

Machbarkeitsstudie zur CO₂-Reduzierung in den städtischen Liegenschaften der Stadt Waiblingen

Auftraggeber:

Stadt Waiblingen
Kurze Straße 33
71332 Waiblingen

Auftragnehmer:

Energieberatungszentrum Stuttgart e. V.
Gutenbergstraße 76
70176 Stuttgart

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Uwe Schelling
Schwabstraße 11
71332 Waiblingen

Stuttgart, 4. Dezember 2007





Inhalt

Einleitung und Aufgabenstellung	4
Aufgabenstellung der Machbarkeitsstudie	4
Übersicht der Arbeiten	4
Teil I: Grobdiagnose	4
Teil II: Feinanalyse	4
Teil III: Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energien	5
Teil IV: Möglichkeiten zur Minderung der CO ₂ -Emissionen im Fuhrpark	5
Teil V: Szenarien zur CO ₂ -Minderung	5
Teil VI: Bilanzierungssystem für CO ₂ -relevante Maßnahmen	6
Zusammenfassung	7
Teil I: Grobdiagnose	7
Teil III: Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energien	7
Solarenergie	8
Bioenergie	8
Geothermie	9
Teil IV: Möglichkeiten zur Minderung der CO₂-Emissionen im Fuhrpark	9
Teil V: Szenarien zur CO₂-Minderung	11
Szenario I	11
Szenario II	12
Teil VI: CO₂-Bilanzierungssystem	12
Forderungen des Klimabündnisses	12
Anforderungen der Stadt Waiblingen	12



Einleitung und Aufgabenstellung

Die Stadt Waiblingen beauftragte das Energieberatungszentrum Stuttgart e. V. (EBZ) eine Machbarkeitsstudie zur CO₂-Reduzierung zu erstellen.

Nunmehr legt das EBZ den entsprechenden Endbericht dazu vor.

Aufgabenstellung der Machbarkeitsstudie

Der Gemeinderat der Stadt Waiblingen hat sich mit seiner Sitzung am 29. Juni 2006 das Ziel gesetzt, weniger CO₂ im kommunalen Bereich zu emittieren und den Anteil der regenerativen Energien deutlich auszubauen. Dieses Ziel wurde in der Fortführung des Stadtentwicklungsplanes konkretisiert. Entsprechen den zwischenzeitlich von der Bundesregierung und der Europäischen Union propagierten Vorgaben zur CO₂-Reduktion, hat die Stadt Waiblingen das Ziel, die CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 2005 bis zum Jahr 2020 um 30% zu verringern und den Anteil Erneuerbarer Energien auf 30% auszubauen.

Mit der Durchführung einer Grobanalyse will die Stadt Waiblingen wissen, welche Potenziale in ihren eigenen Liegenschaften stecken. Dazu sollen für ca. 20 Objekte ein Benchmarking mittels Energiekennwert und eine Potenzialabschätzung für geplante Maßnahmen durchgeführt werden. Zudem sollen die Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien aufgezeigt werden. Der städtische Fuhrpark ist hinsichtlich der Möglichkeiten zur Reduktion von Kohlendioxid mit in die Untersuchung einzu beziehen.

Übersicht der Arbeiten

Teil I: Grobdiagnose

Die Stadt Waiblingen bewirtschaftet ca. 200 Gebäude. Diese Gebäude kann man, nach dem Kriterium der gemeinsamen Versorgung durch eine Heizungsanlage zu Objekten zusammenfassen. Aus diesen Objekten wurden vom Auftraggeber nach Kriterien wie Sanierungsbedarf, Energieverbrauch und vorhandenem Energiecontrolling zunächst 20 Objekte ausgewählt, die der Grobanalyse unterzogen wurden. Weitere 22 Objekte, die bisher schon im Energiecontrolling der Stadt geführt wurden, sind in einer Bewertung ergänzend einbezogen worden.

Für die untersuchten Gebäude werden in Einzelberichten der Ist-Zustand dargestellt und Schwachstellen beschrieben. Für mögliche Sanierungsmaßnahmen werden die Energie- und CO₂-Einsparung sowie die Kosten aufgezeigt. Eine Aufzählung der Möglichkeiten zur Nutzung Erneuerbarer Energien runden die Objektberichte ab.

In Sammelauswertungen können nach den Kriterien Emissionsminderungspotenzial (Tonnen CO₂), Energieeinsparung (kWh) und Kosten pro vermiedener Tonne CO₂ Prioritätenlisten, in denen alle Liegenschaften enthalten sind, erstellt werden. Damit ist nun möglich, die Gesamtinvestitionen zu ermitteln und einen integralen Sanierungsplan für die nächsten 5 – 10 Jahre aufzustellen. Ebenso kann dann damit dargestellt werden, welches Engagement im Sanierungsbereich der öffentlichen Liegenschaften aufgewendet werden muss, um die gesteckten Ziele zur CO₂-Reduktion erreichen zu können.

Teil II: Feinanalyse

In einem weiteren Schritt werden Gebäude, bei denen in den nächsten Jahren Maßnahmen zur CO₂-Minderung geplant sind, näher untersucht und bewertet.



Teil III: Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energien

Es werden Maßnahmen zum verstärkten Einsatz regenerativer Energien im Gebäudebestand der Stadt Waiblingen dargestellt. Die Nutzung regenerativer Energien wie Sonnenenergie, Geothermie und Holzenergie ist grundsätzlich überall möglich. Fraglich sind vor allem die bauliche Einbindung der Systeme und der wirtschaftliche Betrieb.

Die Untersuchung beinhaltet:

- Die Abschätzung der nutzbaren Flächen zur Installation thermischer und fotovoltaischer Solaranlagen mit Vorschlägen von geeigneten Objekten.
- Die Abschätzung der Nutzung von Bioenergie (Holzhackschnitzel, -pellets, Pflanzenöl, Biogas, Geothermie) zur Gebäudebeheizung - mit Vorschlägen von geeigneten Objekten.

Für die Nutzung erneuerbarer Energien in den einzelnen Bereichen wird der Ist-Zustand in Waiblingen dargestellt. Neben allgemeinen Basisinformationen wird das erschließbare Potenzial für die städtischen Gebäude aufgezeigt und – wo möglich – quantitativ benannt.

Für die einzelnen Techniken werden die notwendigen Investitionskosten abgeschätzt. Gleichzeitig wird die mögliche Energie- bzw. CO₂-Einsparung ermittelt.

Teil IV: Möglichkeiten zur Minderung der CO₂-Emissionen im Fuhrpark

Für den Fahrzeugbestand der Stadt Waiblingen werden Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen aufgezeigt. Dabei kommen vor allem die Umrüstung auf Erdgas, Flüssiggas, RME, Pflanzenöl in Betracht. Darüber hinaus werden Nutzungsänderungen und Änderungen im Fahrverhalten einbezogen.

Die Potentiale zur Emissionsminderung und die Wirtschaftlichkeit sind dargestellt.

Teil V: Szenarien zur CO₂-Minderung

Es werden zwei Szenarien für unterschiedliche Zielvorgaben erstellt werden:

- Szenario 1:
Für die Zielerreichung des Stadtentwicklungsplan den Energieverbrauch bis 2020 um 30% zu reduzieren und den Anteil erneuerbare Energien auf 30% im Strombereich bzw. 20% des Primärenergieverbrauchs zu erhöhen.
- Szenario 2:
Für die Zielsetzung des Klimabündnisses mit einer Minderung der CO₂-Emissionen um 50% bis 2020 (ausgehend von 1990).

Die Szenarien beinhalten die Bereiche Energiebedarfsreduzierung der Gebäude, Nutzung regenerativer Energien und Minderung des Kraftstoffverbrauchs bei Fahrzeugen. Dabei werden auch weiterführende Möglichkeiten der Stadtverwaltung die Emissionen der verschiedenen Klimagase zu reduzieren thematisiert und bezüglich der Potentiale und Priorität bewertet. Beispielsweise der Energieerlass mit Themen wie Verhaltensänderungen und Hausmeisterschulungen, das Energiemanagement, die Straßenbeleuchtung.



Teil VI: Bilanzierungssystem für CO₂-relevante Maßnahmen

Zur Erfolgskontrolle von Klimaschutzmaßnahmen werden:

- Forderungen des Klimabündnisses
Das Klimabündnis, bei dem auch die Stadt Waiblingen Mitglied ist, hat Anforderungen für die Erfolgskontrolle im kommunalen Klimaschutz aufgestellt. Die Mitglieder des Klima-Bündnis verpflichten sich zu einer kontinuierlichen Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen. Ziel ist, den CO₂-Ausstoß alle fünf Jahre um zehn Prozent zu reduzieren. Dabei soll der wichtige Meilenstein einer Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (Basisjahr 1990) bis spätestens 2030 erreicht werden.
- Anforderungen der Stadtverwaltung Die Stadt Waiblingen möchte ein Bilanzierungssystem für CO₂-relevante Maßnahmen betreiben, das sowohl geplante sowie bereits ausgeführte Maßnahmen beinhaltet. Das System soll es erlauben, alle Maßnahmen nach ihrer Wirtschaftlichkeit und entsprechend ihres Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotentials bewerten zu können. Daran anknüpfend soll eine Prioritätenliste erstellt werden können, die eine Reihenfolge der Maßnahmen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erlaubt. Zudem soll eine kontinuierliche Dokumentation CO₂-relevanter Maßnahmen stattfinden.



Zusammenfassung

Teil I: Grobdiagnose

Fast alle in der Grobdiagnose untersuchten Gebäude weisen im Heizenergiekennwert Potenziale zur Energieeinsparung auf. Vor allem die Gebäude mit hohem absolutem Verbrauch weisen auch hohe Kennwerte auf, so dass hier ein großes Einsparpotenzial vorliegt.

Der Gesamtheizenergieverbrauch der in der Sammelauswertung untersuchten Gebäude beträgt 14.642 MWh/a und deckt damit den von allen städtischen Gebäuden verursachten Energieverbrauch zu mehr als zwei Drittel ab. Größter Einzelverbraucher mit 2.746 MWh/a ist das Hallenbad Waiblingen. Bei diesem Objekt fallen auch die höchsten Kosten an. Die Schulen erzielen in der Gebäudegruppeneauswertung die höchsten Verbräuche und Kosten.

Die Maßnahmen im Wärmeschutz sind jedoch zum größten Teil nicht wirtschaftlich. Die Einzeluntersuchung zeigt, dass Maßnahmen mit geringen Mehrkosten und geringen Kosten pro eingesparten Mengen Kohlendioxid vor allem bei Dämmungen von Kellerdecken und obersten Geschossdecken zu finden sind. Auch die Dämmung von überhängenden Decken gegen Außenluft erzeugen nur geringe Kosten. Die Dämmung von Dächern und Außenwände sowie die Erneuerung von Fenstern und Verglasungen verursachen dagegen höhere Mehrkosten.

Die Erneuerung von Heizungsanlagen ist in vielen Gebäuden wirtschaftlich und erzeugt keine Mehrkosten. Dabei ist auch ein Wechsel des Energieträgers oft ohne wirtschaftliche Einschränkungen möglich. Eine generelle Aussage kann jedoch nicht abgeleitet werden.

Der Gesamtstromverbrauch der in der Sammelauswertung untersuchten Gebäude beträgt 2.922 MWh/a und deckt damit den von allen städtischen Gebäuden verursachten Energieverbrauch zu mehr als zwei Drittel ab. Der mit Abstand größte Einzelverbraucher ist das Hallenbad Waiblingen. Bei diesem Objekt fallen auch die höchsten Kosten an. Die Schulen erzielen in der Gebäudegruppeneauswertung die höchsten Verbräuche und Kosten. Auch im Strombereich weisen die Gebäude einen hohen Kennwert auf, der auf große Einsparpotenziale schließen lässt..

Maßnahmen im Strombereich sind häufig wirtschaftlich. Vor allen die Sanierung alter Beleuchtungsanlagen in Hallen und Schulen sowie die Erneuerung von Ventilatoren großer Lüftungsanlagen kommen ohne Mehrkosten aus.

Neben investiven Maßnahmen sind organisatorische Maßnahmen gut geeignet, um Einsparungen zu erzielen. Als organisatorische Maßnahmen werden ein intensiveres Energiecontrolling, Hausmeisterschulungen, Anlagenoptimierung und verstärkte Nutzerinformationen zur Energieeinsparung empfohlen. Allein mit organisatorischen Maßnahmen lässt sich der Energieverbrauch von Gebäuden nach Aussage der KEA (Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg) um durchschnittlich 15 % reduzieren.

Teil III: Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energien

In den Gebäuden, die die Stadt Waiblingen besitzt oder bewirtschaftet sind für die Nutzung Erneuerbarer Energien noch erhebliche Potenziale vorhanden. Um die Ziele



aus dem Stadtentwicklungsplan zu erreichen, sind noch große Anstrengungen beim Einsatz von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien notwendig.

Es wird angeregt, dass bei Neubauten, grundlegenden Sanierungen von Gebäuden und Heizungssanierungen eine obligatorische Prüfung des Einsatzes von Erneuerbarer Energien eingeführt wird. Bei der Prüfung der Alternativen sollte ein Wirtschaftlichkeitsnachweis mit Hilfe der Gesamtkostenberechnung geführt werden, bei dem auch Umweltfolgekosten berücksichtigt werden.

Solarenergie

Die thermische Nutzung der Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung ist für Gebäude mit einem hohen Warmwasserverbrauch interessant. Die installierbare Kollektor- und Absorberfläche erreicht rund 1.500 m². Insgesamt können rund 450 MWh/a eingespart werden. Das CO₂-Reduktionspotenzial beträgt ca. 135 t/a.

Die nutzbare Dachfläche für die Solarenergie, die nicht für thermische Solarkollektoren benötigt wird, steht als Potenzial für die Installation von Fotovoltaikanlagen zur Verfügung. Die potenzielle Installationsfläche liegt bei ca. 15000 m². Die installierbare Leistung beträgt ca. 1.700 kWp. Die mit den Fotovoltaikanlagen erzeugbaren Strommenge beträgt rund 1.530 MWh/a. Dies entspricht 35,8% der in städtisch genutzten Gebäuden verbrauchten Strommenge.

Bei einigen Gebäuden sind noch Vorarbeiten notwendig, um eine Solaranlage montieren zu können. So sollten Dachflächen in einem guten Zustand sein und in den nächsten 20 Jahren keine Sanierungsarbeiten anstehen. Auch sind u. U. statische Ertüchtigungen notwendig.

Vor allem im Strombereich ist die Solarenergienutzung eine Option, den 30%-Anteil Erneuerbare Energien als Ziel aus dem Stadtentwicklungsprogramm zu erreichen.

Bioenergie

Bioenergie in Form von Holzhackschnitzel, Holzpellets und Bioölen können zur Beheizung von Gebäuden eingesetzt werden.

Große Holzhackschnitzelanlage eignen sich besonders für Gebäude mit hohem Wärmebedarf für die Heizung wie z. B. Schulzentren und Hallenbäder. Auch Nahwärmanlagen kommen in Betracht. Kleinere Anlagen mit ca. 100 kW Leistung können auch in größeren Mehrfamilienhäusern installiert werden.

Bei sechzehn größeren Gebäuden mit einem Wärmebedarf von rund 13.650.000 kWh/a kann mit Holzhackschnitzelheizanlagen eine Primärenergieeinsparung von 12.178 MWh/a und ein CO₂-Reduktionspotenzial von ca. 2.225 t/a erzielt werden. Diese Einsparung übertrifft um das 1,6-Fache den Zielwert des Stadtentwicklungsplan zur Erzeugung von 20% des Primärenergieverbrauchs der von der Stadt bewirtschafteten Gebäude aus erneuerbaren Energien.

Weiter ist es möglich, Nahwärmenetze an die Wärmeerzeugung öffentlicher Gebäude anzuschließen und damit Wohngebiete zu versorgen. Der in den gewachsenen Wohngebieten permanent vorhandene Sanierungsbedarf von Heizungsanlagen kann genutzt werden, Nahwärmenetze auf Grundlage Erneuerbarer Energien zu installieren.

Pelletheizungen sind auch für kleinere Gebäude wie Ein- und Mehrfamilienhäuser geeignet. Von 131 Wohngebäuden im Besitz der Stadt mit einem überschlägig ermit-



telten Wärmebedarf von 5.000.000 kWh/a sind 50% mit einer Pelletheizung ausrüstbar. Das CO₂-Reduktionspotenzial beträgt ca. 1.000 t/a.

Alle Gebäude, die bisher mit Heizöl beheizt werden, bilden das Potenzial für den Betrieb mit Pflanzenöl. Von den 131 Wohngebäuden werden ca. 48 Gebäude mit Heizöl beheizt. Werden davon 50% mit einem Pflanzenöl-Heizöl-Gemisch (20%/80%) beheizt, beträgt die CO₂-Emissionsminderung ca. 30 t/a.

In Waiblingen werden Blockheizkraftwerke im Klärwerk, im Wohngebiet Korber Höhe und in den Schulzentren Salier und Staufer betrieben. Dabei handelt es sich um Erdgas- oder Klärgasanlagen. Die Motoren sind für einen Betrieb mit Pflanzenöl nicht geeignet. Um einen Pflanzenöleinsatz in den bestehenden Objekten realisieren zu können müssten dort neue Aggregate eingebaut werden.

Die Möglichkeiten zur Biogasnutzung ist für die Stadt nur in Verbindung mit der Landwirtschaft möglich. Dafür bedarf es einer separaten Untersuchung, die sich mit den Themen der Grundstoffversorgung und der Nutzung des anfallenden Biogases eindringlich auseinandersetzt.

Um den 20%-Anteil an Erneuerbaren Energien im Primärenergieverbrauch als Ziel aus dem Stadtentwicklungsprogramm zu erreichen, muss in jedem Fall auf Bioenergie, und dabei vor allem auf Holzpellet oder Holzhackschnitzel zur Wärmeerzeugung zurückgegriffen werden.

Geothermie

Der sinnvolle Einsatz einer Wärmepumpe zu Heizungszwecken ist nur mit einer Niedertemperaturheizung gegeben. Im Gebäudebestand bestehen diese Voraussetzungen zum überwiegenden Teil nicht. Für Neubauten ist die Nutzung der Geothermie jedoch eine Alternative, da schon in der Planungsphase das Gebäude die Erfordernisse dieser Art der Energieerzeugung berücksichtigt werden können.

Teil IV: Möglichkeiten zur Minderung der CO₂-Emissionen im Fuhrpark

Die Stadt Waiblingen betreibt rund 115 Kraftfahrzeuge, Anhänger und motorbetriebene Geräte. Der CO₂-Ausstoß der Kraftfahrzeuge beläuft sich bei einer Gesamtkilometerleistung von ca. 400.000 km/a auf rund 137 t/a.

Durch die kontinuierliche und konsequente Neubeschaffung emissionsarmer Fahrzeuge lässt sich der Verbrauch des Fuhrparks und damit der CO₂-Ausstoß deutlich verringern. Die Einsparpotenziale liegen bei Pkw's im Durchschnitt bei rund 700 kg_(CO₂) pro Fahrzeug und Jahr. Bei durchschnittlich fünf Fahrzeugen, die jedes Jahr erneuert werden, ließen sich somit jährlich ca. 3,5 t/a bzw. 2,5 %/a CO₂-Emissionen vermeiden. Bei Lkw's ist die durchschnittliche Einsparung mit 900 kg_(CO₂) pro Fahrzeug und Jahr noch höher. Werden drei Lkw pro Jahr erneuert, lassen sich Einsparungen von 2,7 t/a bzw. 2 %/a CO₂-Emissionen erzielen. Summiert auf 13 Jahre bis 2020 entspricht dies einem Einsparpotenzial von knapp 40%.

Durch den Wechsel des Kraftstoffs kann alternativ eine CO₂-Reduzierung erreicht werden. Heute verfügbare alternative Kraftstoffe sind Erdgas, Autogas, Biodiesel, Pflanzenöl und Bioethanol. Hemmnis dabei ist vor allem, dass es für den Betrieb mit diesen Kraftstoffen oft keine Freigabe durch den Fahrzeughersteller gibt. Einige Umrüstfirmen bieten deshalb Ersatzgarantien an. In wieweit dies die Bedenken gegen den Betrieb mit Alternativkraftstoffen ausräumen kann, muss im Einzelfall untersucht werden.



Bisher sind in der Fahrzeugflotte der Stadt Waiblingen vier mit Erdgas betriebene Opel Combo im Betrieb. Gegenüber der Benzinvariante sparen die Fahrzeuge 23 g_(CO₂)/km oder 17,3% und im Vergleich zur Dieselsonne 7 g_(CO₂)/km oder 5,3% ein. Bei einer Gesamtleistung von rund 10.000 km entspricht dies einer CO₂-Minderung von 230 t/a. Theoretisch besteht für alle benzinbetriebenen Fahrzeuge die Möglichkeit, diese auf Erd- oder Flüssiggas umzurüsten, was bei Umrüstkosten von 3.000 € pro Fahrzeug jedoch erst ab einer Kilometerleistung von 94.000 km wirtschaftlich wird.

Bei der Stadt Waiblingen sind sechs mit Flüssiggas betriebene Fahrzeuge im Einsatz. Es handelt sich dabei um einen PKW, vier kleine Nutzfahrzeuge und einen Gabelstapler mit einer Laufleistung von zusammen 26.000 km im Jahr und CO₂-Emissionen von rund 9,7 t/a.

Ca. 10 Benzinfahrzeuge können auf Flüssiggasbetrieb umgerüstet werden. Bei einer Laufleistung von ca. 70.000 km verringert sich der CO₂-Ausstoß um ca. 1,9 t/a. Bei Umrüstkosten von rund 2.500 € pro Fahrzeug bzw. insgesamt 25.000 € werden Emissionsminderungskosten von 13,30 €/kg_(CO₂) verursacht. Der geringere Kraftstoffpreis von Flüssiggas führt zu Einsparungen im laufenden Betrieb.

Nicht alle Dieselfahrzeuge sind mit Biodiesel oder Pflanzenöl zu betreiben oder umzurüsten. Die Möglichkeit der Umrüstung von Dieselfahrzeugen muss im Einzelfall geprüft werden. Theoretisch verringert sich durch eine Umrüstung von 50% der Dieselfahrzeuge auf Biodiesel bei einer Laufleistung von ca. 127.000 km der CO₂-Ausstoß um ca. 48 t/a. Bei Umrüstkosten von rund 1.000 € pro Fahrzeug bzw. insgesamt 23.000 € werden Emissionsminderungskosten von 48 ct/kg_(CO₂) verursacht. Der geringere Kraftstoffpreis von RME wird durch den Mehrverbrauch der Fahrzeuge egalisiert.

Werden 21 Fahrzeugen mit einer Laufleistung von ca. 96.000 km auf den Betrieb mit Pflanzenöl umgerüstet, verringert sich der CO₂-Ausstoß um ca. 20 t/a. Bei Umrüstkosten von rund 3.000 € pro Fahrzeug bzw. insgesamt 63.000 € werden Emissionsminderungskosten von 3,17 €/kg_(CO₂) verursacht. Der geringere Kraftstoffpreis von Rapsöl von rund 40 ct/l führt zu Einsparungen von 0,14 €/kg_(CO₂). Die Nettokosten liegen bei 3 €/kg_(CO₂).

Ethanol kann nur mit einem Anteil von ca. 10% in herkömmlichen Ottomotoren verwendet werden. Der Anteil der Benzinfahrzeuge, die mit Ethanol betrieben werden können wird mit ca. 9 Fahrzeugen beziffert. Bei einer Laufleistung von ca. 64.000 km verringert sich der CO₂-Ausstoß um ca. 1,2 t/a. Der geringere Kraftstoffpreis von Ethanol im Vergleich zu Benzin von rund 5 ct/l führt zu Einsparungen von 2,05 ct/kg_(CO₂).

Weitere Möglichkeiten bestehen in technischen Veränderungen am Fahrzeug, die Energieverluste minimieren. Durch die Verwendung von Leichtlaufölen im Motor wird die innere Reibung reduziert. Das technische Reduktionspotenzial durch die Verwendung von Leichtlaufölen liegt bei über 5%. Leichtlaufreifen sind Fahrzeugreifen, die sich wegen verminderter Rollwiderstände durch verminderte Geräuschentwicklung und Kraftstoffersparnis auszeichnen. Ein um 20% geminderter Rollwiderstand reduziert den Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit um bis zu 5%.



Auch durch organisatorische Maßnahmen und das persönliche Verhalten lässt sich der Kraftstoffverbrauch senken. Werden die Tipps zum Kraftstoff berücksichtigt, können zwischen 6% und 12% des CO₂-Ausstoßes vermieden werden.

Eine Möglichkeit wäre die Fahrerschulung zur kraftstoffarmen Fahrweise für Mitarbeiter der Stadtverwaltung. Zudem könnte durch Prämien oder Beteiligung der Fahrer am ökonomischen Nutzen eine kontinuierliche Förderung der verbrauchsarmen Fahrweise erreicht werden.

Durch die Kombination aus Neubeschaffung emissionsarmer Fahrzeuge, der Verwendung CO₂-Armer Kraftstoffe sowie technischen und organisatorischen Maßnahmen kann der CO₂-Ausstoß deutlich verringert werden.

Teil V: Szenarien zur CO₂-Minderung

Szenario I

Das erste Szenario I orientiert sich an den Vorgaben des Leitbildes der Stadt Waiblingen, den Energieverbrauch bis 2020 um 30% zu reduzieren und den Anteil erneuerbare Energien auf 30% im Strombereich bzw. 20% des Primärenergieverbrauchs zu erhöhen.

Das Ziel, den Energieverbrauch bis 2020 um 30% zu reduzieren, kann für die von der Stadt Waiblingen bewirtschafteten Gebäude mit investiven und organisatorischen Maßnahmen verwirklicht werden. Im Wärmebereich sind kostengünstige Maßnahmen im Bereich Wärmeschutz wie z. B. die Dämmung von Kellerdecken und obersten Geschossdecken notwendig. Sowieso anstehende Maßnahmen an den Wärmeübertragenden Bauteilen und der Anlagentechnik müssen energetisch optimiert durchgeführt werden, damit sich im sanierten Zustand wesentliche Energieeinsparungen ergeben. Im Strombereich müssen wirtschaftliche Maßnahmen wie Beleuchtungssanierungen oder Sanierungen von Lüftungsanlagen durchgeführt werden. Zudem ist der Ausbau des Energiemanagements notwendig.

Das weitere Ziel aus dem Stadtentwicklungsplan ist, den Anteil an Erneuerbarer Energie auf 20% am Primärenergieverbrauch und auf 30% im Strombereich zu erhöhen. Werden die Hälfte der zu erneuernden Heizungsanlagen als Holzpelletanlagen oder Bioölanlagen ausgeführt, kann ein 30%-Anteil an Erneuerbaren Energien für den Primärenergieverbrauch erreicht werden. Solarthermische Anlagen sind bei städtische genutzten Gebäuden mit hohem Warmwasserverbrauch möglich. Für das Erreichen des Zielwertes von 30%-Anteil Erneuerbarer Energien für den Stromverbrauch sind beim derzeitigen Stromverbrauch Fotovoltaikflächen von rund 13.000 m² erforderlich. Die potenzielle Installationsfläche auf städtischen Gebäuden liegt bei ca. 15000 m². Bei einigen Gebäuden sind noch Vorarbeiten wie Dachhauernerneuerung oder statische Verstärkungen notwendig, um eine Solaranlage montieren zu können.

Der durch die städtischen Kraftfahrzeuge verursachte Energieverbrauch kann durch ein Maßnahmenbündel aus technischen und organisatorischen Maßnahmen sowie die Umrüstung geeigneter und die Neubeschaffung energiesparender Kraftfahrzeuge bis 2020 um 30% der Primärenergie eingespart werden. Dazu sollten neben der Verkehrsvermeidung und der Änderung im Fahrverhalten bei allen Fahrzeugen Leichtlaufreifen und Leichtlauföle verwendet werden. Im Szenarium ist weiter vorgesehen, dass ein Anteil am Potenzial zur Umrüstung auf Biodiesel (30%), auf Pflanzenöl (10%), auf Flüssiggas (5%) und bei der Beimischung von Ethanol (5%) ausgeschöpft wird. Bei der Neubeschaffung wird vorausgesetzt, dass 10% der Pkw unter 140 g/km



und 30% unter 120 g/km CO₂ emittieren. Gleiches gilt bei den Lkw (10% unter 220 g/km und 30% unter 180 g/km).

Zur Stromverbrauchsreduzierung der Straßenbeleuchtung von Waiblingen wird die Umrüstung der rund 6.000 Brennstellen auf energiesparende Beleuchtungskörper notwendig. Der Einsatz neuer Technologien bei der Straßenbeleuchtungen, wie effiziente LED-Leuchten, eröffnen hierbei in Zukunft ein Einsparpotenzial bei unveränderter Farbtreue. Um die Ziele aus dem Stadtentwicklungsplan zu erfüllen ist im Laufe der nächsten 13 Jahre bis 2020 die Straßenbeleuchtung in großen Teilen auf effiziente Technologien umzurüsten.

Szenario II

Im Szenario II werden Maßnahmen zur Minderung der CO₂-Emissionen um 50% bis 2030 aufgezeigt.

Bei den Gebäuden müssen weitere bis 2030 notwendige Sanierungsmaßnahmen mit Wärmeschutzmaßnahmen gekoppelt und Heizungsanlagen erneuert werden. Der Wechsel des Energieträgers auf regenerative Energien ist anzustreben. Im Strombereich muss zur Zielerreichung die konsequente Auswahl energieeffizienter Geräte erfolgen. Zudem sind weiter verstärkte organisatorischen Maßnahmen erforderlich.

Im Bereich der Kraftfahrzeuge werden bis 2030 große Veränderungen in der Antriebsart erfolgen. Durch Elektro- und Elektrohybridfahrzeuge kann gerade im Stadtverkehr ein großes Einsparpotenzial erschlossen werden. Mit den technischen und organisatorischen Maßnahmen sowie der Neubeschaffung von Kraftfahrzeugen mit neuer Technik kann bis 2030 das Ziel einer Reduzierung des CO₂-Ausstoßes vermutlich eingehalten werden.

Um die Ziele des Klima-Bündnisses zu erfüllen ist bis 2030 die Straßenbeleuchtung vollständig auf effiziente Technologien umzurüsten.

Teil VI: CO₂-Bilanzierungssystem

Forderungen des Klimabündnisses

Das Klimabündnisses und auch der European-Energy-Award bevorzugen das Bilanzierungsprogramm ECO₂-Regio. Mit dem Rechenprogramm können Grob- und Detailbilanzen zum CO₂-Ausstoß einer Gemeinde erstellt werden.

Die Stadt Waiblingen kann mit diesem Programm die Anforderungen für die Erfolgskontrolle als Mitglied des Klimabündnisses erfüllen.

Anforderungen der Stadt Waiblingen

Die Anforderungen nach dem Pflichtenheft, die die Stadtverwaltung an ein Bilanzierungssystem hat, können weder mit dem Programm ECO₂-Regio noch mit einem anderen auf dem Markt verfügbaren Programm erfüllt werden.

Alle Anforderungen in einem einzigen Programm zu vereinbaren ist auf Grund der unterschiedlichen Zeithorizonte bei geplanten und durchgeführten Maßnahmen schwer zu realisieren. Auch die unterschiedlichen Zielrichtungen von Maßnahmen, die stadt-eigene und gesamtstädtische Gebäude betreffen, lassen sich in einzelnen Punkten nur schwer miteinander vereinbaren.

Praktikabel schein eine Aufteilung der Anforderungen auf Einzelprogramme:

- Die Bilanzierung durchgeführter Maßnahmen an den städtischen Gebäuden ist



durch die konsequente Fortschreibung und Erweiterung des Energiecontrollings einfach zu realisieren. Werden alle städtischen Gebäude und Einrichtungen in das Energiemanagementprogramm SEKS eingepflegt, kann durch eine, zumindest jährliche, Dateneingabe des Energieverbrauchs, der Gesamt-CO₂-Ausstoß ermittelt werden. Bei Betrachtung der CO₂-Emissionen auf Gebäudeebene ist die Wirkung einzelner Maßnahmen direkt ablesbar.

- Geplante Maßnahmen an städtischen Gebäuden können im Einzelfall durch das Gesamtkostenprogramm der Stadt Frankfurt auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht werden.
- Für noch nicht konkret geplante Maßnahmen an städtischen Gebäude, hat das Energieberatungszentrum Stuttgart eine Exceltabelle erstellt, in der CO₂-Einsparungen, Investitionskosten, spezifische Kosten und Amortisation berechnet werden können. Daraus kann eine Prioritätenliste für konkrete Einsparprojekte abgeleitet werden. Für die Berechnung der Energieeinsparungen kann auf gängige Energieberechnungssoftware wie z. B. das Programm SanEnEV des EBZ zurückgegriffen werden.
- Eine Laufzeit für durchgeführte Maßnahmen in einer CO₂-Bilanz aufzuführen, ist in keinem Programm vorgesehen. Streng genommen verbietet sich die Angabe einer Laufzeit in einer CO₂-Bilanz, da sich die CO₂-Reduzierung aus der Differenz der Emissionen einzelner Zeiträume errechnet. Die Anforderung, die Laufzeit für eine Maßnahmen mit angeben zu können, begründet sich mit der von einer Bilanz abweichenden Zielrichtung. Die Gutachter empfehlen, das Ziel aus Gründen der Praktikabilität nicht weiter zu verfolgen.