

Machbarkeitsstudie zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung  
in den städtischen Liegenschaften der  
Stadt Waiblingen

**Teil V**

**Szenarien zur CO<sub>2</sub>-Minderung**





## **Inhalt Teil V – Szenarien**

<b>1</b>	<b>Problematik</b>	<b>4</b>
1.1	Leitbild der Stadt Waiblingen	4
1.2	Forderung des Klima-Bündnisses	4
<b>2</b>	<b>Methodik</b>	<b>5</b>
2.1	Szenario I	5
2.2	Szenario II	5
<b>3</b>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>6</b>
3.1	Städtische Gebäude	6
3.2	Städtische Kraftfahrzeuge	6
3.3	Straßenbeleuchtung	7
<b>4</b>	<b>Szenarien der Energiereduktion und CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung</b>	<b>8</b>
<b>4.1</b>	<b>Szenario I</b>	<b>8</b>
4.1.1	Städtische Gebäude	8
4.1.2	Städtische Kraftfahrzeuge	11
4.1.3	Straßenbeleuchtung	14
<b>4.2</b>	<b>Szenario II</b>	<b>14</b>
4.2.1	Städtische Gebäude	14
4.2.2	Städtische Kraftfahrzeuge	16
4.2.3	Straßenbeleuchtung	16
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	<b>Szenario I</b>	<b>17</b>
<b>5.2</b>	<b>Szenario II</b>	<b>18</b>



## 1 Problematik

### 1.1 Leitbild der Stadt Waiblingen

In Stadtentwicklungsplan STEP 2020 hat sich Waiblingen unter dem Titel „Waiblingen, die grüne Stadt am Fluss“ selbst das Ziele im Bereich Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung gesetzt. So ist mit einer Beschlussfassung im Stadtentwicklungsplan vom 29. Juni 2006 unter dem Schlagwort „Energieoffensive Waiblingen“ folgendes vermerkt:

*„Die Stadt Waiblingen setzt sich Ziele zur Senkung ihres Energieverbrauches (z.B. bis 2015 Senkung um 20 Prozent) und zur Erhöhung des Einsatzes regenerativer Energien (z.B. Erhöhung des Anteils bis 2015 um 30 Prozent) in ihrem Bestand [...]“*

In der Fortschreibung des Stadtentwicklungsplanes vom 23. März 2007 ist das Ziel in Abschnitt B3 „Energie/Klimaschutz“ weiter präzisiert:

*„Senkung des Energieverbrauches der städtischen Gebäude, Zielgröße: 30 % bis 2020, Erhöhung des Anteils an regenerativen Energien, Zielgröße bis 2020: 30% des Strombedarfs“*

Im Energiepolitischen Handlungsprogramm der Stadt Waiblingen vom 25. September 2007 wird die Erhöhung des Anteils an regenerativen Energien im Leitbild mit einem Zielwert für den Primärenergiebedarf weiter gefasst:

*„[...] Reduktion Energieverbrauch bis 2020 um 30%, Erhöhung Anteil erneuerbare Energien auf 30% im Strombereich bzw. 20% beim Primärenergieverbrauch“*

### 1.2 Forderung des Klima-Bündnisses

Waiblingen ist seit 1995 Mitglied im Klima-Bündnis europäischer Städte mit indigenen Völkern. Als Mitglied des Klima-Bündnis hat sich die Stadt Waiblingen dazu verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen kontinuierlich zu vermindern. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß soll sich alle fünf Jahre um zehn Prozent reduzieren. Ein wichtiger Meilenstein ist dabei die Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 bis spätestens 2030.



## **2 Methodik**

Es werden zwei Szenarien für unterschiedliche Zielvorgaben erstellt:

### **2.1 Szenario I**

Das erste Szenario orientiert sich an den Vorgaben des Leitbildes der Stadt Waiblingen. Die ursprüngliche Aufgabenstellung, Möglichkeiten der Zielerreichung des Stadtentwicklungsplan mit einer Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 20% gegenüber 2005 und die Steigerung des Anteil der regenerativen Energien (Verdoppelung) innerhalb der nächsten 10 Jahre aufzuzeigen, wurden durch politische Vorgaben der Europäischen Union und der Bundesregierung überholt. Mit der Fortschreibung des Stadtentwicklungsplanes wurden die Ziele an die der Bundesregierung angeglichen.

Im Szenario I werden Möglichkeiten, den Energieverbrauch bis 2020 um 30% zu reduzieren und den Anteil erneuerbare Energien auf 30% im Strombereich bzw. 20% des Primärenergieverbrauchs zu erhöhen aufgezeigt.

### **2.2 Szenario II**

Szenario II befasst sich mit der Zielvorgabe des Klima-Bündnisses europäischer Städte mit indigenen Völkern.

Als Mitglied des Klima-Bündnis hat sich die Stadt Waiblingen dazu verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen kontinuierlich zu vermindern. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß soll sich alle fünf Jahre um zehn Prozent reduzieren. Ein wichtiger Meilenstein ist dabei die Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 bis spätestens 2030.

Im Szenario II werden Maßnahmen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50% bis 2030 aufgezeigt.

### 3 Ist-Zustand

#### 3.1 Städtische Gebäude

Die von der Stadt Waiblingen bewirtschafteten Gebäude haben einen Endenergieverbrauch für Wärme von ca. 21.399.000 kWh/a. Für den Strombereich liegt der Energieverbrauch bei ca. 4.288.000 kWh/a.

Für den Primärenergiebedarf und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der städtischen Gebäude liegen keine hinreichend genaue Daten vor. Ersatzweise kann mit durchschnittlichen Faktoren zur Ermittlung des Gesamt-Primärenergiebedarfes und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes gerechnet werden.

Tabelle 3-1: Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gebäude der Stadt Waiblingen im Ist-Zustand

	Endenergie kWh <sub>EE</sub> /a	PE-Faktor kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>EE</sub>	Primärenergie kWh <sub>PE</sub> /a	CO <sub>2</sub> - Faktor kg/MWh	CO <sub>2</sub> - Emissionen kg/a
Wärmebedarf	21.399.000	1,2	25.678.800	290	6.205.710
Strombedarf	4.288.000	2,7	11.577.600	641	2.748.608
Gesamt	25.687.000		37.256.400		8.954.318

Bei Übertragung der Gesamtziele im Szenario I auf den Einzelaspekt des Energiebedarfs der Gebäude bedeutet:

- Eine 30%-Reduzierung des Primärenergieverbrauches um 11.176.920 kWh/a.
- Ein 30%-Anteil Erneuerbare Energie am Strom die Substitution von 1.286.400 kWh fossil erzeugtem Strom (Primärenergieeinsparung 3.473.280 kWh/a).
- Ein 20%-Anteil Erneuerbare Energie am Primärenergieverbrauch eine Reduzierung um 7.451.280 kWh/a.

Die Übertragung des Zieles im Szenario II auf den Einzelaspekt des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Gebäude verlangt eine Einsparung von 4.477.159 kg/a.

#### 3.2 Städtische Kraftfahrzeuge

Für die Ermittlung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Kraftfahrzeuge ist auf Teil IV der Studie verwiesen. Für Endenergie und Primärenergie liegen keine Angaben vor.

Tabelle 3-2: Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kraftfahrzeuge der Stadt Waiblingen im Ist-Zustand

	Primärenergie [kWh/a]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/a]
Diesel	272.200	93.909
Benzin	96.523	32.190
Erdgas	6.271	1.551
Flüssiggas	28.525	9.677
Gesamt	403.519	137.327

Bei Übertragung der Gesamtziele im Szenario I auf den Einzelaspekt des Energiebedarfs der Kraftfahrzeuge bedeutet:

- Eine 30%-Reduzierung des Primärenergieverbrauches um 121.056 kWh/a.
- Ein 20%-Anteil Erneuerbare Energie am Primärenergieverbrauch eine Reduzierung um 80.704 kWh/a.

Die Übertragung des Zieles im Szenario II auf den Einzelaspekt des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Kraftfahrzeuge verlangt eine Einsparung von 68.664 kg/a.

### 3.3 Straßenbeleuchtung

Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung von Waiblingen (Kernstadt und Ortschaften) liegt bei ca. 3.000 MWh/a.

Tabelle 3-3: Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Straßenbeleuchtung der Stadt Waiblingen im Ist-Zustand

	Endenergie MWh <sub>EE</sub> /a	PE-Faktor kWh <sub>PE</sub> /kWh <sub>EE</sub>	Primärenergie MWh <sub>PE</sub> /a	CO <sub>2</sub> - Faktor kg/MWh	CO <sub>2</sub> - Emissionen t/a
Strom	3.392	2,7	9.159	641	2.174

Bei Übertragung der Gesamtziele im Szenario I auf den Einzelaspekt des Energiebedarfs der Straßenbeleuchtung bedeutet:

- Eine 30%-Reduzierung des Primärenergieverbrauches um 2.430 MWh/a.
- Ein 30%-Anteil Erneuerbare Energie am Strom die Substitution von 900 MWh fossil erzeugtem Strom (Primärenergieeinsparung 2.430 MWh/a).
- Ein 20%-Anteil Erneuerbare Energie am Primärenergieverbrauch eine Reduzierung um 1.620 MWh/a.

Die Übertragung des Zieles im Szenario II auf den Einzelaspekt des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Gesamtstadt verlangt eine Einsparung von 962 t/a.

### 3.4 Gesamt

Der Gesamt-Primärenergieverbrauch der städtischen Gebäude und Kraftfahrzeugen der Stadt Waiblingen sowie der Straßenbeleuchtung liegt bei ca. 45.800 MWh/a. Dabei werden rund 11.000 t des Klimagases Kohlendioxid emittiert.

Tabelle 3-4: Gesamt-Primärenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

	Primärenergie		CO <sub>2</sub> -Emissionen	
	kWh <sub>PE</sub> /a	%	kg/a	%
Wärmebedarf Gebäude	25.678.800	55	6.205.710	55
Strombedarf Gebäude	11.577.600	25	2.748.608	24
Strombedarf Straßenbeleuchtung	9.158.640	20	2.174.329	19
Kraftstoffbedarf Kfz.	403.519	1	137.327	1
Gesamt	46.818.559	100	11.265.974	100

## 4 Szenarien der Energiereduktion und CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung

### 4.1 Szenario I

#### 4.1.1 Städtische Gebäude

Für die städtischen Gebäude wird ein Maßnahmenbündel mit investiven und organisatorischen Maßnahmen vorgeschlagen.

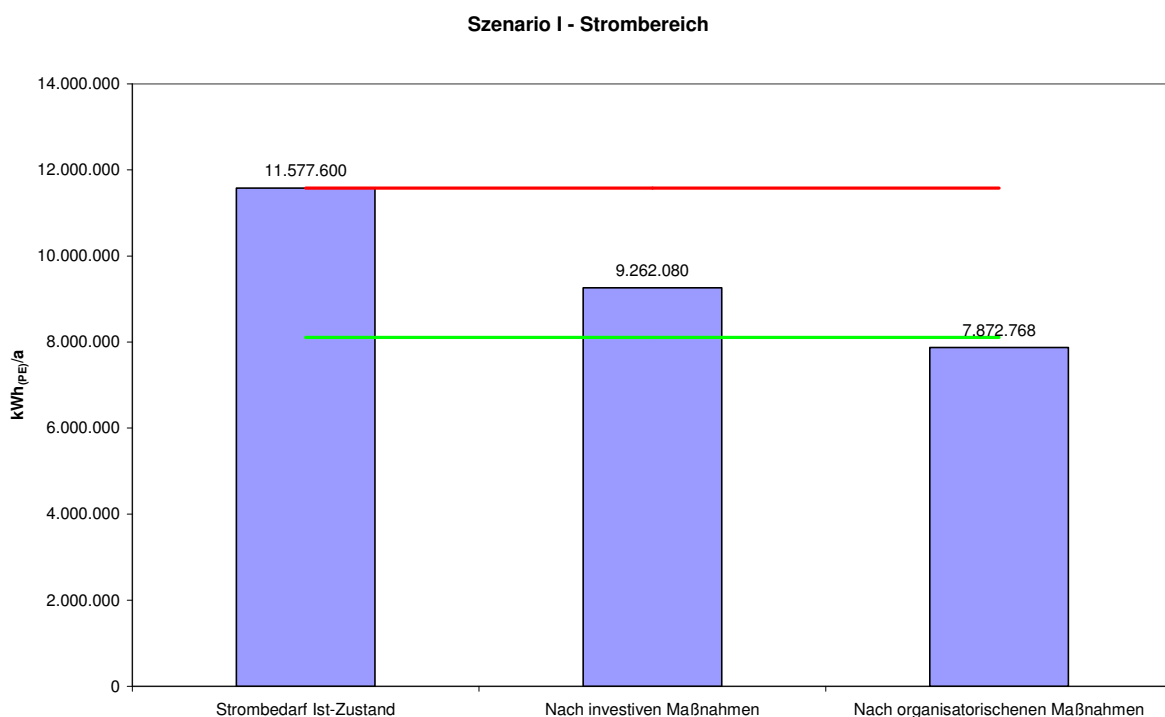
Die investiven Maßnahmen beinhalten die aus der Grobdiagnose gewonnenen Erkenntnissen bezüglich Maßnahmen zum Wärmeschutz, zur Heizungserneuerung und zur Stromverbrauchsreduzierung.

Maßnahmen, die jetzt schon wirtschaftlich sind, sollten durchgeführt werden. Dies sind vor allem Maßnahmen im Strombereich, wie z. B. die Erneuerung der Beleuchtung. Mit den in der Grobdiagnose untersuchten Maßnahmen sind Primärenergie- und das CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 27% möglich. Unter Berücksichtigung der Gebäudecharakteristik ist eine Einsparpotenzial durch investive Maßnahmen von 20% denkbar.

Tabelle 4-1: Szenario 1 - Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Strombereich

	Einsparungen kWh/a	Endenergie kWh/a	PE-Bedarf kWh/a	CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/a	%
Strombedarf im Ist-Zustand		4.288.000	11.577.600	2.748.608	100%
Nach investiven Maßnahmen	857.600	3.430.400	9.262.080	2.202.317	80%
Nach organisatorischen Maßnahmen	514.560	2.915.840	7.872.768	1.871.969	68%

Abbildung 4-1: Szenario 1 - Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Strombereich





Mit den in der Grobdiagnose untersuchten Maßnahmen zum Wärmeschutz sind Primärenergie- und das CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 30% möglich.

Kostengünstige Wärmeschutzmaßnahmen wie die Dämmung vom Kellerdecken oder von obersten Geschossdecken erreichen Einsparungen in Höhe von rund 5%.

An Bauteilen, an denen Sanierungsmaßnahmen anstehen, sollten Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt werden. Z. B. wenn die Fassade gestrichen oder das Dach neu gedeckt werden muss. Diese Einsparungen werden mit rund 10% bis 2020 beziffert.

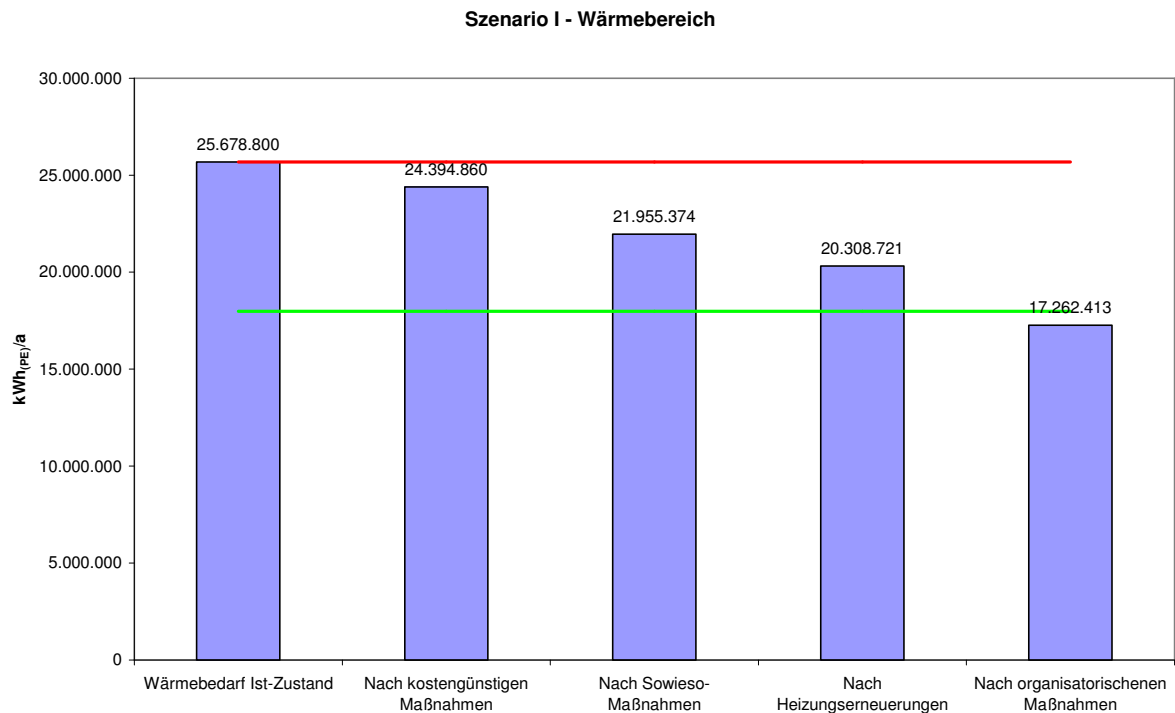
Bei einer Lebensdauer von 20 – 25 Jahren müssen rund die Hälfte aller Heizungen bis 2020 erneuert werden. Bei Heizungserneuerungen ohne den Wechsel des Energieträgers liegt das Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial bei rund 15% - 20%. Wird zudem noch auf regenerative Energien umgestiegen, erhöht sich das Primärenergie- und das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial auf über 90%.

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.

Tabelle 4-2: Szenario 1 – Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Wärmebereich

	Einsparungen kWh/a	Endenergie kWh/a	PE-Bedarf kWh/a	CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/a	%
Wärmebedarf Ist-Zustand		21.399.000	25.678.800	6.205.710	100%
Nach kostengünstigen Maßnahmen	1.069.950	20.329.050	24.394.860	5.895.425	95%
Nach Sowieso-Maßnahmen	2.032.905	18.296.145	21.955.374	5.305.882	86%
Nach Heizungserneuerungen ohne Wechsel des Energieträgers	1.372.211	16.923.934	20.308.721	4.907.941	79%
Nach organisatorischen Maßnahmen	2.538.590	14.385.344	17.262.413	4.171.750	67%

Abbildung 4-2: Szenario 1 – Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Wärmebereich



Das weitere Ziel aus dem Stadtentwicklungsplan ist, den Anteil an Erneuerbarer Energie auf 20% am Primärenergieverbrauch und auf 30% im Strombereich zu erhöhen.

Die aus Teil III der Machbarkeitsstudie gewonnenen Erkenntnissen werden hierzu übernommen.

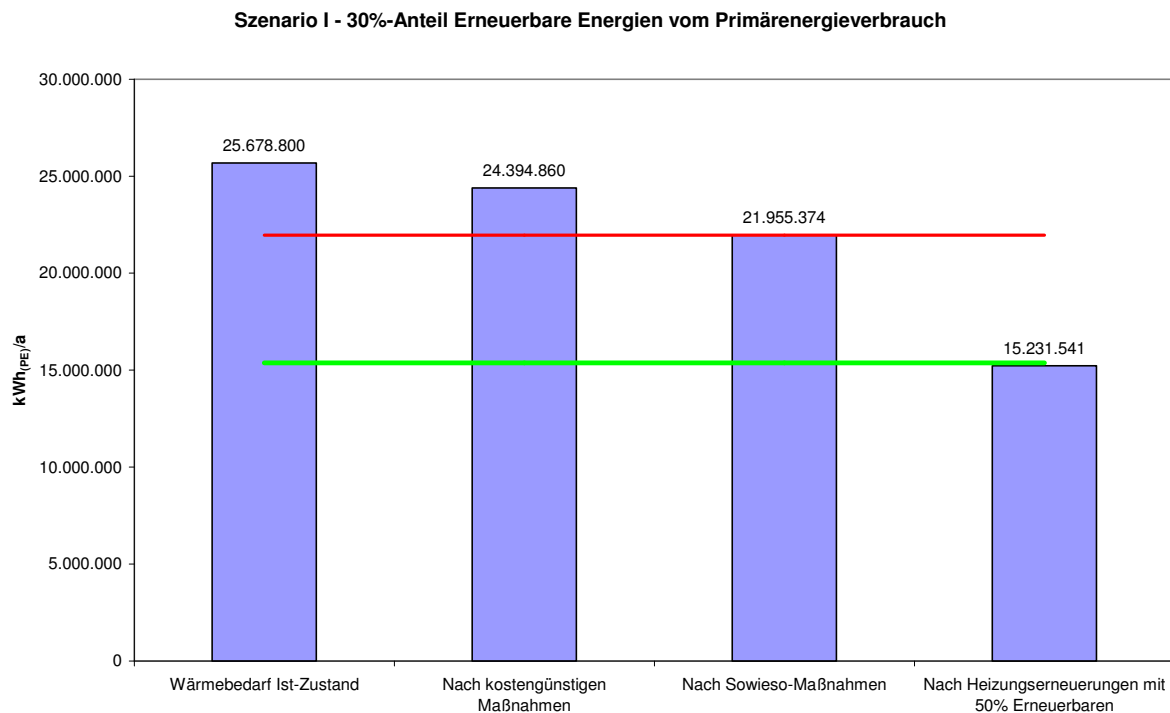
Auf die von der Stadt Waiblingen genutzten Gebäuden können Solaranlagen zur Warmwasserbereitung mit einer Kollektorfläche von ca. 700 m<sup>2</sup> installiert werden. Damit sind Primärenergieeinsparungen von 253 MWh/a möglich. Mit großen Holzhackschnitzelanlagen können Primärenergieeinsparungen bis zu 12.178 MWh/a erzielt werden. Zudem sind Holzpelletanlagen oder Bioölkessel als Ersatz für Heizungsanlagen mit bisher fossilen Energieträgern möglich.

Werden die Hälfte der zu erneuernden Heizungsanlagen als Holzpelletanlagen oder Bioölanlagen ausgeführt, kann ein 30%-Anteil an Erneuerbaren Energien für den Primärenergieverbrauch erreicht werden.

Tabelle 4-3: Szenario 1 - Primärenergieeinsparungen im Wärmebereich

	Einsparungen kWh/a	Endenergie kWh/a	Primärenergiebedarf kWh/a	%
Wärmebedarf Ist-Zustand		21.399.000	25.678.800	117%
Nach kostengünstigen Maßnahmen	1.069.950	20.329.050	24.394.860	111%
Nach Sowieso-Maßnahmen	2.032.905	18.296.145	21.955.374	100%
Nach Heizungserneuerungen zur Hälfte mit Erneuerbaren Energien	1.372.211	16.923.934	15.231.541	69%

Abbildung 4-3: Szenario 1 - Primärenergieeinsparungen im Wärmebereich



Für das Erreichen des Zielwertes von 30%-Anteil Erneuerbarer Energien für den Stromverbrauch sind beim derzeitigen Stromverbrauch Fotovoltaikflächen von rund 13.000 m<sup>2</sup> erforderlich. Die Gesamtleistung dieser Anlagen liegt bei über 1.400 kW<sub>p</sub>. Die Investitionskosten betragen rund 6.000.000 €.

#### 4.1.2 Städtische Kraftfahrzeuge

Für die städtischen Kraftfahrzeuge wird ein Maßnahmenbündel aus Neubeschaffung Kraftstoff sparender Fahrzeuge, Umrüstung bestehender Fahrzeuge, technischen und organisatorischen Maßnahmen vorgeschlagen. Die aus Teil IV der Machbarkeitsstudie gewonnenen Erkenntnissen werden hierzu übernommen.

Die Neubeschaffung der bestehenden Kraftfahrzeugen sollte durch emissionsärmere Fahrzeuge im Rahmen der Ersatzbeschaffung durchgeführt werden. Mit der Neubeschaffung der Fahrzeuge lassen sich 39% der gesamten durch Kraftfahrzeuge verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen verhindern.

Tabelle 4-4: CO<sub>2</sub>-Einsparungen der Kraftfahrzeuge bei Neubeschaffung

	CO <sub>2</sub> -Einsparung [kg/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [%]
<b>Neubeschaffung</b>		
Pkw unter 140 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	7.220	5,3%
Pkw unter 120 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	12.360	9,0%
Lkw unter 220 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	5.540	4,0%
Lkw unter 180 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	28.870	21,0%
<b>Summe</b>	<b>53.990</b>	<b>39,30%</b>

Da im Zeitraum bis 2020 fast alle Fahrzeuge neu beschafft werden müssen, ist das Ziel aus dem Stadtentwicklungsplan allein mit damit zu erreichen.

Auch die Umrüstung der bestehenden Kraftfahrzeuge bietet sich als Möglichkeit zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen an.

Tabelle 4-4: CO<sub>2</sub>-Einsparungen der Kraftfahrzeuge bei Umrüstung

	CO <sub>2</sub> -Einsparung [kg/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [%]
Umrüstung		
auf Biodiesel	48.440	35,3%
auf Pflanzenöl	19.860	14,5%
auf Flüssiggas	1.880	1,4%
Ethanolbeimischung (10%)	1.190	0,9%
Summe	71.370	52,10%

Mit der Umrüstung der Dieselfahrzeuge auf Biodiesel und Pflanzenöl sowie der Benzin-kraftfahrzeuge auf Flüssiggas oder der Beimischung von Ethanol in den Otto-Kraftstoff sind die Ziele der Energie- und CO<sub>2</sub>-Reduzierung ebenfalls erreichbar.

Mit technischen Maßnahmen wie Leichtlauföl und Leichtlaufreifen bei allen Fahrzeugen ist eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Reduzierung um 6% zu erreichen.

Tabelle 4-5: CO<sub>2</sub>-Einsparungen der Kraftfahrzeuge bei technischen Maßnahmen

	CO <sub>2</sub> -Einsparung [kg/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [%]
Leichtlauföl	4.120	3,0%
Leichtlaufreifen	4.120	3,0%
Summe	8.240	6,0%

Die tatsächlichen Einsparungen können den kalkulatorische Ansatz je nach Fahrprofil jedoch weit übertreffen. Gerade bei häufigeren kurzen Fahrten im Stadtverkehr sind höhere Einsparungen zu vermuten.

Mit organisatorischen Maßnahmen wie Verkehrsvermeidung und die Änderung des Fahrverhaltens ist eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Reduzierung um ebenfalls 6% zu erreichen.

Tabelle 4-6: CO<sub>2</sub>-Einsparungen der Kraftfahrzeuge bei organisatorischen Maßnahmen

	CO <sub>2</sub> -Einsparung [kg/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [%]
Verkehr vermeiden	300	1,0%
Änderung im Fahrverhalten	6.870	5,0%
Summe	7.170	6,0%

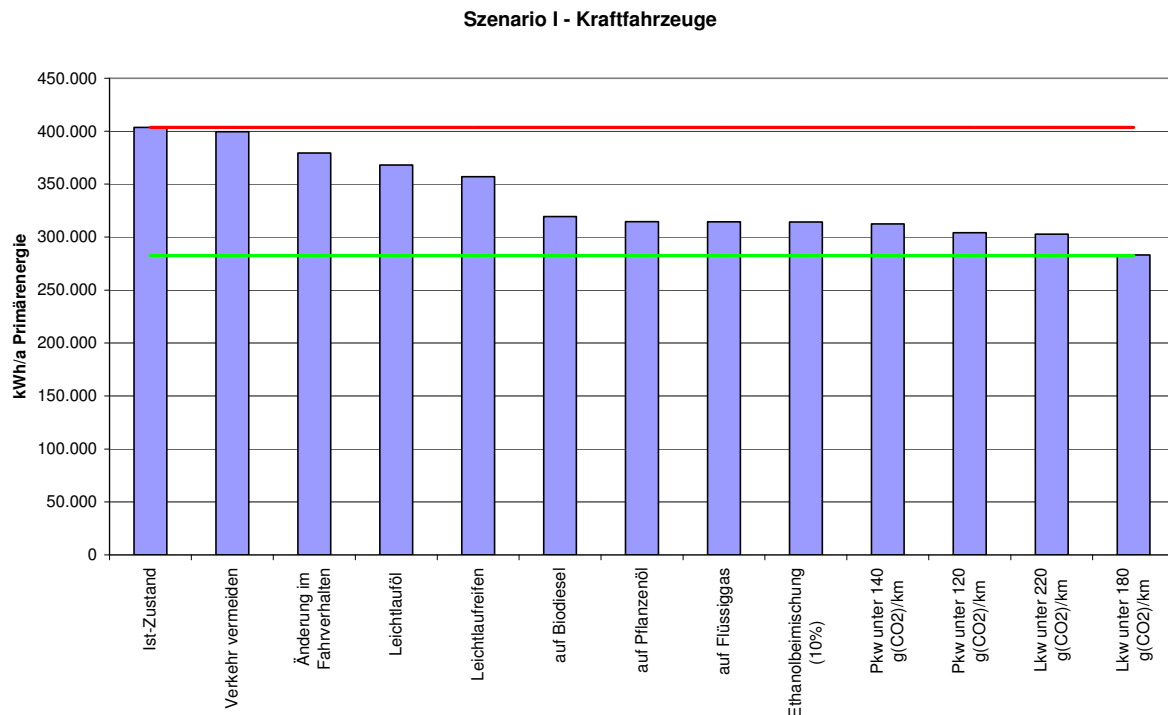
Ein Maßnahmenbündel aus technischen und organisatorischen Maßnahmen sowie die Umrüstung geeigneter und die Neubeschaffung energiesparender Kraftfahrzeuge

kann bis 2020 zu einer Einsparung von 30% der Primärenergie führen. 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 CO<sub>2</sub> emittieren. Gleiches gilt bei den Lkw (10% unter 220 g/km und 30% unter 180 g/km).

Tabelle 4-7: Szenario 1 - Primärenergieeinsparungen der Kraftfahrzeuge

	Primärenergie kWh/a	CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/a	Einsparung %
Ist-Zustand	403.519	137.327	100,00%
Verkehr vermeiden	399.484	135.954	99,00%
Änderung im Fahrverhalten	379.510	129.156	94,05%
Leichtlauföl	368.124	125.281	91,23%
Leichtlaufreifen	357.081	121.523	88,49%
auf Biodiesel	319.266	108.654	79,12%
auf Pflanzenöl	314.637	107.078	77,97%
auf Flüssiggas	314.416	107.003	77,92%
Ethanolbeimischung (10%)	314.275	106.955	77,88%
Pkw unter 140 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	312.609	106.388	77,47%
Pkw unter 120 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	304.124	103.500	75,37%
Lkw unter 220 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	302.867	103.073	75,06%
Lkw unter 180 g <sub>(CO<sub>2</sub>)</sub> /km	283.067	96.334	70,15%

Abbildung 4-4: Szenario 1 - Primärenergieeinsparungen der Kraftfahrzeuge



### 4.1.3 Straßenbeleuchtung

Zur Stromverbrauchsreduzierung der Straßenbeleuchtung von Waiblingen wird die Umrüstung der rund 6.000 Brennstellen auf energiesparende Beleuchtungskörper notwendig. So besteht beim Einsatz von Natriumdampflampen gegenüber Leuchtstofflampen ein Einsparpotenzial von 35% und gegenüber Halogen-Metallampflampen von 20%. Neue Straßenbeleuchtungen mit effizienten LED-Leuchten sind zur Zeit in Erprobung. Sie eröffnen ein weiteres 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.

## 4.2 Szenario II

### 4.2.1 Städtische Gebäude

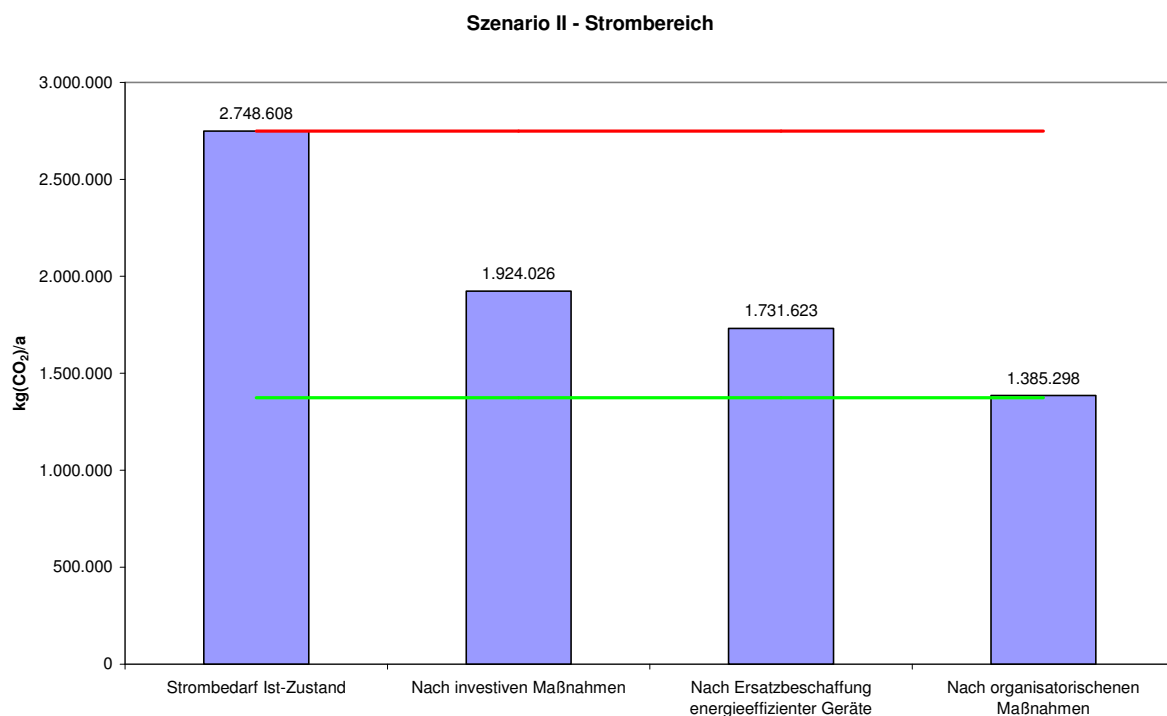
Zusätzlich, zu den bereits in 4.1.1 erfassten Maßnahmen, müssen zur Zielerreichung des Klimabündnisses weitere Anstrengungen erfolgen.

Im Strombereich ist die Zielerreichung durch eine Vielzahl kleinerer Verbraucher nur mit einem hohen Aufwand zu erzielen. Die Zunahme der Informationstechnologie in Rathäusern und Schulen verursacht eine Zunahme des Stromverbrauches. Dem muss durch die konsequente Auswahl energieeffizienter Geräte begegnet werden.

Tabelle 4-8: Szenario 2 - - Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Strombereich

	Einsparungen kWh/a	Endenergie kWh/a	PE-Bedarf kWh/a	CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/a	%
Strombedarf im Ist-Zustand		4.288.000	11.577.600	2.748.608	100%
Nach investiven Maßnahmen	1.286.400	3.001.600	8.104.320	1.927.027	70%
Nach Ersatzbeschaffung energieeffizienter Geräte	300.160	2.701.440	7.293.888	1.734.324	63%
Nach organisatorischen Maßnahmen	540.288	2.161.152	5.835.110	1.387.460	50%

Abbildung 4-5: Szenario 2 - - Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Strombereich



Weitere bis 2030 notwendige Sanierungsmaßnahmen müssen mit Wärmeschutzmaßnahmen gekoppelt werden. Diese Einsparungen werden mit rund 15% beziffert.

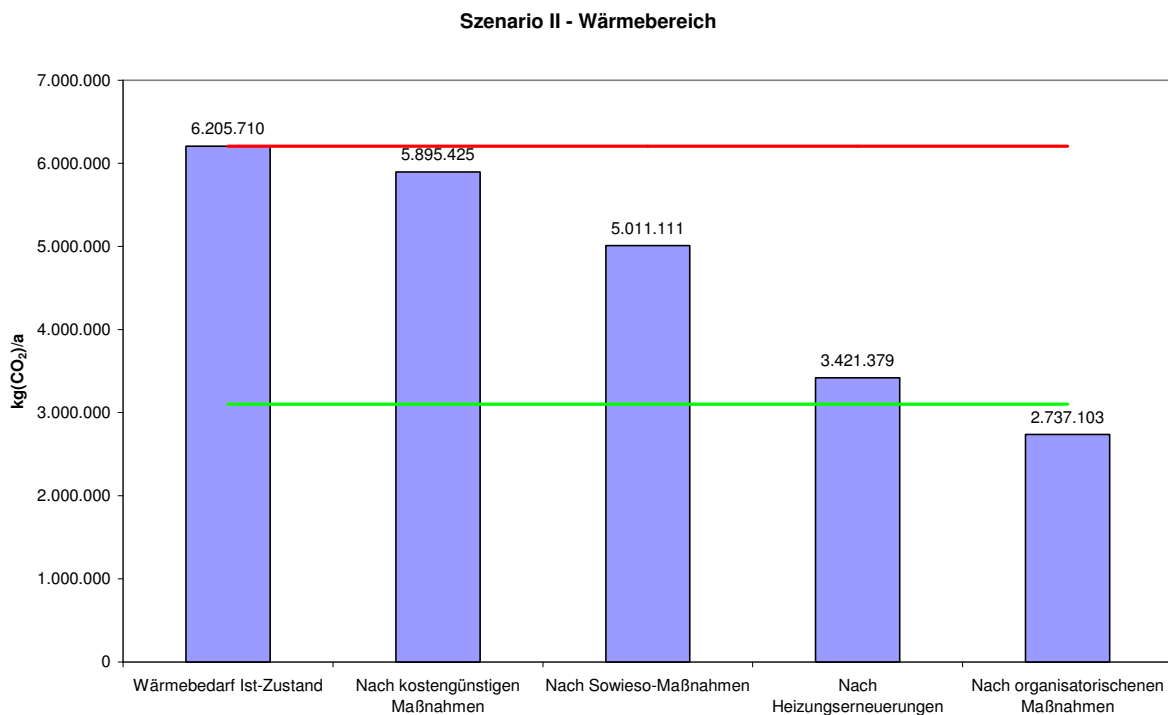
Bis 2030 müssen weitere Heizungsanlagen erneuert werden. Der Wechsel des Energieträgers auf regenerative Energien ist bis dahin auch aus Gründen der Versorgungssicherheit anzustreben. Diese Einsparungen werden für die Endenergie mit rund 10% beziffert. Da sich aber durch den Einsatz regenerativer Energie der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro kWh reduziert, ist mit einem weitaus größeren CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial zu rechnen.

Durch weiter verstärkte organisatorischen Maßnahmen lässt sich der Energieverbrauch um 20 % reduzieren.

Tabelle 4-9: Szenario 2 - - Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Wärmebereich

	Einsparungen kWh/a	Endenergie kWh/a	PE-Bedarf kWh/a	CO <sub>2</sub> -Emissionen kg/a	%
Wärmebedarf Ist-Zustand		21.399.000	25.678.800	6.205.710	100%
Nach kostengünstigen Maßnahmen	1.069.950	20.329.050	24.394.860	5.895.425	95%
Nach Sowieso-Maßnahmen	3.049.358	17.279.693	20.735.631	5.011.111	81%
Nach Heizungserneuerungen ohne Wechsel des Energieträgers	1.727.969	15.551.723	12.441.379	4.510.000	48%
Nach organisatorischen Maßnahmen	3.110.345	12.441.379	9.953.103	3.608.000	39%

Abbildung 4-6: Szenario 2 - - Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Wärmebereich



#### 4.2.2 Städtische Kraftfahrzeuge

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 in 4.1.2 beschriebenen technischen und organisatorischen Maßnahmen sowie der Neubeschaffung von Kraftfahrzeugen mit neuer Technik kann bis 2030 das Ziel einer Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes vermutlich eingehalten werden.

#### 4.2.3 Straßenbeleuchtung

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



## 5 Fazit

### 5.1 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. Sowie 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 m<sup>2</sup> erforderlich. Die potenzielle Installationsfläche auf städtischen Gebäuden liegt bei ca. 15000 m<sup>2</sup>. Bei einigen Gebäuden sind noch Vorarbeiten wie Dachhautrenewerung 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 CO<sub>2</sub> 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.



## 5.2 Szenario II

Im Szenario II werden Maßnahmen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Ausstoßes vermutlich eingehalten werden.

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