erzeugung und Aufbereitung (Kompressor)
- Verteilung (Netz)
- Anwendung und Verbraucher.

Nicht selten gehen bis zu 50% der Druckluft auf dem Weg zum Anwender (Werkzeug) verloren. Die durchschnittliche Leckagerate eines Druckluftsystems kann bis zu 25% erreichen. Der Gesamtwirkungsgrad eines Druckluftsystems lässt sich wie folgt verbessern:

- Einsatz effizienter Motoren,
- Drehzahlregelung mit Frequenzumrichter,
- Vermeiden von Leckageverlusten und unnötigem Druckabfall,
- Verbesserung der Luftführung im Rohrnetz (weniger Reibung – weniger Druckverlust),
- Druckluftaufbereitung abhängig vom Einsatzbereich (verschiedene Filter – verschiedene Differenzdrücke),
- Einsatz mehrerer Kompressoren unterschiedlicher Leistungen mit übergeordneter Steuerung,
- Einbau von Druckluftspeichern,
- Nutzung der Kompressorabwärme,
- regelmäßige Wartung und Instandhaltung.

Bis zu 50% der Energiekosten [dena 2011 -1] können hierbei eingespart werden. Um dieses Potenzial zu erschließen, muss das gesamte System betrachtet werden. Die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung lassen sich nicht in allen Betrieben gleichermaßen anwenden. Das gesamte durchschnittliche Energieeinsparpotenzial liegt zwischen 20 und 40% [ISI 2003, S.183].

Der Ratgeber "Druckluftsysteme für Industrie und Gewerbe" gibt einen detaillierten Überblick über die Anlagenplanung, Erzeugung, Aufbereitung, Regelung, Verteilung und Anwendung der Druckluft bis hin zur Systemoptimierung [dena 2010].

Projektbeispiele zur Optimierung des Druckluftsystems:

**Paderborner Brauerei** [Efficiency Award 2007]

Die Paderborner Brauerei Haus Cramer KG betrieb zwei Druckluftnetze mit unterschiedlichem Druck. Ein an den Bedarf angepasstes optimiertes Druckluftkonzept wurde entwickelt und verwirklicht. Die vorher getrennten Druckluftnetze wurden durch das Öffnen von Absperrventilen zu einem gemeinsamen Netz zusammengeschaltet. Eine übergeordnete Steuerung und ein 75 kW Schraubenkompressor (höherer Wirkungsgrad) mit einer elektronischen Drehzahlregelung (verbrauchsabhängige Druckluftherzeugung) wurden installiert.

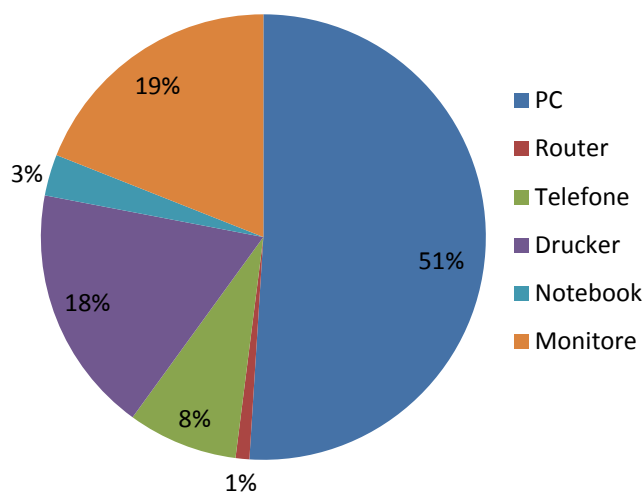
Ergebnisse: Die Optimierung des Gesamtsystems „Druckluftanlage“ (Druckluftherzeuger, Verteilung und Druckluftverbraucher) ermöglichte es, rund 50% des Stromverbrauchs zur Druckluftherzeugung (775.000 kWh/Jahr) einzusparen. Investition: 62.500 €, oder, Energiekosteneinsparung: 55.000 €/Jahr.

Durch die sehr weite Verbreitung von Druckluftanlagen in Unternehmen unterschiedlichster Größenordnung sind diese Maßnahmen in hohem Maß auf andere Betriebe innerhalb und außerhalb der Branche übertragbar.

#### f) Informations- und Kommunikationstechnologie

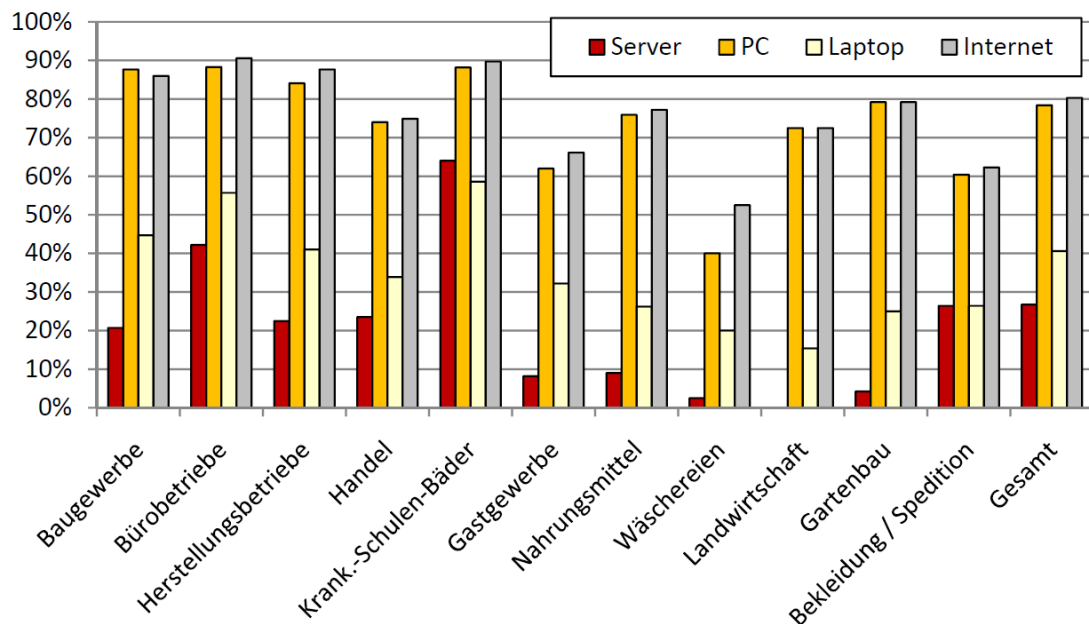
Die Energie für den Bereich Information und Kommunikation wird fast ausschließlich durch Strom bereitgestellt und der Ausstattungsgrad der Betriebe mit Bürogeräten ist sehr hoch. Etwa 15% des Gesamtstromverbrauches im GHD-Bereich entfielen in Deutschland im Jahr 2008 auf die Informations- und Kommunikationstechnologien, das sind rund 26 GWh<sub>el</sub>.

Rund die Hälfte des Stromverbrauchs für IKT entfällt auf die Nutzung von Desktop-PCs, während die Bedeutung der Notebooks noch gering ist. Auf Drucker und Monitore entfallen weitere 40%.



**Abbildung 53: Stromverbrauch für IKT-Endgeräte in Unternehmen 2007**  
[IZM 2009]

Abbildung 54 gibt einen Überblick über die IKT-Ausstattung der Betriebe (Server, PC, Laptop und Internetanschluss). Über einen Internetanschluss, Laptop oder PC verfügen über 80% der Betriebe (etwa 16,5 % haben weder Laptops noch PCs).



**Abbildung 54: IKT-Ausstattung im GHD-Sektor In Deutschland 2008**  
[BMWi 2011-1]

Zwischen den Branchen sind deutliche Unterschiede vorhanden. Im Gastgewerbe, bei Wäschereien und im Bereich Bekleidung/ Spedition sind die Ausstattungsraten mit IKT deutlich niedriger als in den Bürobetrieben sowie im Bereich Krankenhäuser-Schulen-Bäder.

Information und Kommunikation sind die Bereiche mit dem stärksten Wachstum des Energiebedarfs. Entscheidend für den Stromverbrauch ist nicht nur die Leistung, sondern auch die Zeit, die ein Gerät läuft. Oft fällt der Stromverbrauch dieser Geräte (Fax, Kopierer etc.) nicht bei der eigentlichen Nutzung – z.B. dem Druckvorgang - an, sondern entsteht im Bereitschaftsbetrieb, wenn die Geräte nicht aktiv genutzt werden. Die Bereitschaftsverluste lassen sich durch den Einsatz moderner Geräte und energiesparendes Verhalten reduzieren. Bei der Beschaffung muss man auf den Stromverbrauch der Geräte im Ruhezustand und im Aus-Zustand (Schein-Aus) achten. Die Geräte sollen mit einer schaltbaren Steckdose nach dem Ausschalten komplett vom Netz getrennt werden. Es können Steckdosenleisten mit einer „Master-Slave-Funktion“ verwendet werden. Durch die Nutzung einer solchen Leiste werden beim Abschalten des Computers alle im Zusammenhang mit dem PC genutzten Geräte (z.B. Monitor, Drucker) ebenfalls automatisch vom Netz getrennt. Eine Zeitschaltuhr einzusetzen wäre auch eine Möglichkeit, so dass die Geräte außerhalb der Arbeitszeiten oder / und am Wochenende automatisch abgeschaltet werden.

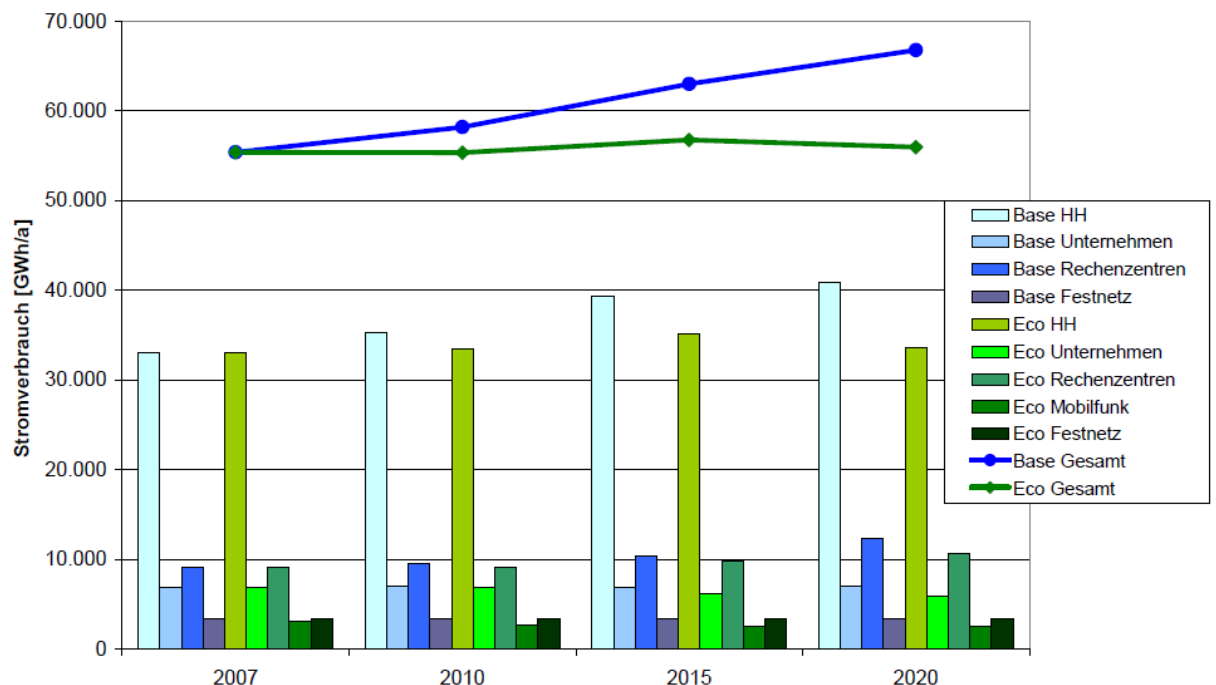
Bei der Beschaffung von Bürogeräten soll auf die Energieeffizienz der Geräte geachtet werden. Beispielsweise sind gegenüber einem PC-Arbeitsplatz aus dem Jahr 2003

Energieeinsparungen von 75% möglich (z. B. Energy Star-Label, Blauer Engel, EU-Umweltkennzeichen, Energy+).

Bei den Servern ist eine Verlagerung zu leistungsstärkeren Geräten zu beobachten. Die Auslagerung von Rechen- und Speicherkapazitäten aus ineffizienten Serverräumen in sichere Rechenzentren ist ein aktueller Trend. Die Energieeffizienz dieser professionell betriebenen Rechenzentren ist höher als bei kleineren Einheiten.

Ein großer Teil des Energieverbrauchs ist für die begleitende Infrastruktur, z. B. die Kühlung von Serverräumen, erforderlich. Durch Einhausung von Servern oder wasserbasierte Kühlung (z.B. mit Grundwasser) kann Energie eingespart werden, ggf. eine anderweitige Nutzung der Abwärme erfolgen. Als grober Maßstab für die Energieeffizienz in Rechenzentren hat sich der PUE-Faktor etabliert. Er wird aus dem Verhältnis zwischen der benötigten Gesamtenergie des RZ und der lediglich von den IT-Komponenten benötigten Energie gebildet. Allgemein gilt ein PUE-Wert von maximal 1,5 als sehr gut.

[Prognos 2007] schätzt das Effizienzpotenzial in diesem Segment auf etwa 8% ein. Nach Berechnungen des Fraunhofer IZM [IZM 2009] wird sich durch die angenommenen geringeren Leistungsaufnahmen des Green IT-Szenarios der IKT-bedingte Stromverbrauch in Deutschland 2020 gegenüber dem Basisszenario um ca. 20 % reduzieren. Damit wird im Jahr 2020 das Niveau des Referenzjahres 2007 erreicht. (vgl. Abbildung 54).



**Abbildung 55: Entwicklung des Stromverbrauches im Basisszenario und im Green -IT-Szenario 2007-2020 nach Bereichen [IZM 2009 S.90]**

Nähere Informationen hierzu findet man im Internet [www.green-it-beratungsbuero.de](http://www.green-it-beratungsbuero.de). Green IT umfasst die umwelt- und ressourcenschonende Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie über deren gesamten Lebenszyklus hinweg, vom Design und der Architektur der Systeme über die Produktion der Komponenten und deren Verwendung bis zur späteren Entsorgung.

Projektbeispiele:

#### **Energieeffiziente Computertechnik in Schulen**

[http://www.bmu.de/foerderprogramme/investitionsfoerderung\\_im\\_inland/foerdervorhaben/doc/46861.php](http://www.bmu.de/foerderprogramme/investitionsfoerderung_im_inland/foerdervorhaben/doc/46861.php)

„Der Kreis Steinfurt (Nordrhein-Westfalen) betreibt vier Berufskollegs. Ein großer Teil des Energieverbrauchs entfällt auf die 50 Computerräume mit seinen 1.250 Desktop-PC's inklusive der Server. Um den auf die Computerräume entfallenen Energieverbrauch zu senken und zeit-gleich - durch Reduzierung der Wärmelasten - zur Verbesserung der klimatischen Lernbedingungen in den Computerräumen beizutragen, plant der Landkreis Steinfurt die Optimierung eines EDV-Klassenraums in der Wirtschaftsschule Steinfurt. Die vorhandenen Desktop-PC's sollen durch Thin Clients ersetzt und die TFT -Flachbild-schirme gegen verbrauchsärmere Bildschirme ausgetauscht werden.

Weiterhin werden alle in der Schule vorhandenen Server konsolidiert und virtualisiert und künftig von der nahe liegenden Fachhochschule Münster betrieben. Für diesen Zweck wird eine Glasfaserverbindung zwischen der Wirtschaftsschule und der Fachhochschule verlegt.

Im Rahmen eines Messprogramms werden die Auswirkungen auf die Umwelt mit einem benachbarten nicht umgestalteten Raum verglichen. Es wird erwartet, dass die Raumluftqualität verbessert, der Stromverbrauch erheblich reduziert und die Kosten für Hardware und Installation gesenkt werden können. Weiterhin ist geplant, über Fachveranstaltungen und die Erstellung eines Leitfadens die aus dem Vorhaben gewonnenen Erfahrungen an andere Berufskollegs und Multiplikatoren im Kreis Stein-furt und im Land Nordrhein-Westfalen weiterzugeben.

Durch das Vorhaben soll gezeigt werden, dass Computerräume in Schulen ohne eine zusätzliche Kühlung auskommen können. Insgesamt werden durch das Vorhaben pro Jahr ca. 43,9 Tonnen CO<sub>2</sub> und ca. 15.200 Euro an Stromkosten eingespart werden.“ Stand Januar 2011.

#### **"IT goes green"**

<http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen.did=367524.html>

Im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms fördert das Bundesumweltministerium innovative IKT- Projekte, die erheblichen Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Ressourcenschutz sowohl in der IKT als auch durch ihre Anwendung haben.

## **g) Verhaltensänderungen**

Grundsätzlich ist ein hohes Effizienzpotenzial durch ein effizientes Verhalten der Mitarbeiter vorhanden. Problem hierbei ist das „Bezahler-Nutzer-Dilemma“: das Unternehmen muss den Energieverbrauch, den die Angestellten verursachen, bezahlen, kann aber das Verhalten nur indirekt beeinflussen. Mitarbeiter müssen zum Stromsparen motiviert werden, das Nutzerverhalten zur Senkung des Bedarfs muss trainiert werden.

Dass dies möglich ist, zeigen viele erfolgreiche Beispiele in Industrie und Gewerbe. So werden in Unternehmen regelmäßig Energietage durchgeführt, um die Aufmerksamkeit von Beschäftigten auf ihren Energieverbrauch und den Zusammenhang mit ihrem Verhalten zu lenken, es werden kleine Projektgruppen auf freiwilliger Basis eingesetzt, die nach Optimierungspotenzialen im Unternehmen suchen. Man beteiligt sich an so

genannten Energieeffizienztischen („Hohenloher Modell“) und trägt die dort gewonnenen Erkenntnisse in die Unternehmen. Andere Maßnahmen zielen dahin, die Transparenz zu erhöhen, um beispielsweise die Energiekosten verursachergerecht den Abteilungen zuzuordnen.

Viele Vorhaben rationeller Energienutzung scheitern nicht an der technischen oder wirtschaftlichen Machbarkeit, sondern an ineffizienten organisatorischen Strukturen oder Abläufen. Der betrieblichen Organisation und Kommunikation soll mehr Beachtung gegeben werden. Am einfachsten geschieht das, wenn in einem Unternehmen ein effizientes Energiemanagement eingeführt wird. Viele Aktivitäten dazu sind beispielsweise bereits in Nord-Rhein-Westfalen gestartet worden, vor allem auch im Zusammenhang mit der neuen europäischen Norm zum Energiemanagement und der Einführung in Unternehmen [EU 2009]. Für den Aufbau eines betrieblichen Energiemanagements sind die Einsetzung eines betrieblichen Energiebeauftragten, der Aufbau eines betrieblichen Energieinformationssystems und die Erarbeitung von Energieaudits von großer Bedeutung. Insbesondere für die kleinen und mittleren Betriebe ist die fehlende Ausstattung mit Energiefachleuten charakteristisch. Nach einiger Zeit der Durchführung eines konsequenten Energiemanagements entwickelt sich bei den damit betrauten Mitarbeitern auch ein Gefühl für sinnvolle investive Maßnahmen an Gebäuden und Geräten.

Energiemanagement ist vor allem eine Führungsaufgabe: Planung, Organisation, Steuerung und Kontrolle des betrieblichen Energieeinsatzes. Aber auch eine Aufgabe, die alle Unternehmens- oder Verwaltungsebenen betrifft und ohne eine aktive Mitwirkung der Energieanwender scheitert. Die organisatorischen und sozialen Bedingungen müssen stärker in den Focus von Veränderungsstrategien genommen werden.

#### **h) Effiziente Beleuchtungssysteme**

Die Beleuchtungstechnik spielt eine herausragende Rolle: mit 41% des GHD-Stromverbrauchs stellt sie den größten Verbraucher des Sektors dar. Als beleuchtungstechnisch intensivste Gruppen erweisen sich beim Stromeinsatz folgende Anwendungsgruppen: „Büroähnliche Betriebe“, gefolgt von „Handel“, „Krankenhäuser/Schulen/Bäder“ und „Gastgewerbe“. Der Anteil der Beleuchtung typischer Büro- und Verwaltungsgebäude beträgt 50 bis 60% des Stromverbrauchs.

Der GHD-Sektor verwendet bereits heute Systeme mit (relativ) energiesparenden Leuchtstoffröhren. Es sind aber weitere Einsparmöglichkeiten durch effizientere Beleuchtungstechniken (Drei-Bandenlampen, verspiegelte Leuchten, Strahler mit Energiesparlampen, elektronische Vorschaltgeräte, LED) gegeben. Beim Vergleich des Stromverbrauchs von Leuchtstofflampen müssen die Vorschaltgeräte mit berücksichtigt werden. Hier kommen drei Typen zum Einsatz: konventionelle Vorschaltgeräte (KVG), verlustarme Vorschaltgeräte (VVG) und elektronische Vorschaltgeräte (EVG). So benötigt

zum Beispiel eine 58 W Dreiband-Leuchtstofflampe zusammen mit einem KVG eine Anschlussleistung von 71 W. Bei der Verwendung eines EVG verringert sich die Systemleistung auf 55 W.

Eine geeignete Lichtverteilung der Leuchte ist für den optimalen Betrieb einer Beleuchtungsanlage von großer Bedeutung. Die richtig ausgewählte Leuchte beeinflusst neben der Energieeffizienz auch den Beleuchtungskomfort (z.B. weniger blendet). Um eine optimale Funktion der Leuchten zu gewährleisten, müssen Abdeckungen, Reflektoren und Lampen regelmäßig gereinigt werden. Dadurch wird die Abnahme der Lichtausbeute vermieden. Um eine höhere Beleuchtungsstärke bei gleicher Watt-Zahl zu erhalten, sollen die Wände und Decken hell gestrichen werden.

Darüber hinaus lassen sich Potenziale mit der bedarfsabhängigen Regelung (Zeitschaltung, Bewegungsmelder, Dimmung) sowie verbesserter Tageslichtnutzung (Tageslichtsensoren) erschließen.

Eine Prüfung der nutzungsgerechten Beleuchtungsstärke ist empfehlenswert: oftmals werden die Richtwerte weit überschritten und ein Teil der Lampen kann entfernt werden.

Ein Nebeneffekt effizienter Beleuchtungsanlagen in lufttechnisch konditionierten Gebäuden oder Kühlgeräten ist eine verringerte Wärmelast, was sich in entsprechend geringerem Energieverbrauch niederschlägt.

Die **Straßenbeleuchtung** gehört zu den großen kommunalen Stromverbrauchern. Dieser Verbrauch kann durch bedarfsabhängige Regelung mit geringen Ausgaben für Sensoren, Steuerung und Kontrollgeräte um 20 – 30 % gesenkt werden. Insbesondere die frühe Umstellung auf Halbnachtschaltung bis zum Tagesanbruch kann für eine deutliche Einsparung sorgen. Darüber hinaus kann durch moderne energiesparende Leuchten eine Verbrauchsreduktion je nach Zustand und Alter der bestehenden Leuchten von bis zu 80% erreicht werden. Die höhere Wartungsfreundlichkeit moderner Beleuchtungsanlagen spart weitere Betriebskosten. LED-Technologie in der Straßenbeleuchtung ermöglicht eine höhere Lichtqualität in Verbindung mit einem reduzierten Energieverbrauch und niedrigeren Wartungskosten.

Ein weiterer Vorschlag betrifft den Ersatz von Halogenlampen durch LED-Lampen in Verkehrsampeln, die etwa ein Drittel der Energie benötigen und einen geringeren Wartungsaufwand haben.

Durch die Optimierung der Lichtlösungen setzt die Kommune wichtige Impulse für Bürger, Handel und Industrie, ebenfalls für den Klimaschutz aktiv zu werden und Energie zu sparen. Mehr Informationen zu Projektplanung, Finanzierung und weiteren Aspekten der kommunalen Beleuchtung hat „[www.licht.de](http://www.licht.de)“ im Web-Special „Besseres Licht für Kommunen“ zusammengestellt.

Praxisbeispiele:

### **Straßenbeleuchtung Rosenheim**

[Stadtwerke Rosenheim GmbH & Co. KG, Johannes Feindler]

Derzeit werden in Rosenheim Maßnahmen zur Modernisierung der Straßenbeleuchtung durchgeführt. Bis Mitte 2013 werden bei 863 Brennstellen die Leuchtmittel durch LED ersetzt werden. Daraus ergibt sich eine Stromeinsparung von 273.000 kWh/a (ca. 13% des aktuellen Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung) und eine CO<sub>2</sub> Einsparung von 3.221 Tonnen pro Jahr. Die Umrüstung weiterer Brennstellen ist geplant.

### **LED-Straßenbeleuchtung**

<http://www.licht.de/de/info-und-service/licht-specials/besseres-licht-fuer-kommunen/energieeffiziente-strassenbeleuchtung/best-practice-beispiele/>

„Die historische Altstadt in Regensburg ist mit über 1.300 denkmalgeschützten Gebäuden Weltkulturerbe der UNESCO. Überalterte Straßenbeleuchtung: Hohe Stromkosten und eine insgesamt schlechte Lichtqualität mit zu hohen Immissionen und schlechter Farbwiedergabe erfordern eine Sanierung. Bedingung dabei war, die historischen Leuchten zu erhalten.

Die Sanierung startete mit zehn Leuchten: Statt der alten 80 Watt Quecksilberdampf-Hochdrucklampen an konventionellen Vorschaltgeräten (KVG) sorgen jetzt LED-Retrofitmodule mit je 42 W an elektronischen Vorschaltgeräten – gepaart mit effizientem Lichtmanagement – für eine gleichmäßige und helle Beleuchtung in der Altstadtgasse. Resultat: Die Lichtqualität ist deutlich gestiegen, und die Sanierung der ersten zehn Leuchten spart 42% Energie und jährlich 228 € Stromkosten.“

### **Beleuchtungsanlage Aachen**

[http://www.energieeffizienz-im-service.de/innenraumbeluechtung/dena-referenzprojekte.html?tx\\_sbproref\\_pi1\[showUid\]=48](http://www.energieeffizienz-im-service.de/innenraumbeluechtung/dena-referenzprojekte.html?tx_sbproref_pi1[showUid]=48)

„Die Stadt Aachen hat umfangreiche Maßnahmen zur Sanierung und Modernisierung der kommunalen Beleuchtung durchgeführt. Insbesondere in öffentlichen Gebäuden wie Schulen, Sporthallen und Verwaltungsgebäuden werden seit Umsetzung der Maßnahmen bis zu 60% Energiekosten eingespart.

Durchgeführte Maßnahmen:

Ersatz konventioneller Vorschaltgeräte (KVG) durch elektronische (EVG),  
Tageslichtabhängiges Dimmen der Leuchten,  
Reduzierung der installierten Leistung durch angepasste Dimensionierung,  
Umrüstung und Einsatz elektronischer Vorschaltgeräte,  
Leuchten mit hocheffizienten Reflektoren.

Projektstatus: Für das Verwaltungsgebäude Lagerhausstraße:

Energieeinsparung pro Jahr: 400.000 kWh/a

Energieeinsparung pro Jahr: 60 %

Kosteneinsparung pro Jahr: 60.000 €

Investitionen: 100.000 €.“

## Anhang 3 Bewertung der Stromeffizienz des kommunalen Sektors

### a) Methodik [VDI 3807, AGES 2005, BMVBS 2009]

Gebäude gleicher Art und Nutzung lassen sich mit Hilfe von Energieverbrauchskennwerten (Strom- und Heizenergieverbrauch) miteinander vergleichen.

Anhand des Stromverbrauchskennwerts kann der Stromverbrauch der einzelnen Gebäude im Verhältnis zueinander und zum Vergleichswert [EnEV 2009] (Mittel- und/oder Richtwerten [VDI 3807]) beurteilt werden. Dies kann Auskunft darüber geben, ob Energiesparmaßnahmen angebracht sind. Bei einer periodischen Beurteilung können Verbrauchsunregelmäßigkeiten, die Ergebnisse von durchgeführten Energiesparmaßnahmen und eventuelle Nutzungsänderungen festgestellt werden.

#### Bestimmung des Stromverbrauchskennwerts:

$$e_{VS} = E_{VS} / A_E$$

$e_{VS}$  - Stromverbrauchskennwert in kWh/(m<sup>2</sup>•a),

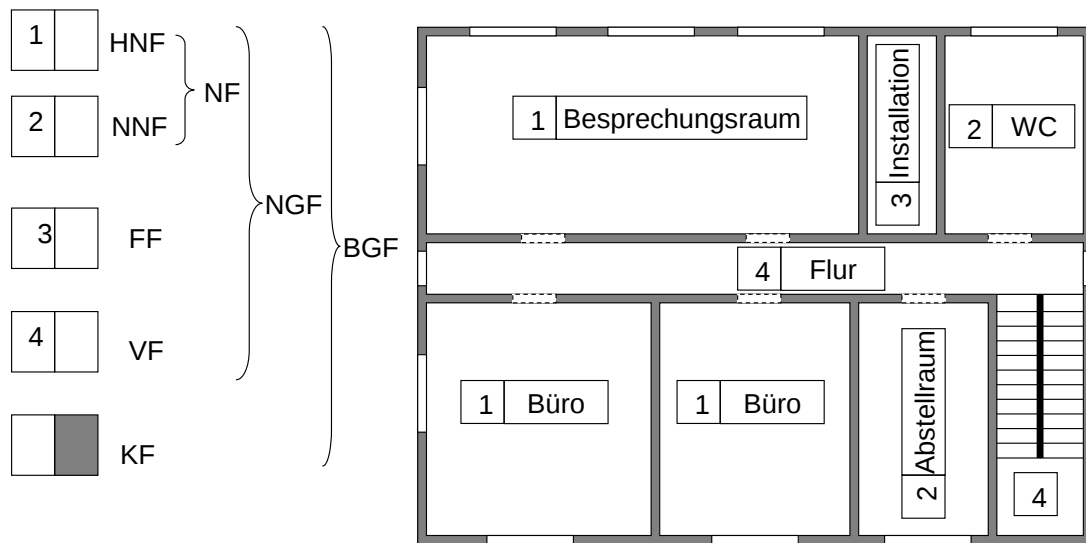
$E_{VS}$  - auf ein Jahr hochgerechneter Stromverbrauch in kWh/a ohne Stromverbrauch für Raumheizung und Prozesswärme,

$A_E$  - Bezugsfläche in m<sup>2</sup>.

In der Berechnung sind Werte für 1 Kalenderjahr berücksichtigt.

#### Definition und Ermittlung der Bezugsfläche:

Nach VDI 3807 Blatt 1 ist die beheizbare Bruttogrundfläche eines Gebäudes als Energiebezugsfläche zu wählen. Nach Energieeinsparverordnung und DIN 18599 ist die beheizte oder gekühlte Nettogrundfläche zu wählen. Wenn diese nicht vorliegt, dann müssen die Flächen entsprechend umgerechnet werden, wobei vor allem Hauptnutzfläche (HNF), Nutzfläche (NF), Nettogrundfläche (NGF) und Bruttogrundfläche (BGF) unterschieden werden. Die genaue Definition der unterschiedlichen Bezugsflächen ist in DIN 277 geregelt. Der qualitative Zusammenhang ist in Abbildung 56 dargestellt. Zur Hauptnutzfläche zählen bei einem Bürogebäude z. B. vorwiegend genutzte Arbeitsräume. Als Nebennutzflächen werden Abstellräume und Sanitärräume gezählt. Funktionsflächen sind Installations- und Haustechnikräume, Verkehrsflächen sind Treppenhäuser oder Flure. Die Konstruktionsfläche als Differenz zwischen Netto- und Bruttogrundfläche beinhaltet die Flächendifferenz zwischen Innenabmessungen der Nettogrundfläche und Außenabmessungen des Gebäudes.



HNF = Hauptnutzfläche, NNF = Nebennutzfläche, FF = Funktionsfläche  
VF = Verkehrsfläche; KF = Konstruktionsfläche,

NF = Nutzfläche; NGF = Nettogrundfläche; BGF Bruttogrundfläche

**Abbildung 56: Aufgliederung der Flächen nach DIN277 und Geschossbezeichnungen [VDI 3807 Blatt1]**

In dieser Arbeit wurde die Nettogrundfläche (NGF) als Energiebezugsfläche verwendet. Als Ausgangsdaten für die Berechnung des Stromverbrauchskennwerts standen die von der Gemeinde Unterhaching Flächen der Gebäude und die von E.ON Bayern gelieferten Stromverbrauchsdaten 2010 zur Verfügung.

Zur Umrechnung der Flächen (Bruttogrundfläche auf die Energiebezugsfläche Nettogrundfläche) wurden gebäudetypische Flächenumrechnungsfaktoren verwendet [BMVBS 2009].

Definition und Ermittlung des Vergleichswertes:

Vergleichswerte für typische Energieverbrauchskennwerte werden amtlich ermittelt und systematisch aufbereitet. Diese sind in verschiedenen Vorschriften und Regelwerken aufgeführt, wie z. B. in der VDI 3807, EnEV 2009 oder in DIN 18599. Der Vergleichswert ergibt sich aus der Beurteilung der Energieverbräuche gleichartiger Gebäude. Dazu wurden die Daten von einer großen Anzahl Gebäude untersucht und bewertet. Der Vergleichswert ist dabei der häufigste Wert (flächengewichteter Mittelwert) aus der statistischen Verteilung. Die Vergleichswerte werden durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und das Bundesministerium für Wirtschaft und

Technologie bekannt gegeben [BMVBS 2009]. Eine starke Abweichung von dem Vergleichswert stellt einen Anlass zu einer detaillierten Analyse des Energieverbrauchs des betroffenen Gebäudes. Kleinere Stromverbrauchskennwerte als der Vergleichswert können auf eine gute energetische Qualität im Vergleich zum Gebäudebestand dieses Gebäudetyps hinweisen.

Die VDI Richtlinie 3807 Blatt 2 weist als Energieverbrauchskennwerte Mittel- und Richtwerte für den bezogenen jährlichen Verbrauch aus. Der Mittelwert entspricht dem häufigsten Wert der Gebäudekategorie. Der Richtwert wird als unterer Quartilsmittelwert definiert (arithmetisches Mittel der unteren 25% der aufsteigend sortierten Kennwerte). Der Richtwert ist bei Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen anzustreben.

Ermittlung der Stromeinsparung:

In dieser Arbeit wird das Stromeinsparpotenzial aus dem Produkt der Bezugsfläche (NGF) und der Differenz aus dem ermittelten Stromverbrauchskennwert und dem für die jeweilige Gebäudenutzung in VDI 3807 genannten Richtwert [AGES 2005] errechnet:

$$E_s = A_E \cdot (e_{VS} - e_{VS} \text{ Vergleichswert}),$$

$E_s$  - Stromeinsparpotenzial in kWh/a,

$A_E$  - Bezugsfläche (NGF) in m<sup>2</sup>,

$e_{VS}$  – ermittelter Stromverbrauchskennwert in kWh/(m<sup>2</sup>•a),

$e_{VS}$  Richtwert – Richtwert nach VDI 3807 in kWh/(m<sup>2</sup>•a).

## **Anhang 4 Steckbriefe der TOP Maßnahmen und Kurzbeschreibungen**

Die Beschreibungen der Maßnahmen sollen lediglich als Vorschläge für deren Umsetzung dienen. Anpassungen und Änderungen sollten je nach Bedarf während der Planung und Umsetzung erfolgen. Werte zu Einsparpotenzialen sind nur überschlägig berechnet und sollen eine grobe Einschätzung der Auswirkung ermöglichen. Maßnahmen deren Umsetzung sich innerhalb eines Jahres durchführen lässt wurden als kurzfristig, die mit einer Umsetzungsdauer von bis zu 3 Jahren als mittelfristig und die mit einer Umsetzungsdauer von über 3 Jahren als langfristig eingestuft.

## a) Steckbriefe der TOP Maßnahmen

| Einrichtung einer Stabsstelle „Energie- und Klimaschutz“ (~ 60.000 €/a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Übergeordnete zentrale Maßnahme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Zeitraumen</b>                                                                                                                 | <b>Investitionsaufwand</b>                                                                                                                |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeindeverwaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input checked="" type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Koordinierte Umsetzung des Klimaschutzkonzepts. Zentraler Ansprechpartner für Energie- und Klimaschutzfragen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <u>Umsetzung:</u><br><input type="text"/>                                                                                         | <u>Investitionskosten:</u><br><input type="text" value="~ 60.000 €/a"/>                                                                   |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht direkt quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Einführung eines Klimaschutzkoordinators zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Die Einführung eines verantwortlichen Klimaschutz- und Energiebeauftragten ist für die Umsetzung des Konzeptes unerlässlich. So können die Umsetzung koordiniert und verschiedene Maßnahmen zeitlich und inhaltlich aufeinander abgestimmt werden. Sinnvollerweise wird hier auch die Verantwortlichkeit für die Umsetzung des Öffentlichkeitskonzeptes gebündelt. Die Aufgaben des Klimaschutzkoordinators bestehen in der Vorbereitung, Koordinierung, Planung und Umsetzung von beschlossenen sowie der Erarbeitung von neuen Maßnahmen. Die Schaffung einer entsprechenden Stelle innerhalb der Gemeindeverwaltung ist dabei einer externen Vergabe vorzuziehen.</p> <p><u>Hinweis:</u><br/>Personalstelle, zu 50% durch PTJ-Förderung finanziert.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Beibehaltung des Energiemanagements kommunaler Gebäude                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Übergeordnete zentrale Maßnahme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Zeitraumen</b>                                                                                                                 | <b>Investitionsaufwand</b>                                                                                                                |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeindeverwaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input checked="" type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Energie- und CO <sub>2</sub> -Einsparung,<br>Reduzierung der laufenden Kosten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <u>Umsetzung:</u><br><input type="text" value="laufend"/>                                                                         | <u>Investitionskosten:</u><br><input type="text" value="-"/>                                                                              |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht pauschal quantifizierbar (Kosteneinsparungen bis zu 16%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Das bestehende Energiemanagement kommunaler Gebäude wird weiter fortgeführt. Um den Arbeitsaufwand zu minimieren und die Datenbasis der Verbrauchswerte einzelner Liegenschaften zu verbessern, wird empfohlen, relevante Zählerstände automatisiert abzurufen (vgl. Energie- und Klimaschutzbericht, Controlling-Elemente → 8.1.1 Kommunale Liegenschaften)</p> <p>Die durch konsequentes Energiemanagement erzielbaren Kosteneinsparungen erfordern jedoch auch entsprechende personelle und finanzielle Kapazitäten. Eine Analyse des Deutschen Städtetages kommt zu dem Schluss, dass typischerweise 3% der Energie- und Wasserkosten einer Kommune für Personal und ca. 1% für finanzielle Mittel zur Durchführung entsprechender Aufgaben im kommunalen Energiemanagement ausgegeben werden. Diesen können Kosteneinsparungen von ca. 16% gegenüber stehen.</p> <p>Auch wenn die exakten Daten sehr stark von der Struktur der Energieversorgung und dem Zustand und Betrieb der Gebäude abhängen, so lässt sich daraus doch ableiten, dass Ausgaben für Personalkosten im Energiemanagement sehr schnell durch die dadurch erzielten Einsparungen bei den Betriebskosten übertroffen werden.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Erstellung eines jährlichen Energieberichts (intern und öffentlich)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Übergeordnete zentrale Maßnahme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeindeverwaltung,<br>Klimaschutzverantwortlicher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input checked="" type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Erhebung des IST-Zustands, Controlling<br>des Energieverbrauchs, Aufdecken von<br>Fehlentwicklungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <u>Umsetzung:</u><br><input type="text" value="laufend"/>                                                                         | <u>Investitionskosten:</u><br><input type="text" value="wenige Arbeitstage"/>                                                             |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht direkt quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Regelmäßige Erstellung eines Energie- und Klimaschutzberichts und Identifizierung weiterer Handlungsnotwendigkeiten zur Erreichung der Energie- und Klimaziele. Der Energie- und Klimabericht soll aktuelle und historische Trends und Entwicklungen von Energieerzeugung, Energieverbrauch und Emissionen aufzeigen. Der Aufwand liegt vor allem in der Erstellung des ersten Berichtes. Die jährliche Fortschreibung orientiert sich an der Struktur des ersten Berichtes und erfordert in der Regel wesentlich geringeren Aufwand.</p> <p>Neben der reinen Datensammlung sollen auch alle weiteren Aktivitäten des jeweiligen Jahres aufgeführt werden (z.B. kommunal spezifisches Förderprogramm, durchgeführte Veranstaltungen, bauliche und organisatorische Maßnahmen, etc.).</p> <p>Ein interner Bericht mit den wichtigsten Eckdaten sollte jährlich erstellt werden. Dieser kann gleichzeitig als Tätigkeitsdokumentation des Klimaschutzkoordinators sowie als Diskussionsgrundlage für weitere Schritte dienen.</p> <p>Ein öffentlicher Bericht wird, wenn möglich, ebenfalls jährlich veröffentlicht. Dieser Bericht enthält weniger Detailinformationen, dafür aber mehr anschauliche Beispiele und Informationen aus der Gemeinde. Sinnvollerweise kann man den öffentlichen Bericht in Kombination mit dem Umweltbericht / Nachhaltigkeitsbericht oder anderen Veröffentlichungen erstellen.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ „Gast“-Beiträge im öffentlichen Bericht (z.B. von Geothermie Unterhaching oder BEU)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Mitgliedschaft im Klimabündnis der Städte oder Konvent der Bürgermeister                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öffentlichkeitsarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Motivation der Bevölkerung durch Vorbildfunktion der Gemeinde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <u>Umsetzung:</u><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px;">-</div>                                    | <u>Investitionskosten:</u><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px;">ca. 200 € p.a.</div>                      |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Das Klimabündnis der Städte ist ein europäisches Netzwerk von Städten, Gemeinden und Landkreisen, die sich verpflichtet haben, das Weltklima zu schützen. Die Mitgliedskommunen setzen sich für die Reduktion der Treibhausgas-Emissionen vor Ort ein.</p> <p><u>Die Ziele sind:</u> (Quelle: <a href="http://www.klimabuendis.org">www.klimabuendis.org</a>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 10% alle fünf Jahre</li> <li>▪ Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen bis spätestens 2030 (Basisjahr 1990)</li> <li>▪ Schutz der tropischen Regenwälder durch Verzicht auf Tropenholznutzung</li> <li>▪ Unterstützung von Projekten und Initiativen der indigenen Partner</li> <li>▪ CO<sub>2</sub> Ausstoß von 2,5t pro Einwohner und Jahr (CO<sub>2</sub> Äquivalent)</li> </ul> <p>Durch den Beitritt bekennt sich die Gemeinde zum aktiven Klimaschutz.</p> <p><u>Kosten:</u></p> <p>Mindestens 200 € pro Jahr pro Gemeinde (sonst 0,0066 € pro Einwohner)</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mitglied im Konvent der Bürgermeister (<a href="http://www.konventderbuergermeister.eu">www.konventderbuergermeister.eu</a>)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Erstellung von verbindlichen städtebaulichen Energieleitlinien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Strukturelle Maßnahme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Indirekte Einsparung von Wärme, Strom, CO <sub>2</sub> und Kosten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Umsetzung:</b><br><input type="text" value="möglichst zeitnah"/>                                                               | <b>Investitionskosten:</b><br><input type="text" value="-"/>                                                                              |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht direkt quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Ziel der städtebaulichen Leitlinien ist es, das Gebiet neu zu ordnen und damit eine positive Entwicklung als lebendiges Quartier mit Gewerbe- und Wohnnutzungen und öffentlichen Grünflächen zu ermöglichen. Mit den städtebaulichen Leitlinien wird eine gute Grundlage für die Aufstellung eines Bebauungsplanes geschaffen [zitiert nach <a href="http://www.berlin.de/ba-lichtenberg/buergerservice/bauen/bauen044.html">http://www.berlin.de/ba-lichtenberg/buergerservice/bauen/bauen044.html</a> ].</p> <p><b>Beispiel:</b></p> <p>Neubaugebiete werden möglichst so gestaltet, dass die Geothermie Unterhaching Fernwärme an einer zentralen Station an ein lokales Wärmenetz übergeben kann und nicht jedes Haus separat anbinden muss. Dadurch wird sichergestellt, dass auch Häuser mit niedrigem Wärmebedarf wirtschaftlich an das Fernwärmenetz angebunden werden können.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Erstellung von Energieleitlinien / Betriebskonzepten für kommunale Neubauten und Sanierungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Strukturelle Maßnahme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Indirekte Einsparung von Wärme, Strom, CO <sub>2</sub> und Kosten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Umsetzung:</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">möglichst zeitnah</div>                                  | <b>Investitionskosten:</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</div>                                                 |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht direkt quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Für Neubauten und Renovierungen von Liegenschaften werden Leitlinien festgelegt die über die bestehenden gesetzlichen Vorgaben hinausgehen. Ziel ist es, den Energieverbrauch zu minimieren, die benötigte Energie möglichst CO<sub>2</sub>-arm zu beziehen und so als Vorbild für die Öffentlichkeit zu fungieren.</p> <p><u>Beispiel für Energieleitlinien für Gebäude:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bei jeder Sanierung und jedem Neubau wird überprüft ob eine PV-Anlage und / oder eine solarthermische Anlage installiert werden können.</li> <li>▪ Bei jeder Sanierung und jedem Neubau wird überprüft ob die Beleuchtung ganz oder teilweise mit LED-Technik umgesetzt werden kann.</li> <li>▪ Jeder Neubau wird mindestens als KfW-Effizienzhaus 55 oder besser realisiert.</li> </ul> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gebäudeklimatisierung ausschließlich über Fernwärme (Neubau/Sanierung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Erstellung von Energieleitlinien für das kommunale Beschaffungswesen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Strukturelle Maßnahme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeindeverwaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Einsparung von Strom, CO <sub>2</sub> und ggf.<br>Reduzierung der laufenden Kosten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <u>Umsetzung:</u><br><div>möglichst zeitnah</div>                                                                                 | <u>Investitionskosten:</u><br><div>-</div>                                                                                                |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht pauschal quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Eine für alle kommunalen Liegenschaften gültige Leitlinie definiert strenge energetische Mindeststandards, die bei der Auswahl und Beschaffung von Geräten und Ressourcen eingehalten werden. Sparsame und umweltverträgliche Produkte sind trotz ggf. höherer Anschaffungskosten anderen Produkten vorzuziehen, soweit dies finanziell vertretbar erscheint. Um eine sinnvolle und einheitliche Balance zwischen Ökonomie und Ökologie zu schaffen, sollte eine Gewichtung (z.B. 40 % energetische Aspekte zu 60 % Preis) definiert werden.</p> <p><u>Beispiel im Bereich Büroanschaffungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alle Neuanschaffungen haben mindestens Energieeffizienzklasse A++.</li> <li>▪ Neue Computer werden so eingestellt, dass sich diese schneller in den Modus „Ruhezustand“ versetzen.</li> </ul> <p><u>Beispiel im Bereich Fahrzeugflotte:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es werden Einzel- oder Flottenverbrauchskennwerte für Dienstfahrzeuge als Maximalwerte vorgegeben.</li> </ul> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lokal erzeugte Produkte (z.B. Getränke) werden bevorzugt verwendet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Planung und Errichtung eines Energieparks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Öffentlichkeitsarbeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Zeitraumen</b>                                                                                                                 | <b>Investitionsaufwand</b>                                                                                                                |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde, evtl. BEU oder Gewerbe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input checked="" type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Motivation und Information der Bevölkerung. CO <sub>2</sub> -Einsparung durch erzeugten Strom.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <u>Umsetzung:</u><br><div>Lebensdauer 20a</div>                                                                                   | <u>Investitionskosten:</u><br><div>ca. 30.000 €</div>                                                                                     |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Motivation und Information nicht quantifizierbar, CO <sub>2</sub> -Einsparung ca. 3,5 t/a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br>Es wird ein Energiepark mit unterschiedlichen Anlagen zur regenerativen Energieerzeugung geplant / angelegt. Die Anlagen werden so errichtet, dass sich diese ästhetisch in das Landschafts- und Gemeindebild einfügen. Primäres Ziel ist die Motivation und Information von Bürgern zum Thema erneuerbare Stromerzeugung. Informationstafeln erklären an jeder Anlage die verwendete Technologie und deren Wirkungsprinzip. Die regenerativ erzeugte Energie trägt zusätzlich noch zur CO <sub>2</sub> -Einsparung bei.<br><u>Anlagen die sich dafür prinzipiell eignen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kleinwindkraftanlagen<br/>(z.B. 2 Anlagen je 2kW, 2x 12.000 €; Thema könnte die Gegenüberstellung von Horizontal- und Vertikalläufern sein.)</li> <li>▪ Photovoltaikanlage<br/>(z.B. 3 Anlagen je 1kW, 3x 1.700 €; Thema könnte die Gegenüberstellung Mono-, Polysilizium und Dünnschichtphotovoltaikmodulen oder der Einfluss der Ausrichtung auf die Erzeugungskurve sein.)</li> <li>▪ Inselsysteme – Stromerzeugungseinheit im Zusammenspiel mit Speicher und Verbraucher (z.B. LED-Solarleuchte).</li> <li>▪ Kleinwasserkraftanlage; In Unterhaching aufgrund des Volumenstrom und Gefälles wahrscheinlich nicht umsetzbar.</li> </ul> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Anlagen werden von Firmen oder Bürgern gestiftet. (z.B. über Patenschaften).</li> <li>▪ „Energie-Sparziergang“ wird beschildert.</li> <li>▪ Besondere Gebäudesanierung kann ebenfalls hervorgehoben werden.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Steigerung der Attraktivität des ÖPNV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mobilität/Verkehr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde, Wohnungsgesellschaften                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Motivation der Bevölkerung auf den ÖPNV umzusteigen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <u>Umsetzung:</u><br><input type="text" value="laufend"/>                                                                         | <u>Investitionskosten:</u><br><input type="text" value="keine bis gering"/>                                                               |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br>Um eine weitere Verlagerung vom PKW auf den ÖPNV zu erreichen, wird dessen Attraktivität weiter gesteigert. Dies kann erreicht werden durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung des Komforts (Sanierung / Erweiterung der Haltestellen; Verbesserung der Parkmöglichkeiten PKW und Fahrrad; Verbesserte Abstimmung zwischen den einzelnen Verkehrsmitteln, u.v.m.).</li> <li>Verbesserung des Images (z.B. CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber PKW herausstellen).</li> <li>Verbesserung der Informationspolitik (z.B. Fahrplanänderungen und Störungen werden gezielt kommuniziert; in Mehrfamilienhäusern / Betrieben werden im Eingangsbereich relevante und aktuelle Fahrpläne sichtbar ausgehängt).</li> <li>Verbesserung der finanziellen Attraktivität (soweit möglich, werden finanzielle Anreize für Bewohner und Angestellte geschaffen, den ÖPNV zu nutzen).</li> <li>Erstellung eines Mobilitätskompasses im Internet (z.B. Weilheim).</li> <li>Regelmäßige Teilnahme an Mobilitätskonferenzen und Umsetzung der als erfolgreich kommunizierten Maßnahmen.</li> </ul> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Informationsmaterial und / oder Beratung zum Thema ÖPNV für Neubürger.</li> <li>Vergünstigte Monatskarte für Neubürger, um diese an den ÖPNV heranzuführen.</li> <li>Gewerbe ansprechen, ob diese für ihre Mitarbeiter ein ÖPNV-Förderprogramm aufsetzen wollen (z.B. 50% Kostenübernahme der Monatskarte durch Arbeitgeber).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Durchführung von 50 / 50-Projekte in Schulen, Kindergärten und kommunalen Liegenschaften                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kommunaler Bereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Schulen, Kindergärten und die jeweiligen Träger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Energie-, Kosten-, und CO <sub>2</sub> -Einsparungen. Sensibilisierung der Beteiligten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Umsetzung:</b><br><div>laufend</div>                                                                                           | <b>Investitionskosten:</b><br><div>50% des Potentials</div>                                                                               |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Mögliche Einsparung: 380 MWh/a Strom, 1 GWh/a Fernwärme, 250 tCO <sub>2</sub> /a, 2x 60.000 €/a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Für die teilnehmenden Einrichtungen wird jeweils ein Normverbrauch für Strom und Wärme definiert. Bleibt die Einrichtung während eines Jahres unter diesem Wert, steht die eine Hälfte (der daraus resultierenden finanziellen Einsparung) der Einrichtung zur freien Verfügung zu, die andere Hälfte behält der Träger der Einrichtung. Das Einsparpotenzial wird auf ca. 10% des gegenwärtigen Jahresverbrauchs geschätzt.</p> <p>Für den Verbrauch aller im Klimaschutzkonzept erfassten kommunalen und öffentlichen Gebäude kann daraus eine Einsparung von bis zu ca. 1 GWh/a Fernwärme, 14 MWh/a Erdgas und 380 MWh/a Strom resultieren. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung beläuft sich auf bis zu 250 t/a. Der entsprechende finanzielle Vorteil beläuft sich auf jeweils 60.000 €</p> <p>Es wird empfohlen, den Wärmebedarf mit entsprechenden Korrekturfaktoren umzurechnen um den Wettereinfluss im Betrachtungszeitraum auszugleichen. Zusätzliche sollte der definierte Normverbrauch über die Jahre angepasst werden. Um die Einsparungen zu maximieren sollte für jede Liegenschaft ein Energieverantwortlicher (z.B. Hausmeister, Einrichtungsleitung) benannt werden.</p> <p>Um die Motivation der ernannten Energieverantwortlichen vor Ort zu steigern, kann die Gewichtung der „Leistungsorientierten Bezahlung (LOB)“ entsprechend angepasst werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Bonus erst gezahlt wird, wenn die Energiesparanstrengungen der betreffenden Person deutlich über den normal Üblichen liegen.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Das Konzept kann ggf. auch auf andere Bereiche wie Wasserverbrauch, Verbrauch von Kopierpapier, Benzinverbrauch des Dienstwagens, etc. ausgebaut werden.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Anregung und Unterstützung eines Fußbusses und Fahrgemeinschaften für Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mobilität/Verkehr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde als Impulsgeber, Schulen, Eltern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input checked="" type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>CO <sub>2</sub> -Einsparung, Sensibilisierung der Schüler und Eltern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Umsetzung:</b><br><input type="text" value="zu Schulbeginn"/>                                                                  | <b>Investitionskosten:</b><br><input type="text" value="~ 1.000 €"/>                                                                      |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>CO <sub>2</sub> -Einsparung von ca. 150 kg pro Schüler und Jahr. Gesamt ca. 15 t/a.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Für Erst- und Zweitklässler bietet sich die Bildung von sog. Fußbussen an. Je nach Wohnsituation werden an einem Elternabend ein oder mehrere sinnvoll gewählte Strecken vereinbart, an deren Rand die Schulkinder wie auf den Bus auch an „Haltestellen“ warten und bei Eintreffen des „Fußbusses“ sich anschließen. Der Fußbus beginnt an der entferntesten Wohnung und wählt eine feste Route und feste Zeiten. Die vordersten 2 Kinder sind die Busfahrer, die letzten beiden Schaffner. Ein oder zwei Erwachsene begleiten den Bus (Details siehe <a href="http://www.Walking-bus.de">www. Walking-bus.de</a>).</p> <p><u>Bei durchschnittlichem Weg von 1km (x4 → jeweils Hin- und Rückfahrt):</u></p> <p>250 Tage/a und 150g/km = ~ 150 kgCO<sub>2</sub> / Schüler*a</p> <p>Fahrgemeinschaften haben den selben Effekt. Pro zusätzlich mitfahrenden Schüler können pro Jahr und Kilometer ca. 150 kg/CO<sub>2</sub> eingespart werden.</p> <p>Potenzial bei 100 teilnehmenden Schülern: ca. 15 tCO<sub>2</sub>/a</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regelmäßig teilnehmenden Schülern, den am öftesten teilnehmenden Schüler oder dem „erfolgreichsten“ Fußbus sollten eine kleine Belohnung in Aussicht gestellt werden (z.B. Eintrittskarte für das Freibad oder ein Spiel einer Sportmannschaft)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Erstellung eines Sanierungsfahrplans für kommunale Liegenschaften                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kommunaler Bereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input checked="" type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Übersicht über Sanierungsvorhaben<br>deren möglicher Zeitpunkt und Kosten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <u>Umsetzung:</u><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px;">-</div>                                    | <u>Investitionskosten:</u><br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 100px;">-</div>                                   |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht direkt quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Im Sanierungsfahrplan wird ein Zeit- und Kostenplan aufgestellt, wie, wann und in welcher Reihenfolge zukünftig die kommunalen Liegenschaften und öffentlichen Gebäude saniert werden sollen. Die Reihenfolge der energetischen Sanierung sollte die absoluten Einsparpotenziale, die Machbarkeit und die benötigten Investitionskosten berücksichtigen.</p> <p>Insbesondere soll als eine wesentliche Randbedingung beachtet werden, dass der Gebäudezustand mindestens eine der Sanierungsmaßnahme entsprechende Lebensdauer erwarten lässt.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Sanierung der Hachinga Halle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kommunaler Bereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Zeitraumen                                                                                                                        | Investitionsaufwand                                                                                                                       |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input checked="" type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Energie- und CO <sub>2</sub> -Einsparung,<br>Reduzierung der laufenden Kosten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <u>Umsetzung:</u><br><input type="text" value="-"/>                                                                               | <u>Investitionskosten:</u><br><input type="text" value="-"/>                                                                              |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Die Auswertung der Verbrauchsdaten im Zuge des Klimaschutzkonzepts hat gezeigt, dass der Energieverbrauch der Hachinga Halle im Bereich Wärme, wie auch im Bereich Strom, zu hoch ist. Wird die Halle auf einen Stand saniert der dem Durchschnitt der besten 25% aller Vergleichsgebäude entspricht, können im Bereich Wärme bis zu 900 MWh/a pro Jahr eingespart werden. Die mögliche Stromeinsparung kann bis zu 240 MWh/a betragen. Eine überschlägige Abschätzung mit 5 Cent pro kWh Wärme und 20 Cent pro kWh Strom ergibt eine mögliche finanzielle Einsparung von bis zu 90.000 Euro im Jahr. Die CO<sub>2</sub> Einsparung kann durch Umsetzung der Potenziale bis zu 150 t/a betragen.</p> <p>Wird eine Sanierung erreicht, die dem Mittelwert aller Vergleichsgebäude entspricht, können etwa 350 MWh Wärme und 160 MWh Strom pro Jahr eingespart werden (~ 48.000 €/a; 100 t/a)</p> <p>Die energetische Sanierung dieses Gebäudes sollte im „Sanierungsfahrplan für kommunale Liegenschaften“ ganz oben stehen.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zum Vorzeige- / Prestigeobjekt weiterentwickeln</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Einrichtung eines Energietags der Gemeinde in Zusammenarbeit mit Unterhachinger Firmen (Umwelttag)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Öffentlichkeitsarbeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Zeitraumen</b>                                                                                                                 | <b>Investitionsaufwand</b>                                                                                                                |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde, Betriebe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input checked="" type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Motivation und Information der Bürger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Umsetzung:</b><br><input type="text" value="jährlich"/>                                                                        | <b>Investitionskosten:</b><br><input type="text" value="-"/>                                                                              |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Energietag der Gemeinde in Kooperation mit Gewerbeverband und Branchen.</p> <p>Firmen die einen Bezug zur Erzeugung oder Einsparung von Energie haben (Photovoltaik, Gebäudeisolierung), präsentieren relevante Produkte und / oder Dienstleistungen an ihren Ständen. Geladene Experten informieren Anwesende durch Vorträge. Lokale Gruppierungen (z.B. lokale Agenda 21, SIMLA, Bürger-Energie-Unterhaching) sind ebenfalls vertreten. Das Programm wird durch Gewinnspiele zum Thema Energie und durch Führungen (z.B. Geothermie Unterhaching, zum noch zu errichtenden Energiepark, zu vorbildlich sanierten Gebäuden) abgerundet.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Energietag könnte in Verbindung mit anderen Veranstaltungen stattfinden (z.B. Energietag des Landkreises, Develley RUN4 Trees)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

| Initiierung und Begleitung von Ökoprofit für Unternehmen<br>(Ökologisches Projekt für Integrierte Umwelt-Technik)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GHD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Zeitraumen</b>                                                                                                                 | <b>Investitionsaufwand</b>                                                                                                                |
| <b>Akteure:</b><br>Gemeinde, Betriebe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Kurzfristig<br><input checked="" type="checkbox"/> Mittelfristig<br><input type="checkbox"/> Langfristig | <input checked="" type="checkbox"/> Nicht investiv<br><input type="checkbox"/> Gering investiv<br><input type="checkbox"/> Kostenintensiv |
| <b>Effekt:</b><br>Energie-, Kosten- und CO <sub>2</sub> -Einsparung in den Betrieben.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <u>Umsetzung:</u><br><input type="text" value="-"/>                                                                               | <u>Investitionskosten:</u><br><input type="text" value="nur für Betriebe"/>                                                               |
| <b>Quantifizierung des Effekts:</b><br>Nicht pauschal quantifizierbar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Beschreibung:</b><br><p>Ökoprofit ist ein Kooperationsprojekt zwischen Kommunen und der örtlichen Wirtschaft mit dem Ziel der Betriebskostensenkung unter gleichzeitiger Schonung der natürlichen Ressourcen (u.a. Wasser, Energie).</p> <p>Mit Unterstützung der Kommune werden die ortsansässigen Betriebe zu einer ersten Informationsveranstaltung mit dem Träger von ÖkoProfit eingeladen (z.B. Arqum GmbH).</p> <p>Interessierte Firmen treten einem lokalen Netzwerk mit einer festgesetzten Jahresgebühr bei. Als Gegenleistung wird unter fachkundiger Leitung eine Initialberatung pro Unternehmen durchgeführt, um mögliche Kosten- und Emissionsminderungspotenziale zu identifizieren. Gemeinsam setzt man sich das Ziel, einen bestimmten Anteil davon innerhalb einer festgesetzten Frist zu realisieren. Die Umsetzung erfolgt individuell, aber regelmäßig kommt es zu einem Erfahrungsaustausch unter Einladung aller Netzwerkspartner, wozu auch unabhängige Experten hinzugezogen werden. Die Kommune initiiert ein solches Projekt und kümmert sich um die Moderation und Einladung der Experten. Falls Ökoprofit auf Landkreisebene durchgeführt wird, ist zu überprüfen, ob man sich dieser Aktivität anschließt oder die Kommune eine eigene Aktivität initiiert.</p> |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>Weitere Ideen:</b><br>■                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |

## **b) Kurzbeschreibung weiterer Maßnahmen**

### **Strukturelle Maßnahmen**

#### **Identifikation potenzieller Sanierungsschwerpunkte**

Im Rahmen der Gemeindeentwicklung sollen Sanierungsschwerpunkte mit geeigneter Bausubstanz und hohem Energieverbrauch identifiziert werden, deren CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial in den folgenden Jahren sinnvollerweise erschlossen werden kann.

#### **Erstellung und aktive Nutzung eines Solarkatasters**

Die Gemeinde veranlasst die Erstellung eines Solarkatasters. Mit Hilfe der gewonnenen Ergebnisse können Besitzer von Gebäuden mit großen PV-Potenzialen gezielt angesprochen und motiviert werden. Die Ergebnisse werden im Internet der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

#### **Umsichtiger Ausbau von verkehrsberuhigten Zonen**

Unterhaching war eine der ersten Gemeinden mit einem autofreien Ortszentrum vom Bahnhof bis zum Rathaus. Es soll geprüft werden, ob bzw. wo noch verkehrsberuhigte Zonen eingerichtet werden können.

#### **Erstellung eines Verkehrs- und Mobilitätskonzeptes in Koordination mit übergeordneten Verwaltungsebenen (LRA München, Regionalplanungsverband München)**

Die Erstellung eines Verkehrs- und Mobilitätskonzeptes muss sinnvollerweise im Kontext übergeordneter Planungen betrachtet werden. Die Gemeinde selbst kann hier in begrenztem Umfang kleinere Planungen verfolgen wie z.B. verkehrsberuhigte Zonen oder die Aufwertung des Fahrradverkehrs durch Verdichtung des Wegenetzes.

#### **Individualisiertes Marketing zur Stärkung des Umweltverbundes**

Umfragen zum Mobilitätsverhalten und deren Auswertung zeigen in vielen Fällen ein erhebliches Potenzial zur Verlagerung von PKW-Fahrten auf den Umweltverbund, das pauschal mit deutlich über 20% angegeben werden kann. Jahrzehntelange Erfahrungen mit individualisiertem Marketing auf mehreren Kontinenten belegen, dass ein erheblicher Teil dieses Potenzials durch aktiv an die Bürger herangetragene Informationen zu geringen Kosten erschlossen werden kann. Der Schlüssel hierbei liegt in der Art der Durchführung der Kampagne. Eine gezielte, quartierweise durchgeführte Informations- und Beratungsoffensive kann zum Gesprächsthema werden, eine positive Grundstimmung erzeugen und zur Initiierung eines nachbarschaftlichen Wettbewerbs beitragen. Die Erfahrung zeigt, dass hiermit 10 - 20% der verkehrsbedingten Emissionen innerhalb der Gemeinde reduzierbar sind. Die spezifischen Reduktionskosten hierfür sind deutlich niedriger als bei technischen Maßnahmen zur Emissionsreduktion.

Die Kosten für eine derartige Beratungsoffensive können pauschal mit ca. 15 - 20 Euro je Beratung angegeben werden. Ein sinnvolles Minimalvolumen für ein erfolgreiches Vorhaben liegt bei ca. 20.000 – 30.000 Euro. Typischerweise werden derartige Beratungskosten vom ÖPNV-Betreiber als potenziellem Nutznießer oder der beteiligten Kommune aufgebracht.

### **Intracting**

Das Intracting ist ein Finanzierungsinstrument für energiesparende Maßnahmen. Dabei wird im Gemeindehaushalt ein Finanztopf gebildet, aus dem ausschließlich Energiemaßnahmen finanziert werden. Die durch die Maßnahmen eingesparten Energiekosten fließen in der Folgezeit jährlich in den Intracting-Topf zurück, bis die Investition wieder vollständig zurückgezahlt ist. So können mit einer einmaligen Anschubfinanzierung immer wieder Maßnahmen aus dem Intracting-Topf finanziert werden. (Quelle und Beispiel: <http://www.loerrach.de/959>)

### **Öffentlichkeitsarbeit**

#### **Veröffentlichung bisheriger Erfolge / Maßnahmen**

Als Teil der Öffentlichkeitsarbeit werden schon erreichte Erfolge und durchgeführte Maßnahmen veröffentlicht. Dies kann u.a. auf der gemeindeeigenen Homepage, in der lokalen Presse sowie im öffentlichen Energiebericht erfolgen.

#### **Ortspartnerschaften für Klimaschutzprojekte nutzen**

Im Rahmen bereits bestehender Ortspartnerschaften kann auch der Klimaschutz thematisiert werden, z.B. über vergleichende Bilanzierung unter Berücksichtigung unterschiedlicher klimatischer, geographischer und städtebaulicher Verhältnisse, Verbrauchsvergleich öffentlicher Einrichtungen, gegenseitige Besichtigungen von Modellprojekten zum Klimaschutz, Infrastrukturvergleiche von Energie, Wasser, Abwasser oder Verkehrsstrukturen.

### **Kommunaler Bereich**

#### **Umstellung auf regenerativen Strombezug**

Im Sinne der Vorbildfunktion der Gemeinde sollte für die eigenen Liegenschaften ausschließlich Strom eingekauft werden, der den ökologischen Ansprüchen der Gemeindepolitik entspricht. In der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der Gemeinde sollte darüber hinaus für diese „Stromsorten“ geworben werden und es sollten auch gewerbliche und private Verbraucher zur Nachahmung animiert werden. PV-Aufdachanlagen (10kW bis 1.000 kW) die ab dem 1.4.2012 in Betrieb genommen werden, bekommen ab 1.1.2014 nur noch max. 90% des produzierten Stroms vergütet. Es sollte geprüft werden ob kommunale Liegenschaften die 10% des nicht vergüteten Stroms der BEU-Anlagen abnehmen können.

### **Konzessionsverhandlungen langfristig vorbereiten**

Konzessionsverträge haben in der Regel lange Laufzeiten, während dessen wenig Einfluss auf die Ausgestaltung gegeben ist. Daher ist es sinnvoll, bereits eine größere Zeit vor Ablauf des Konzessionsvertrages Überlegungen über eine Weiterführung anzustellen und Verhandlungen entsprechend langfristig vorzubereiten. Die Argumente für oder gegen eine Fortführung (z.B. Netzübernahme oder Eingliederung in eine regionale Netzgesellschaft) sind sorgfältig abzuwägen. Auch für die Neuverhandlung eines Konzessionsvertrages gilt es, sich frühzeitig zu positionieren und sinnvolle Bedingungen an eine Fortführung zu knüpfen (z.B. über Förder- und Beratungsprogramme, über eine Sanierung / Zonierung der Straßenbeleuchtung etc.).

### **Dienst-Pedelec**

Für kurze Dienstfahrten innerhalb des Gemeindegebiets sollte für die Mitarbeiter der Gemeinde ein Dienst-Pedelec angeschafft werden.

### **ÖPNV-Anreize für Mitarbeiter**

Es sollen Anreize geschaffen werden, damit Mitarbeiter der Gemeinde verstärkt auf den ÖPNV umsteigen.

### **Verbrauchsampel im Foyer von Schulen und öffentlichen Gebäuden**

Eine Strom- und / oder Wärmeverbrauchsampel im Eingangsbereich öffentlicher Gebäude soll die Gebäudenutzer für ihren Energieverbrauch im Gebäude sensibilisieren.

### **Nord-Süd-Projekt Kooperationen**

Klimaschutzkonzepte thematisieren auch die globale Verantwortlichkeit für Regionen in weniger entwickelten Ländern. Dies soll einerseits die historische Verantwortung ins Blickfeld rücken und andererseits präventiv künftigen Migrationsdruck mindern.

### **Optimierung der Straßenbeleuchtung**

Die Erfahrungen der bereits durchgeführten Umrüstung einiger Straßenlaternen auf LED werden verwendet um die gesamte Straßenbeleuchtung hinsichtlich Energieverbrauch und Akzeptanz schrittweise zu optimieren. Das System LED ist trotz der ca. 20% höheren Baukosten nach 15 Jahren günstiger als eine Natriumdampfhochdruck-Beleuchtung. Durch den Einsatz verschiedener Einzellinsen kann das Licht optimal auf die zu beleuchtende Fläche gelenkt werden. Die Lichtverschmutzung wird auf ein Minimum reduziert.

### **Private Haushalte**

### **Informationen auf Eigentümerversammlungen**

In den regelmäßig abgehaltenen Eigentümerversammlungen sollen gezielt Informationen durch eingeladene Vorträge zu bestimmten Themen bereitgestellt werden:

Heizungssanierung, effiziente Pumpen, Einbau erneuerbarer Energiesysteme, Sanierungsmaßnahmen und ihr Potenzial.

### **Informationen für Neubürger vervollständigen (Energie)**

Das an Neubürger ausgegebene Informationspaket wird hinsichtlich Energie- und Umweltaspekten vervollständigt. Aktuelle Preise, Netz- und Fahrpläne des ÖPNV, Informationen zu aktuellen Förderprogrammen der Gemeinde sowie Grundlegendes zur Strom- und Wärmeversorgung in Unterhaching werden angesprochen. Um die gesamte Bevölkerung auf den neuesten Informationsstand zu bringen, kann es durchaus sinnvoll sein, Teile des Informationspakets nach einer Aktualisierung an alle Haushalte zu verteilen.

### **Progressive Förderberatung**

Das Förderprogramm „Richtlinien zur Energieeinsparung und Luftreinhaltung“ wird ständig dem technischen Fortschritt entsprechend angepasst bzw. geändert. Darin sollen einerseits neue Arten der Energieerzeugung/-gewinnung berücksichtigt werden und andererseits Maßnahmen aus dem Förderprogramm genommen werden, die technisch überholt sind. Darüber hinaus soll die Förderberatung für die Unterhachinger Bürger individueller strukturiert werden, so dass ein Bürger „von der ersten Minute an“ bis zur Auszahlung der Fördermittel von der Gemeinde Unterhaching begleitet wird.

### **Energiesparwettbewerbe und Preisverleihungen**

Die Kommune fördert und unterstützt gezielt Maßnahmen und Anstrengungen der Bürger, Strom effizient zu nutzen und einzusparen. Dabei wird in der Öffentlichkeit das Bewusstsein geschärft und das Interesse geweckt sowie über mögliche Maßnahmen der Einsparung in der Öffentlichkeit informiert. Die Kommune veranstaltet hierzu jährlich Stromsparwettbewerbe und belohnt Bürger mit Geld- oder Sachpreisen (z.B. Gutscheine für eine Wochenendnutzung eines Elektromietautos, ein Elektrofahrrad, innovative LED-Lampen, kleine Solar-Batterie-Ladestationen, z.B. "Gemeinde sucht den ältesten bzw. effizientesten Kühlschrank").

### **Gewerbe-, Handel-, Dienstleistungen (GHD)**

#### **Informationsveranstaltungen / Gewerbeabende**

Die Gemeinde kann in Kooperation mit Fachverbänden zu Informations- und Demonstrationsveranstaltungen einladen. Dies sollte getrennt für Privatpersonen und für das Gewerbe erfolgen. Thematisch sollten einzelne Veranstaltungen eng abgegrenzt sein, sich aber jeweils ergänzen. Im gewerblichen Bereich könnte das z.B. in Kooperation mit dem Gewerbeverband Unterhaching oder einem Regionalverband der Handwerkskammer geschehen, indem gezielt die Themen Gebäudehülle, Kälte / Klimaerzeugung, Abwärmenutzung, Pumpenstromverbrauch, Druckluftbereitstellung, elektrische Antriebe, beworben und mit Fachreferenten durchgeführt werden.

### **Firmen für den Klimaschutz**

Jährlich oder projektbezogen wechselnd können Firmen zur Bewerbung einzelner Veranstaltungen oder Kampagnen angeworben werden, die deren Kosten übernehmen und im Gegenzug mit ihrer Unterstützung werben können. Idealerweise wird hier ein themabezogener Zusammenhang gesucht, z.B. Firmen aus dem Bau- oder Sanitärbereich unterstützen Veranstaltungen zur Gebäudesanierung.

### **Geothermie Unterhaching: Nachverdichtung des Fernwärmenetzes**

Die Geothermie Unterhaching führt ihre Bemühungen, die Anschlussdichte im bestehenden Fernwärmenetz zu erhöhen, weiter fort.

### **Anreize für den Umstieg auf regenerative Energieträger (FW-Konkurrenz beachten) („White List“)**

In Gemeindeteilen in denen auch zukünftig keine Geothermieversorgung zur Verfügung stehen wird, werden Anreize geschaffen die Gebäude auf Wärmeversorgung mit regenerativen Energieträgern umzustellen. Eine „White List<sup>19</sup>“ stellt sicher, dass diese Anreize keine Konkurrenz zur Fernwärme darstellen.

### **Geothermie Unterhaching: Substitution des FW-Druckhaltekesels**

Der gegenwärtig noch mit Heizöl befeuerte Druckhaltekesel des Fernwärmenetzes wird auf einen regenerativen Energieträger (z.B. Pellets) umgerüstet.

### **Geothermie Unterhaching: Geothermianbindung Grünwald und Substitution des FW-Redundanzölkessels**

Spitzenlast- und Redundanzkessel werden bisher mit Heizöl betrieben. Die Verbrennung von fossilen Energieträgern in diesem Zusammenhang soll durch den „Wärmeverbund Grünwald und Unterhaching“ minimiert werden. Bei Bedarf kann CO<sub>2</sub>-freie Wärme aus Tiefengeothermie vom Partner in Grünwald bezogen werden. So können bis zu 4.500 tCO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden.

### **Geothermie Unterhaching: Erweiterung der Stromerzeugung, Effizienzsteigerung der Förderpumpe, Steigerung der Verfügbarkeit der Kalina-Anlage**

Durch den Einsatz effizienterer Pumpen mit höherem Fördervolumen lässt sich der Eigenbedarf an Strom reduzieren und gleichzeitig die Stromproduktion erhöhen. Wird zusätzlich noch die Verfügbarkeit der Kalina-Anlage gesteigert, kann die Stromproduktion auf bis zu 18 GWh/a erhöht werden. Quelle: Geothermie Unterhaching

---

<sup>19</sup> Eine „White List“ ist das Gegenteil einer „Schwarzen Liste“ und enthält alle Gebäude bzw. Adressen für die diese Anreize gelten.

**Geothermie Unterhaching: Gebäudeklimatisierung mit Absorptionswärmepumpe (z.B. Bücherei)**

Die Geothermie Unterhaching prüft, ob sich die Klimatisierung von Gebäuden im Sommer mittels Absorptionswärmepumpen realisieren lässt.

**Geothermie Unterhaching: Verstärkte Nutzung des Fernwärmerücklaufs**

Der Fernwärmerücklauf wird zukünftig genutzt um Niedrigenergiehäuser zu beheizen.

**BEU-Projekt: Schule am Sportpark (~125 kWel) April/Mai 2013**

Errichtung einer PV-Aufdachanlage auf dem Schuldach. Es sollte überprüft werden, inwieweit eine direkte Nutzung des Stroms in der Schule finanziell vorteilhaft ist (auch im Hinblick auf die 10% Eigenverbrauchs-/Eigenvermarktungsregel ab 2014).

**BEU-Projekt: Gymnasium 2te Jahreshälfte (2013)**

Errichtung einer PV-Aufdachanlage auf dem Schuldach. Es sollte überprüft werden inwieweit eine direkte Nutzung des Stroms in der Schule finanziell vorteilhaft ist (auch im Hinblick auf die 10% Eigenverbrauchs/Eigenvermarktungsregel ab 2014).

**BEU-Projekt: 600 kW Freiflächenanlage entlang der Autobahn (2013)**

Freiflächenanlagen die auf einem 110 m breiten Band entlang von Schienenwegen und Autobahnen (vgl. EEG §32 (1)) errichtet werden, fallen unter die EEG-Vergütung.

**BEU-Projekt Wind: Bürgerbeteiligungsprojekt mit anderen Energiegemeinschaften**

Die Bürger-Energie-Unterhaching prüft die Beteiligung an einem Projekt zur Errichtung eines oder mehrerer Windkraftanlagen im regionalen Umfeld, wobei konkrete Schritte mit der Gemeinde Sauerlach angedacht wurden.

**BEU-Projekt: Stromspeicherung (langfristig)**

Langfristig möchte sich die Bürger-Energie-Unterhaching an einem Projekt zur Stromspeicherung beteiligen. Das erscheint dann sinnvoll, wenn der eigenerzeugte Solar- und/oder Windstrom nicht mehr zu kostendeckenden Konditionen ins Stromnetz eingespeist werden kann, oder nicht sinnvoll einer Direktvermarktung (Eigenverbrauch) zugeführt werden kann. Hierbei könnten erste Erfahrungen gewonnen werden, um den erzeugten Strom optimal dem Markt zuführen zu können. Um sich die Möglichkeit offen zu halten Stromspeicher zu fördern, sollte dieses Thema im Förderprogramm der Gemeinde Unterhaching als Sondermaßnahme eingestuft werden.

**PV-Überdachung von Parkplätzen (z.B. am Rathaus)**

Es sollte überprüft werden, ob die Überdachung von öffentlichen Parkplätzen (PKW und / oder Fahrrad) mit PV-Systemen eine günstige Möglichkeit bietet, die Stromerzeugung aus PV-Anlagen in Unterhaching zu erhöhen. Als ein konkretes Projekt bietet sich die

Überdachung der Parkplätze am südlichen Rand des Rathauses an. Diese sind optimal zur Sonne ausgerichtet. Typischerweise muss mit Kosten von einigen tausend Euro pro überdachtem Parkplatz gerechnet werden. Die nutzbare Fläche liegt bei 5 - 10 m<sup>2</sup> bzw. 0,75 - 1,5 kW je Parkplatz. Dies ergibt ein Minderungspotenzial von 400 - 800 kg CO<sub>2</sub>/a je überdachtem Stellplatz.

#### Mobilität/Verkehr

##### **Fahrradstation in Bahnhofsnähe**

In Bahnhofsnähe wird eine Radstation eingerichtet. Auf dem Weg zur Arbeit (Fahrrad + MVV) können an dieser Radstation Fahrräder zur Reparatur abgegeben und am Abend wieder abgeholt werden. Zusätzlich können dort vor allem teure Fahrräder (z.B. Pedelects) eingesperrt werden, um mutwillige Beschädigungen und Diebstahl zu verhindern.

##### **Mobilitätsdienstleistungen im Wohnbereich**

- Aktuelle ÖPNV-Fahrpläne im Foyer
- Anregung von Fahrgemeinschaften mit Infotafel im Treppenhaus

##### **Betriebliches Mobilitätsmanagement**

- Installation eines Bildschirms im Foyer mit aktuellen ÖPNV-Abfahrtszeiten
- Übertragbare IsarCards am Empfang hinterlegen
- Flexibilisierung der Parkraumnutzung
- Dienstreisen mit übertragbarer DB-Card
- Dienst-Fahrrad oder -Pedelec
- Fahrgemeinschaften über Intranetbörse fördern
- Duschmöglichkeit für Fahrradfahrer schaffen
- Errichtung einer Fahrrad-Servicestation / Bereitstellung von Reparaturwerkzeug bzw. Fahrradservice über Hausverwaltung anbieten
- Vorschriften für den Einkauf von Dienstfahrzeugen

##### **Mobilitätskompass im Internet**

Für den gesamten Gemeindebereich wird ein Mobilitätskompass erstellt und im Internet verfügbar gemacht. Auf einer interaktiven Karte werden wichtige Informationen zum Thema Mobilität leichtverständlich dargestellt. Dargestellt werden z.B. Bushaltestellen, Taxistände, Fahrradgeschäfte, Parkplätze, Parkhäuser, Car-Sharing Stationen und S-Bahnhöfe. Wo möglich werden Tarife und Abfahrtszeiten hinterlegt. Ein Beispiel für einen Mobilitätskompass liefert die Stadt Weilheim auf deren Homepage.



## **Anhang 5 Controlling**

Beispiel - Klassengrenzen für Nicht-Wohngebäude nach der Datensammlung des IEMB  
Stand: 09.11.2006 [Frankfurt 2012]

**Tabelle 15: Klassengrenzen für Heizung [Frankfurt 2012]**

| BZK  | Bauwerkszuordnung                     | Anzahl<br>Werte | Untergrenzen der Klassen<br>(kWh/m²a) |      |      |      |      |      |      |
|------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|      |                                       |                 | A                                     | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
| 1100 | Parlamentsgebäude                     | 27              | 0                                     | 87   | 99   | 104  | 121  | 124  | 138  |
| 1200 | Gerichtsgebäude                       | 688             | 0                                     | 73   | 89   | 104  | 116  | 133  | 164  |
| 1300 | Verwaltungsgebäude                    | 4.034           | 0                                     | 74   | 91   | 109  | 126  | 149  | 190  |
| 1310 | Verwaltungsgebäude mit norm. techn. A | 2.116           | 0                                     | 71   | 87   | 102  | 118  | 136  | 173  |
| 1313 | Rathäuser                             | 49              | 0                                     | 81   | 105  | 136  | 146  | 181  | 242  |
| 1320 | Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst. | 155             | 0                                     | 80   | 91   | 108  | 121  | 146  | 183  |
| 1340 | Polizeidienstgebäude                  | 1.424           | 0                                     | 79   | 102  | 119  | 139  | 163  | 210  |
| 1350 | Rechenzentren                         | 10              | 0                                     | 37   | 92   | 94   | 109  | 118  | 182  |
| 2000 | Geb. f. wiss. Lehre u. Forschung      | 1.008           | 0                                     | 77   | 102  | 122  | 145  | 177  | 241  |
| 2100 | Hörsaalgebäude                        | 41              | 0                                     | 68   | 96   | 112  | 136  | 160  | 213  |
| 2200 | Institutsgebäude f. Lehre u. Forsch.  | 600             | 0                                     | 78   | 102  | 125  | 143  | 176  | 252  |
| 2300 | Institutsgeb. f. Forsch. u. Unters.   | 153             | 0                                     | 92   | 129  | 154  | 178  | 223  | 299  |
| 3200 | Krankenhäuser für Akutranke           | 32              | 0                                     | 126  | 180  | 215  | 238  | 303  | 341  |
| 3300 | Sonderkrankenhäuser (z.B. Sucht)      | 30              | 0                                     | 201  | 256  | 277  | 314  | 345  | 389  |
| 3400 | Pflegeheime (Alte, Behinderte)        | 15              | 0                                     | 122  | 163  | 203  | 214  | 235  | 272  |
| 4000 | Schulen                               | 3.386           | 0                                     | 84   | 104  | 123  | 145  | 171  | 217  |
| 4100 | Allgemeinbildende Schulen             | 1.739           | 0                                     | 81   | 99   | 116  | 134  | 159  | 201  |
| 4110 | Grundschulen                          | 797             | 0                                     | 89   | 109  | 126  | 147  | 168  | 213  |
| 4112 | Grund- und Hauptschulen               | 890             | 0                                     | 89   | 109  | 125  | 146  | 168  | 213  |
| 4115 | Grund- u. Hauptschulen mit Turnhalle  | 163             | 0                                     | 101  | 120  | 135  | 154  | 173  | 205  |
| 4120 | Hauptschulen                          | 93              | 0                                     | 92   | 109  | 125  | 141  | 168  | 214  |
| 4121 | Grund-, Haupt- und Realschulen        | 972             | 0                                     | 89   | 109  | 125  | 145  | 168  | 213  |
| 4130 | Realschulen                           | 82              | 0                                     | 90   | 101  | 121  | 139  | 159  | 224  |
| 4140 | Gymnasien                             | 271             | 0                                     | 74   | 88   | 103  | 122  | 151  | 193  |
| 4150 | Gesamtschulen                         | 114             | 0                                     | 70   | 84   | 97   | 113  | 142  | 195  |
| 4200 | Berufliche Schulen                    | 292             | 0                                     | 72   | 88   | 102  | 118  | 139  | 184  |
| 4210 | Berufsfachschulen                     | 14              | 0                                     | 86   | 100  | 115  | 118  | 140  | 150  |
| 4300 | Sonderschulen                         | 175             | 0                                     | 85   | 106  | 123  | 147  | 175  | 222  |
| 4400 | Kindertagesstätten                    | 634             | 0                                     | 112  | 134  | 158  | 179  | 209  | 267  |
| 4410 | Kindergärten                          | 265             | 0                                     | 83   | 108  | 140  | 155  | 178  | 223  |
| 4500 | Weiterbildungseinrichtungen           | 83              | 0                                     | 79   | 106  | 130  | 144  | 164  | 196  |
| 5000 | Sportbauten                           | 30              | 0                                     | 113  | 139  | 152  | 182  | 231  | 284  |
| 5100 | Hallen (ohne Schwimmh.)               | 402             | 0                                     | 89   | 111  | 138  | 159  | 192  | 248  |
| 5110 | Sporthallen                           | 362             | 0                                     | 91   | 113  | 137  | 158  | 192  | 245  |
| 5130 | Mehrzweckhallen                       | 26              | 0                                     | 72   | 88   | 115  | 164  | 192  | 253  |
| 5200 | Schwimmhallen                         | 74              | 0                                     | 2001 | 2544 | 2876 | 3655 | 4318 | 5117 |
| 5300 | Geb. f. Sportplatz- u. Freibad anl.   | 73              | 0                                     | 115  | 168  | 224  | 270  | 346  | 445  |
| 5400 | Sportplatzanlagen (Außenanlagen)      | 21              | 0                                     | 68   | 188  | 241  | 276  | 427  | 599  |
| 5500 | Freibadanlagen                        | 44              | 0                                     | 174  | 286  | 380  | 742  | 1091 | 1516 |
| 6100 | Wohnhäuser                            | 43              | 0                                     | 64   | 89   | 101  | 128  | 145  | 178  |
| 6200 | Wohnheime                             | 96              | 0                                     | 114  | 141  | 159  | 183  | 225  | 288  |
| 6300 | Gemeinschaftsunterkünfte              | 71              | 0                                     | 104  | 119  | 134  | 152  | 183  | 214  |
| 6400 | Betreuungseinrichtungen               | 147             | 0                                     | 87   | 121  | 149  | 189  | 214  | 259  |
| 6430 | Jugendzentren                         | 91              | 0                                     | 83   | 121  | 139  | 181  | 208  | 260  |
| 6500 | Verpflegungseinrichtungen             | 20              | 0                                     | 81   | 141  | 154  | 156  | 207  | 243  |
| 7100 | Landwirtschaftl. Produktionsstätten   | 50              | 0                                     | 57   | 98   | 110  | 151  | 201  | 303  |
| 7200 | Verkaufsstätten                       | 28              | 0                                     | 93   | 111  | 127  | 147  | 187  | 271  |
| 7300 | Betriebs- und Werkstätten             | 131             | 0                                     | 77   | 103  | 145  | 172  | 208  | 278  |
| 7500 | Lagergebäude                          | 57              | 0                                     | 53   | 67   | 89   | 132  | 189  | 317  |
| 7600 | Garagegebäude                         | 45              | 0                                     | 78   | 114  | 147  | 166  | 192  | 368  |
| 7700 | Geb. f. öff. Bereitschaftsdienste     | 532             | 0                                     | 69   | 94   | 121  | 151  | 188  | 243  |
| 7740 | Bauhöfe                               | 35              | 0                                     | 70   | 114  | 159  | 183  | 278  | 550  |
| 7760 | Feuerwehren                           | 141             | 0                                     | 99   | 127  | 151  | 178  | 204  | 271  |
| 9100 | Geb. f. kulturelle u. musische Zwecke | 354             | 0                                     | 66   | 89   | 107  | 133  | 170  | 238  |
| 9121 | Ausstellungsgebäude, Museen           | 83              | 0                                     | 67   | 87   | 100  | 118  | 144  | 194  |
| 9130 | Bibliotheksgebäude                    | 69              | 0                                     | 48   | 76   | 97   | 105  | 137  | 205  |
| 9140 | Veranstaltungsgebäude                 | 50              | 0                                     | 80   | 122  | 139  | 165  | 208  | 266  |
| 9150 | Gemeinschaftshäuser                   | 80              | 0                                     | 100  | 117  | 157  | 191  | 230  | 346  |
| 9600 | Justizvollzugsanstalten               | 209             | 0                                     | 152  | 191  | 218  | 251  | 297  | 378  |
| 9700 | Friedhofsanlagen                      | 56              | 0                                     | 81   | 106  | 158  | 195  | 248  | 374  |
|      | Summe                                 | 12.750          |                                       |      |      |      |      |      |      |

Tabelle 16: Klassengrenzen für Heizung [Frankfurt 2012]

| BZK  | Bauwerkszuordnung                      | Anzahl Werte | Untergrenzen der Klassen (kWh/m²a) |       |       |       |        |        |        |
|------|----------------------------------------|--------------|------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|      |                                        |              | A                                  | B     | C     | D     | E      | F      | G      |
| 1100 | Parlamentsgebäude                      | 34           | 0,0                                | 19,0  | 25,2  | 30,0  | 33,5   | 49,2   | 67,1   |
| 1200 | Gerichtsgebäude                        | 637          | 0,0                                | 13,5  | 16,4  | 20,9  | 24,0   | 28,9   | 36,4   |
| 1300 | Verwaltungsgebäude                     | 4.562        | 0,0                                | 14,7  | 20,3  | 25,8  | 32,4   | 40,9   | 55,2   |
| 1310 | Verwaltungsgebäude mit normaler techn. | 2.270        | 0,0                                | 14,1  | 19,1  | 23,9  | 28,7   | 35,0   | 46,5   |
| 1313 | Rathäuser                              | 51           | 0,0                                | 20,8  | 26,9  | 34,1  | 38,1   | 42,4   | 53,9   |
| 1320 | Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst.  | 164          | 0,0                                | 12,9  | 20,6  | 32,0  | 44,6   | 57,2   | 98,6   |
| 1340 | Polizeidienstgebäude                   | 1.812        | 0,0                                | 15,8  | 22,7  | 30,4  | 38,1   | 47,6   | 63,0   |
| 1350 | Rechenzentren                          | 12           | 0,0                                | 124,0 | 125,9 | 143,6 | 211,9  | 311,9  | 558,0  |
| 2000 | Geb. f. wiss. Lehre u. Forschung       | 866          | 0,0                                | 15,8  | 24,7  | 35,5  | 48,8   | 69,5   | 116,4  |
| 2100 | Hörsaalgebäude                         | 37           | 0,0                                | 19,5  | 29,1  | 42,7  | 46,5   | 52,9   | 103,1  |
| 2200 | Institutsgebäude f. Lehre u. Forsch.   | 463          | 0,0                                | 14,3  | 22,8  | 32,0  | 46,4   | 63,3   | 113,3  |
| 2300 | Institutsgeb. f. Forsch. u. Unters.    | 149          | 0,0                                | 16,8  | 35,8  | 56,8  | 81,2   | 108,8  | 147,8  |
| 3200 | Krankenhäuser für Akutkranke           | 17           | 0,0                                | 46,9  | 89,0  | 121,1 | 150,9  | 153,8  | 216,4  |
| 3300 | Sonderkrankenhäuser (z.B. Sucht)       | 30           | 0,0                                | 39,3  | 43,8  | 51,0  | 55,7   | 61,1   | 71,8   |
| 3400 | Pflegeheime (Alte, Behinderte)         | 17           | 0,0                                | 17,8  | 28,8  | 35,9  | 43,9   | 49,5   | 63,0   |
| 4000 | Schulen                                | 3.126        | 0,0                                | 8,5   | 11,0  | 13,6  | 17,4   | 22,6   | 30,6   |
| 4100 | Allgemeinbildende Schulen              | 1.571        | 0,0                                | 7,6   | 9,5   | 11,4  | 13,3   | 16,1   | 21,2   |
| 4110 | Grundschulen                           | 684          | 0,0                                | 7,3   | 9,2   | 11,1  | 13,0   | 15,3   | 20,0   |
| 4112 | Grund- und Hauptschulen                | 757          | 0,0                                | 7,4   | 9,4   | 11,4  | 13,2   | 15,8   | 20,5   |
| 4115 | Grund- u. Hauptschulen mit Turnhalle   | 139          | 0,0                                | 7,5   | 10,1  | 11,5  | 13,8   | 16,8   | 20,2   |
| 4120 | Hauptschulen                           | 73           | 0,0                                | 9,1   | 12,0  | 14,6  | 16,8   | 19,8   | 24,8   |
| 4121 | Grund-, Haupt- und Realschulen         | 844          | 0,0                                | 7,5   | 9,5   | 11,5  | 13,3   | 16,1   | 20,4   |
| 4130 | Realschulen                            | 87           | 0,0                                | 9,4   | 11,2  | 12,9  | 14,3   | 16,7   | 21,2   |
| 4140 | Gymnasien                              | 256          | 0,0                                | 8,4   | 10,8  | 12,7  | 15,0   | 18,2   | 24,5   |
| 4150 | Gesamtschulen                          | 96           | 0,0                                | 8,5   | 10,2  | 14,0  | 16,3   | 20,4   | 33,0   |
| 4200 | Berufliche Schulen                     | 263          | 0,0                                | 10,5  | 13,9  | 17,1  | 20,7   | 25,7   | 33,8   |
| 4210 | Berufsfachschulen                      | 11           | 0,0                                | 8,4   | 8,8   | 13,2  | 16,3   | 18,4   | 28,9   |
| 4300 | Sonderschulen                          | 161          | 0,0                                | 8,1   | 10,4  | 12,1  | 15,0   | 19,3   | 29,0   |
| 4400 | Kindertagesstätten                     | 500          | 0,0                                | 14,0  | 19,4  | 24,1  | 27,3   | 31,8   | 37,3   |
| 4410 | Kindergärten                           | 346          | 0,0                                | 10,6  | 15,1  | 19,5  | 23,1   | 27,6   | 35,8   |
| 4500 | Weiterbildungseinrichtungen            | 90           | 0,0                                | 11,8  | 16,9  | 20,1  | 24,4   | 29,5   | 45,6   |
| 5000 | Sportbauten                            | 39           | 0,0                                | 13,6  | 15,2  | 18,4  | 26,1   | 37,2   | 63,6   |
| 5100 | Hallen (ohne Schwimmh.)                | 261          | 0,0                                | 8,5   | 10,8  | 15,3  | 19,9   | 29,1   | 45,7   |
| 5110 | Sporthallen                            | 230          | 0,0                                | 8,3   | 10,4  | 13,6  | 18,2   | 24,9   | 42,5   |
| 5130 | Mehrzweckhallen                        | 23           | 0,0                                | 21,8  | 26,5  | 34,0  | 36,1   | 42,4   | 55,1   |
| 5200 | Schwimmhallen                          | 73           | 0,0                                | 476,3 | 667,3 | 877,7 | 1034,2 | 1328,2 | 1587,3 |
| 5300 | Geb. f. Sportplatz- u. Freibadanl.     | 68           | 0,0                                | 15,9  | 21,9  | 28,9  | 42,0   | 63,3   | 79,7   |
| 5400 | Sportplatzanlagen (Außenanlagen)       | 22           | 0,0                                | 17,6  | 28,9  | 33,8  | 53,9   | 79,4   | 114,1  |
| 5500 | Freibadanlagen                         | 50           | 0,0                                | 78,4  | 106,1 | 131,6 | 169,1  | 237,2  | 414,7  |
| 6100 | Wohnhäuser                             | 41           | 0,0                                | 2,2   | 4,1   | 5,8   | 8,6    | 16,3   | 38,1   |
| 6200 | Wohnheime                              | 84           | 0,0                                | 11,5  | 16,9  | 20,1  | 26,4   | 33,4   | 55,1   |
| 6300 | Gemeinschaftsunterkünfte               | 58           | 0,0                                | 15,3  | 21,4  | 25,9  | 29,8   | 33,9   | 53,6   |
| 6400 | Betreuungseinrichtungen                | 146          | 0,0                                | 12,3  | 17,8  | 21,0  | 27,1   | 34,8   | 46,5   |
| 6430 | Jugendzentren                          | 93           | 0,0                                | 12,3  | 17,8  | 20,9  | 27,4   | 34,8   | 44,3   |
| 6500 | Verpflegungseinrichtungen              | 18           | 0,0                                | 10,4  | 21,2  | 39,7  | 54,4   | 71,8   | 128,7  |
| 7100 | Landwirtschaftl. Produktionsstätten    | 41           | 0,0                                | 3,4   | 8,0   | 22,7  | 24,7   | 35,6   | 45,3   |
| 7200 | Verkaufsstätten                        | 28           | 0,0                                | 198,2 | 228,1 | 240,4 | 268,1  | 280,7  | 326,3  |
| 7300 | Betriebs- und Werkstätten              | 129          | 0,0                                | 8,3   | 13,0  | 17,3  | 25,1   | 37,0   | 52,9   |
| 7500 | Lagergebäude                           | 89           | 0,0                                | 5,0   | 6,5   | 8,7   | 13,4   | 20,3   | 40,5   |
| 7600 | Garagegebäude                          | 52           | 0,0                                | 10,5  | 15,0  | 19,1  | 31,3   | 42,2   | 77,0   |
| 7700 | Geb. f. öff. Bereitschaftsdienste      | 624          | 0,0                                | 9,2   | 12,0  | 15,6  | 19,3   | 25,4   | 38,3   |
| 7740 | Bauhöfe                                | 34           | 0,0                                | 7,7   | 9,5   | 12,0  | 19,4   | 31,7   | 55,4   |
| 7760 | Feuerwehren                            | 143          | 0,0                                | 9,8   | 14,1  | 20,0  | 25,8   | 37,3   | 63,1   |
| 9100 | Geb. f. kulturelle u. musische Zwecke  | 376          | 0,0                                | 11,7  | 19,0  | 24,8  | 35,9   | 48,1   | 69,9   |
| 9121 | Ausstellungsgebäude, Museen            | 79           | 0,0                                | 15,5  | 24,7  | 34,4  | 40,8   | 61,0   | 143,5  |
| 9130 | Bibliotheksgebäude                     | 88           | 0,0                                | 12,1  | 22,6  | 28,7  | 39,1   | 48,6   | 54,9   |
| 9140 | Veranstaltungsgebäude                  | 49           | 0,0                                | 10,2  | 23,9  | 34,3  | 57,5   | 67,2   | 93,6   |
| 9150 | Gemeinschaftshäuser                    | 78           | 0,0                                | 13,6  | 18,8  | 22,5  | 27,1   | 37,0   | 57,2   |
| 9600 | Justizvollzugsanstalten                | 188          | 0,0                                | 32,7  | 45,3  | 50,9  | 60,7   | 70,5   | 80,4   |
| 9700 | Friedhofsanlagen                       | 61           | 0,0                                | 12,1  | 19,5  | 29,4  | 47,8   | 63,6   | 87,8   |
|      | Summe                                  | 12.740       |                                    |       |       |       |        |        |        |

**Tabelle 17: Klassengrenzen für Heizung [Frankfurt 2012]**

| BZK  | Bauwerkszuordnung                      | Anzahl<br>Werte | Untergrenzen der Klassen<br>(l/m²a) |        |        |        |        |        |        |
|------|----------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      |                                        |                 | A                                   | B      | C      | D      | E      | F      | G      |
| 1100 | Parlamentsgebäude                      | 32              | 0                                   | 135    | 181    | 221    | 238    | 281    | 494    |
| 1200 | Gerichtsgebäude                        | 436             | 0                                   | 75     | 99     | 117    | 140    | 176    | 244    |
| 1300 | Verwaltungsgebäude                     | 2.818           | 0                                   | 88     | 127    | 163    | 200    | 252    | 356    |
| 1310 | Verwaltungsgebäude mit normaler techn. | 1.442           | 0                                   | 83     | 121    | 152    | 188    | 231    | 334    |
| 1313 | Rathäuser                              | 44              | 0                                   | 76     | 129    | 175    | 216    | 272    | 460    |
| 1320 | Verwaltungsgeb. m. höh. techn. Ausst.  | 141             | 0                                   | 94     | 154    | 189    | 239    | 287    | 417    |
| 1340 | Polizeidienstgebäude                   | 929             | 0                                   | 103    | 143    | 178    | 221    | 271    | 362    |
| 1350 | Rechenzentren                          | 7               | 0                                   | 107    | 134    | 143    | 245    | 382    | 1.630  |
| 2000 | Geb. f. wiss. Lehre u. Forschung       | 763             | 0                                   | 87     | 140    | 192    | 256    | 400    | 756    |
| 2100 | Hörsaalgebäude                         | 44              | 0                                   | 135    | 183    | 214    | 251    | 279    | 394    |
| 2200 | Institutsgebäude f. Lehre u. Forsch.   | 444             | 0                                   | 80     | 137    | 191    | 256    | 420    | 762    |
| 2300 | Institutsgeb. f. Forsch. u. Unters.    | 150             | 0                                   | 103    | 163    | 256    | 398    | 648    | 1.113  |
| 3200 | Krankenhäuser für Akutranke            | 17              | 0                                   | 52     | 188    | 214    | 1.064  | 1.408  | 2.369  |
| 3300 | Sonderkrankenhäuser (z.B. Sucht)       | 45              | 0                                   | 646    | 796    | 969    | 1.132  | 1.170  | 1.225  |
| 3400 | Pflegeheime (Alte, Behinderte)         | 13              | 0                                   | 870    | 1.047  | 1.095  | 1.190  | 1.321  | 1.813  |
| 4000 | Schulen                                | 1.986           | 0                                   | 75     | 112    | 140    | 178    | 227    | 324    |
| 4100 | Allgemeinbildende Schulen              | 1.464           | 0                                   | 72     | 108    | 134    | 171    | 219    | 304    |
| 4110 | Grundschulen                           | 670             | 0                                   | 78     | 120    | 153    | 196    | 242    | 342    |
| 4112 | Grund- und Hauptschulen                | 754             | 0                                   | 78     | 118    | 153    | 194    | 242    | 337    |
| 4115 | Grund- u. Hauptschulen mit Turnhalle   | 104             | 0                                   | 103    | 125    | 152    | 183    | 221    | 343    |
| 4120 | Hauptschulen                           | 84              | 0                                   | 71     | 107    | 148    | 181    | 247    | 324    |
| 4121 | Grund-, Haupt- und Realschulen         | 837             | 0                                   | 73     | 114    | 150    | 190    | 241    | 334    |
| 4130 | Realschulen                            | 83              | 0                                   | 38     | 89     | 123    | 164    | 219    | 294    |
| 4140 | Gymnasien                              | 227             | 0                                   | 68     | 99     | 128    | 150    | 192    | 285    |
| 4150 | Gesamtschulen                          | 88              | 0                                   | 57     | 81     | 110    | 119    | 161    | 245    |
| 4200 | Berufliche Schulen                     | 256             | 0                                   | 73     | 113    | 156    | 196    | 255    | 336    |
| 4210 | Berufsfachschulen                      | 13              | 0                                   | 143    | 169    | 177    | 180    | 279    | 374    |
| 4300 | Sonderschulen                          | 143             | 0                                   | 79     | 112    | 145    | 198    | 285    | 446    |
| 4400 | Kindertagesstätten                     | 515             | 0                                   | 188    | 361    | 483    | 575    | 669    | 837    |
| 4410 | Kindergärten                           | 231             | 0                                   | 237    | 373    | 488    | 550    | 668    | 833    |
| 4500 | Weiterbildungseinrichtungen            | 45              | 0                                   | 104    | 139    | 248    | 308    | 416    | 613    |
| 5000 | Sportbauten                            | 32              | 0                                   | 148    | 172    | 222    | 394    | 630    | 1.391  |
| 5100 | Hallen (ohne Schwimmh.)                | 302             | 0                                   | 99     | 137    | 179    | 232    | 317    | 514    |
| 5110 | Sporthallen                            | 264             | 0                                   | 97     | 136    | 169    | 219    | 291    | 423    |
| 5130 | Mehrzweckhallen                        | 28              | 0                                   | 124    | 206    | 311    | 380    | 514    | 1.398  |
| 5200 | Schwimmhallen                          | 78              | 0                                   | 19.906 | 26.994 | 31.950 | 40.715 | 50.040 | 63.281 |
| 5300 | Geb. f. Sportplatz- u. Freibadanl.     | 60              | 0                                   | 500    | 870    | 1.856  | 2.388  | 2.956  | 4.238  |
| 5400 | Sportplatzanlagen (Außenanlagen)       | 22              | 0                                   | 653    | 919    | 1.133  | 1.741  | 3.111  | 4.296  |
| 5500 | Freibadanlagen                         | 54              | 0                                   | 3.963  | 7.159  | 8.926  | 11.367 | 16.691 | 23.772 |
| 6100 | Wohnhäuser                             | 11              | 0                                   | 102    | 168    | 469    | 2.318  | 3.091  | 4.256  |
| 6200 | Wohnheime                              | 91              | 0                                   | 225    | 430    | 622    | 850    | 1.238  | 1.787  |
| 6300 | Gemeinschaftsunterkünfte               | 56              | 0                                   | 169    | 204    | 256    | 295    | 433    | 960    |
| 6400 | Betreuungseinrichtungen                | 151             | 0                                   | 103    | 143    | 216    | 283    | 402    | 569    |
| 6430 | Jugendzentren                          | 96              | 0                                   | 103    | 137    | 159    | 224    | 301    | 400    |
| 6500 | Verpflegungseinrichtungen              | 19              | 0                                   | 292    | 454    | 768    | 1.160  | 1.305  | 1.600  |
| 7100 | Landwirtschaftl. Produktionsstätten    | 29              | 0                                   | 166    | 200    | 368    | 439    | 662    | 1.073  |
| 7200 | Verkaufsstätten                        | 3               | 0                                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 7300 | Werkstätten                            | 147             | 0                                   | 108    | 183    | 278    | 339    | 581    | 1.296  |
| 7500 | Lagergebäude                           | 67              | 0                                   | 55     | 125    | 158    | 258    | 429    | 651    |
| 7600 | Garagegebäude                          | 51              | 0                                   | 111    | 193    | 291    | 387    | 491    | 895    |
| 7700 | Geb. f. öff. Bereitschaftsdienste      | 514             | 0                                   | 78     | 139    | 201    | 297    | 467    | 811    |
| 7740 | Bauhöfe                                | 17              | 0                                   | 151    | 191    | 346    | 427    | 552    | 737    |
| 7760 | Feuerwehren                            | 139             | 0                                   | 92     | 151    | 288    | 419    | 560    | 840    |
| 9100 | Geb. f. kulturelle u. musische Zwecke  | 319             | 0                                   | 65     | 105    | 179    | 268    | 375    | 690    |
| 9121 | Museen                                 | 78              | 0                                   | 77     | 97     | 119    | 183    | 250    | 528    |
| 9130 | Bibliotheksgebäude                     | 63              | 0                                   | 63     | 83     | 155    | 208    | 306    | 414    |
| 9140 | Veranstaltungsgebäude                  | 45              | 0                                   | 92     | 187    | 283    | 379    | 507    | 692    |
| 9150 | Gemeinschaftshäuser                    | 85              | 0                                   | 187    | 244    | 330    | 421    | 708    | 1.027  |
| 9600 | Justizvollzugsanstalten                | 122             | 0                                   | 655    | 1.163  | 1.474  | 1.645  | 2.000  | 2.527  |
| 9700 | Friedhofsanlagen                       | 59              | 0                                   | 487    | 1.312  | 1.913  | 3.098  | 4.917  | 8.072  |
|      | Summe                                  | 17.827          |                                     |        |        |        |        |        |        |

## LUDWIG-BÖLKOW-SYSTEMTECHNIK GMBH

Die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) ist ein Beratungsunternehmen für Energie und Umwelt. Unsere internationalen Kunden aus Industrie, Finanzsektor, Politik und Verbänden unterstützen wir bei Fragen zu Technologie, Strategie und Nachhaltigkeit.

Zwei Jahrzehnte kontinuierlicher Erfahrung des interdisziplinären Teams renommierter Experten bilden die Basis der umfassenden Kompetenz der LBST.

Die LBST bietet ihren Kunden:

- **SYSTEM- UND TECHNOLOGIESTUDIEN** Technologiebewertung und Due Diligence;  
Energie- und Infrastrukturkonzepte;  
Machbarkeitsstudien;
- **NACHHALTIGKEITSBERATUNG** Lebenszyklus-Analysen; Carbon Footprint Analysen;  
Bewertung natürlicher Ressourcen (Energie, Mineralien, Wasser);  
Nachhaltigkeitsbewertung (Sustainability Due Diligence);
- **STRATEGIEBERATUNG** Produktportfolioanalysen,  
Identifizierung neuer Produkte;  
Marktanalysen;  
Kommunale Energiekonzepte
- **KOORDINATION** Projektmanagement, -begleitung und -bewertung;
- **ENTSCHEIDUNGSVORBEREITUNG** Studien, Briefings, Expertenkreise, Trainings.

Besondere Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Energie (erneuerbare Energie, Energiespeicherung, Wasserstoff und Brennstoffzellen) und Verkehr (Kraftstoffe und Antriebe, Infrastruktur, Mobilitätskonzepte), sowie bei umfassenden Nachhaltigkeitsanalysen.

Ein konsequenter Systemansatz ist Kennzeichen aller Arbeiten. Nur dadurch, dass wirklich alle relevanten Elemente einer vernetzten Welt berücksichtigt werden, können wir unseren Kunden eine vollständige Grundlage für ihre Entscheidungen geben.

Mit ihrem tiefen Verständnis gesellschaftlicher und technologischer Entwicklungen sowie ihrer Unabhängigkeit hilft die LBST ihren Kunden mit objektiven und fundierten Informationen bei der Sicherung ihrer Zukunft.

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST)  
Daimlerstr. 15 · 85521 Ottobrunn (Munich) · Germany  
Phone: +49 (0)89 6081100 · [info@lbst.de](mailto:info@lbst.de) · <http://www.lbst.de>