

# Klimaneutralitätskonzept 2035 / 2040 für die Abfallwirtschaft und Stadtreinigung GmbH

**04. November,**

**Karl Bitterle**

Leitung Controlling

Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH

Hermann-Mitsch-Straße 26, 79108 Freiburg

[Bitterle@abfallwirtschaft-freiburg.de](mailto:Bitterle@abfallwirtschaft-freiburg.de)

**Andreas Fischer**

Fachgutachter (BAFA-Nr. 225576), Projektleiter Effizienzberatung u. E-Mobilität

badenova AG & Co. KG

Tullastraße 61, 79108 Freiburg

[a.fischer@badenova.de](mailto:a.fischer@badenova.de)

**Mirko Krück**

krueckconsult

Helga-Seibert-Str. 43, 76149 Karlsruhe

[mk@krueckconsult.com](mailto:mk@krueckconsult.com)

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Executive Summary</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ausgangslage und Auftrag</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Startbilanz</b> .....	<b>6</b>
3.1	Grundlagen der Bilanzierung.....	7
3.2	CO <sub>2</sub> -Emissionen Mobilität.....	8
3.3	CO <sub>2</sub> -Emissionen Wärme .....	9
3.4	CO <sub>2</sub> -Emissionen Strom.....	12
<b>4</b>	<b>Technische und organisatorische CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale</b> .....	<b>13</b>
4.1	Handlungsfeld Mobilität.....	14
4.1.1	Maßnahme 1: Umrüstung Teile Fuhrpark auf Wasserstoff.....	14
4.1.2	Maßnahme 2: Umrüstung Teile Fuhrpark auf rein elektrisch .....	15
4.2	Handlungsfeld Wärme.....	16
4.2.1	Maßnahme 3: Anschluss Betriebshof St. Gabriel an Cerdia-Fernwärme .....	16
4.2.2	Maßnahme 4: Abwärmenutzung Elektrolyseur .....	17
4.3	Handlungsfeld Strom.....	18
4.3.1	Maßnahme 5: PV Ausbau .....	18
4.3.2	Netto-Vermeidungsfaktor .....	18
4.4	Organisatorische CO <sub>2</sub> -Reduktionspotenziale.....	20
4.5	Restemissionen GAP-Analyse 2035 und 2050.....	20
<b>5</b>	<b>Wechselwirkungen mit anderen Konzepten</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Aktionsplan Restemissionen</b> .....	<b>22</b>
6.1	Kriterien der Maßnahmen Priorisierung .....	22
6.2	Handlungsempfehlungen Maßnahmenumsetzung.....	22
6.3	Handlungsempfehlungen Monitoring / Zielerreichungskontrolle .....	22
<b>7</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Kompensations- und Ausgleichsleistungen</b> .....	<b>23</b>
7.1	Ausgleichsleistungen zwischen den Gesellschaften.....	23
7.2	Kompensation über Zertifikaten .....	23
<b>8</b>	<b>Finanz- u. Personalbedarf zur Umsetzung der Maßnahmen</b> .....	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>Mitarbeiterbeteiligung im Rahmen des Klimaneutralitätskonzepts</b> .....	<b>26</b>

## 1 Executive Summary

Im vorliegenden Klimaneutralitätskonzept wird untersucht, inwiefern es für die Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH (im folgenden ASF GmbH) möglich ist, bis zum Jahr 2035 respektive 2040 klimaneutral zu werden. Hierzu wurden im Rahmen des Effizienz- und Klimaschutznetzwerks Freiburg Bilanzierungsvorgaben sowie der vorliegende Bericht als Vorlage erarbeitet.

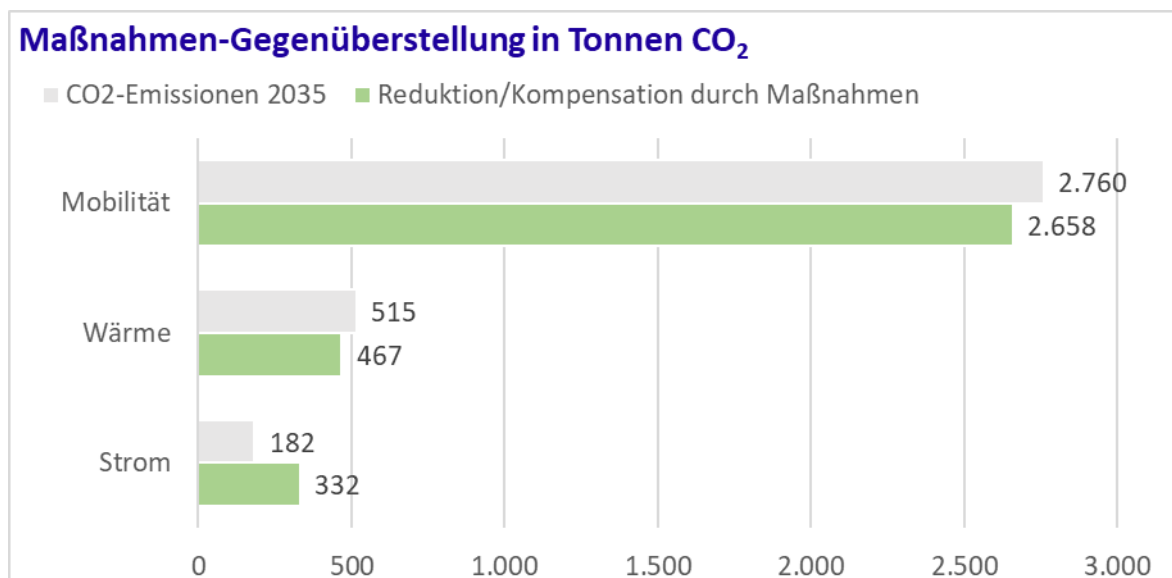
**Die wichtigsten Erkenntnisse sind:**

- **Die ASF GmbH kann, vorbehaltlich erheblicher Investitionszuschüsse aus Bundes-, Landes und Kommunalen Fördermitteln, bis zum Jahr 2035 technisch klimaneutral werden und das ohne externe Kompensationsmaßnahmen in Anspruch nehmen zu müssen.**
- **Das selbst gesteckte Ziel der ASF GmbH ist es, den Stadtreinigungsfuhrpark bis 2025 sowie den restlichen Fuhrpark bis 2030 klimaneutral zu betreiben.**

Die hierzu notwendigen Maßnahmen werden im Folgenden beschrieben. Sie wurden vom Projektleiter auf Seiten der ASF GmbH, Karl Bitterle, entwickelt. Die Berechnungen wurden von Andreas Fischer, Fachgutachter der badenova GmbH & Co. KG, geprüft.

Da der Prozess der Klimaneutralität bis 2035 abgeschlossen wird, wurde davon abgesehen in diesem Bericht eine Parallelbilanzierung für 2040 auszuweisen.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die CO<sub>2</sub>-Emissionen der ASF GmbH im Jahr 2035 und den Effekt der entwickelten Maßnahmen.



**Graphik 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen und Maßnahmen ASF 2035**

Im Handlungsfeld *Mobilität* können durch die *Umrüstung des Fuhrparks* von 80 Fahrzeugen auf „grünen“ Wasserstoff (Maßnahme 1) und 87 Fahrzeuge auf rein elektrisch (Maßnahme 2) rund 2.658 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden.

Im Handlungsfeld *Wärme* können durch den *Anschluss des Betriebshof St. Gabriel an die Fernwärme* (Maßnahme 3) der Cerdia vier vorhandene Gaskessel ersetzt und dadurch Emissionen von rund 173 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Zudem kann im *Handlungsfeld Wärme* das zur Neige gehenden Deponiegas (Eichelbuck-Deponie) durch die *Abwärme des Elektrolyseurs* (Maßnahme 1 und Maßnahme 4) für die Wasserstofferzeugung kompensiert und so 294 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden

Im *Handlungsfeld Strom* kann durch den *Zubau von PV* (Maßnahme 5) und den angelegten Verdrängungsfaktor eine Einsparung / Kompensation von 332 Tonnen CO<sub>2</sub> erreicht werden.

Wichtig ist es jetzt in der ASF GmbH einen Prozess zu etablieren, um

1. diese Maßnahmen weiter auszuarbeiten,
2. in eine sinnvolle Reihenfolge zeitliche Reihenfolge zu bringen,
3. die entsprechenden Investitionsbedarfe zu ermitteln,
4. die entsprechende Finanzierung aufzustellen und dann
5. die Umsetzung durch ein geeignetes Energie- und CO<sub>2</sub>-Managementsystem regelmäßig zu steuern und zu prüfen.

## 2 Ausgangslage und Auftrag

Die Stadt Freiburg hat sich mit seinem dem Klimaschutzkonzept dem Ziel der Klimaneutralität bis 2050 verpflichtet und mit Verabschiedung des Klima- und Artenschutzmanifests im Dezember 2019 entsprechende Maßnahmen intensiviert (Drucksachen G-18/108 und G-19/216).

Unternehmen mit städtischer Beteiligung erfüllen unerlässliche Aufgaben der Daseinsvorsorge und sind von entsprechender Bedeutung für die Umsetzung kommunalpolitischer Ziele. Daher ist vorgesehen, sowohl die Stadtverwaltung als auch die städtischen Beteiligungen klimaneutral zu gestalten. Im Rahmen der Beratung des Beteiligungsberichtes hat der Gemeinderat die Gesellschaften aufgefordert, CO<sub>2</sub>-Bilanzen vorzulegen und Klimaschutzteilkonzepte mit entsprechenden Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität bis ursprünglich 2035 resp. 2050 auszuarbeiten.

Zwischenzeitlich hat die Bundesregierung mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 31.08.2021 die Zielsetzung zur Erreichung der Klimaneutralität um fünf Jahre auf 2045 vorgezogen. Ebenso strebt die Landesregierung an, Baden-Württemberg bis 2040 klimaneutral zu gestalten. Entsprechend werden auch die kommunalen Klimaschutzziele zeitnah angepasst werden müssen. Vor diesem Hintergrund werden die hier dargestellten Zieljahre auf 2035 und 2040 angepasst. Um die Vergleichbarkeit untereinander und mit der Stadtverwaltung zu gewährleisten, wurde ein gemeinsames Vorgehen in Kooperation mit dem „Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerk Freiburg“ und dem Umweltschutzamt abgestimmt.

Die Klimaneutralität der städtischen Gesellschaften soll durch Steigerung der Energieeffizienz, sowie durch die lokale Produktion von erneuerbaren Energien, insbesondere Photovoltaikstrom, erreicht werden. Im Grundsatz ist die Klimaneutralität maßgeblich von der Dekarbonisierung des Energiesystems abhängig, welche durch den Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien erfolgt. Da die Erzeugung erneuerbarer Energien jedoch durch die zur Verfügung stehenden Flächen begrenzt ist, muss gleichzeitig der Energieverbrauch reduziert werden.

Langfristig ist Klimaneutralität nur dann nachhaltig zu erreichen, wenn die Konzeptentwicklung sich am sogenannten „energetischen Dreisprung“ ausrichtet:

1. Energieeinsparung durch Verbrauchsanalysen und Vermeidung nicht notwendiger Prozesse
2. Energieeffizienz der notwendigen Prozesse durch technische Maßnahmen steigern
3. Ausbau der Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien

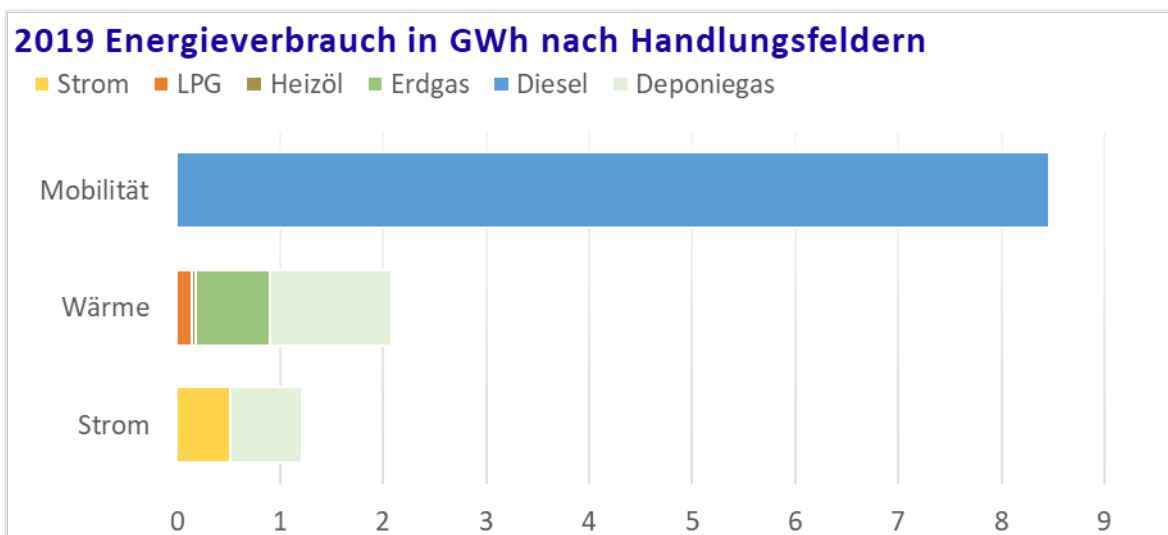
Dies setzt erhebliche Investitionen voraus und erfordert eine gesamtstädtische Lösung, welche die Reduktions-Potentiale aller Beteiligungen ausschöpft.

Das vorliegende Klimaschutzkonzept der ASF GmbH ist daher nicht isoliert zu betrachten, sondern in der Gesamtschau aller städtischen Beteiligungen zu sehen, welche das Ziel der Klimaneutralität als Gruppe verfolgen. Entsprechend wird angestrebt, alle verfügbaren Potentiale und Stärken unternehmensübergreifend auszuschöpfen und auch Überkapazitäten einzelner Gesellschaften der Gruppe zur Verfügung zu stellen.

### 3 Startbilanz

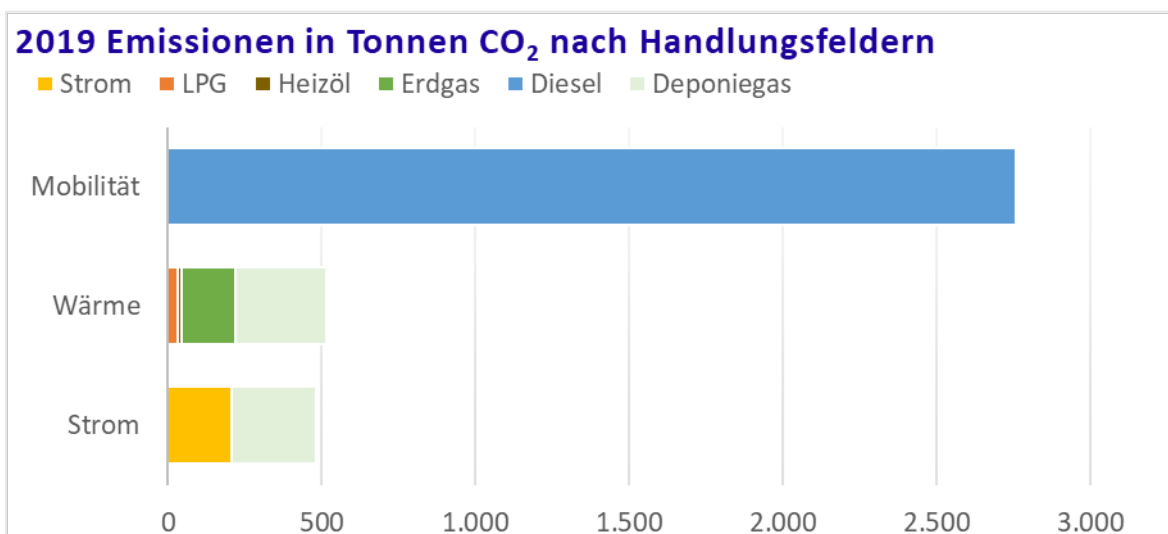
Der Energieverbrauch der ASF GmbH betrug im Jahr 2019 11,8 GWh. Die damit in Verbindung stehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen 3.758 Tonnen.

Die folgende Graphik zeigt eine Aufschlüsselung des Energieverbrauchs der ASF GmbH nach den Handlungsfeldern Mobilität, Wärme und Strom.



Graphik 3: Aufschlüsselung Energieverbrauch nach Handlungsfeldern

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß nach Handlungsfeldern wird in der folgenden Graphik dargestellt: Größter Emittent ist der Bereich Mobilität und Logistik mit einem Ausstoß von 2.760 Tonnen die im Wesentlichen auf den Betrieb von Fahrzeugen mit Diesel zurückzuführen sind. Die Wärme Emissionen betragen 525 Tonnen und sind im Wesentlichen durch den Verbrauch von Erdgas zur Wärmebereitstellung in der Verwaltung begründet. Die Strom Emissionen betragen 484 Tonnen. Sie kamen aus dem Strombedarf verschiedener Liegenschaften wie Werkstätten, Recyclinghöfen und der Verwaltung sowie aus Prozessanlagen der Deponie.



Graphik 4: Aufschlüsselung CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Handlungsfeldern

### 3.1 Grundlagen der Bilanzierung

Die Bilanzierung erfolgt in Anlehnung an den Standard des „Greenhouse Gas Protocols“ (GHG) mit folgenden Modifikationen gemäß der Zielsetzung:

- Strombezug nach Bundesmix (Ökostrom  $\neq$  0 CO<sub>2</sub>)
  - Stromeinsparung, Eigenproduktion (PV-Anlagen) und lokaler Strombezug sollen sich positiv auf Bilanz auswirken
  - Parallele Darstellung des Ökostrom-Bezugs (Ökostrom = 0 CO<sub>2</sub>)
- Bilanzierung nach Energiebedarf (nicht Produktion)
  - um Handlungsspielraum jeder Gesellschaft aufzuzeigen
- Bilanzierung an Dritte weitergeleitete Energie
  - um Handlungsspielraum und –grenzen abbilden zu können  
z.B. Dämmung vs. Nutzerverhalten in vermieteten Objekten
- Darstellung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energiebedarf
- Darstellung nach Geschäftsbereichen, um sinnvolle Teilmaßnahmen und Teilziele abzuleiten

Die Bilanzierung erfolgt nach den GHG-Emissions-Kategorien Scope 1 und Scope 2, d.h. sowohl direkte Emissionen aus Verbrennungsprozessen stationärer und mobiler Anlagen als auch indirekte Emissionen aus externem Energiebezug von Strom und Fernwärme werden berücksichtigt.

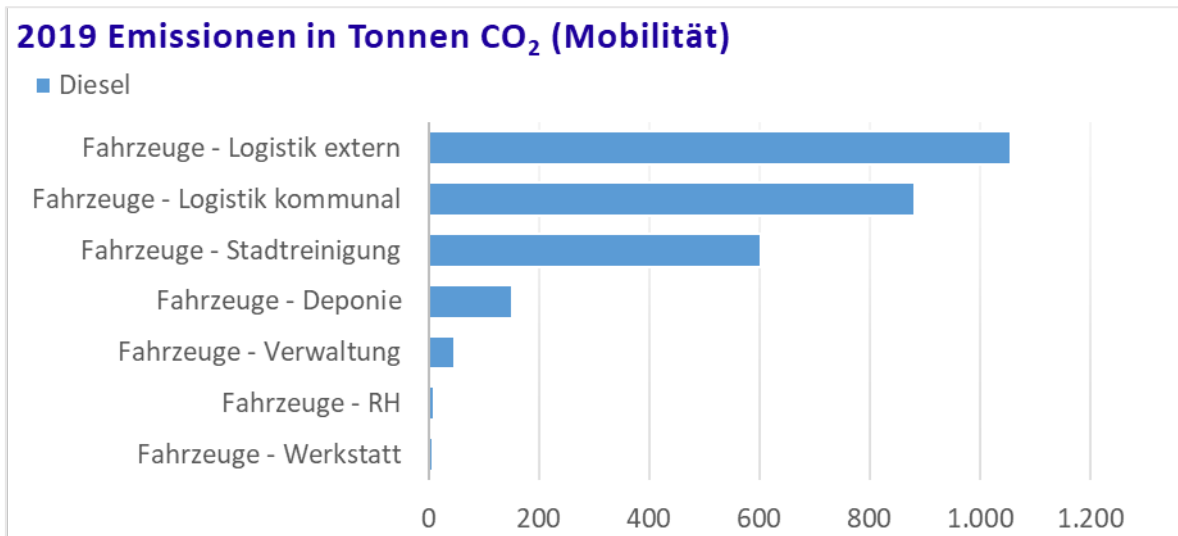
Perspektivisch wird angedacht – zumindest für die relevantesten Geschäftsbereiche und Produktgruppen – zukünftig auch die in Scope 3 vorgesehenen Emissionen aus vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten zu berücksichtigen.

Die im folgenden vorgenommenen Berechnungen basieren alle entsprechend auf vom Umweltschutzamt Freiburg zur Verfügung gestellten

1. Emissionsfaktoren für die Bereiche Strom, Fernwärme und Mobilität 2019, 2035 und 2040;
2. Vermeidungsfaktoren für Strom aus PV-Anlagen 2019, 2035 und 2040 und
3. schematischen Vorgaben für die Bilanzierung des erzeugten PV-Stroms 2019 und 2035.

Die Vorgaben werden in den einzelnen Kapiteln ausgewiesen.

### 3.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen Mobilität



Die Logistik-bedingten Emissionen der ASF GmbH betragen im Jahr 2019 **2760 Tonnen CO<sub>2</sub>**. Damit ist das Handlungsfeld Mobilität der wesentliche Ansatzpunkt für die Erreichung der Klimaneutralität.

Die mobilitätsbedingten Emissionen kommen vor allem durch die Nutzung der Müllwagen, Kehrmaschinen, Wertstofftransporter, Winterdienstfahrzeugen sowie diversen anderen Flottenfahrzeugen.

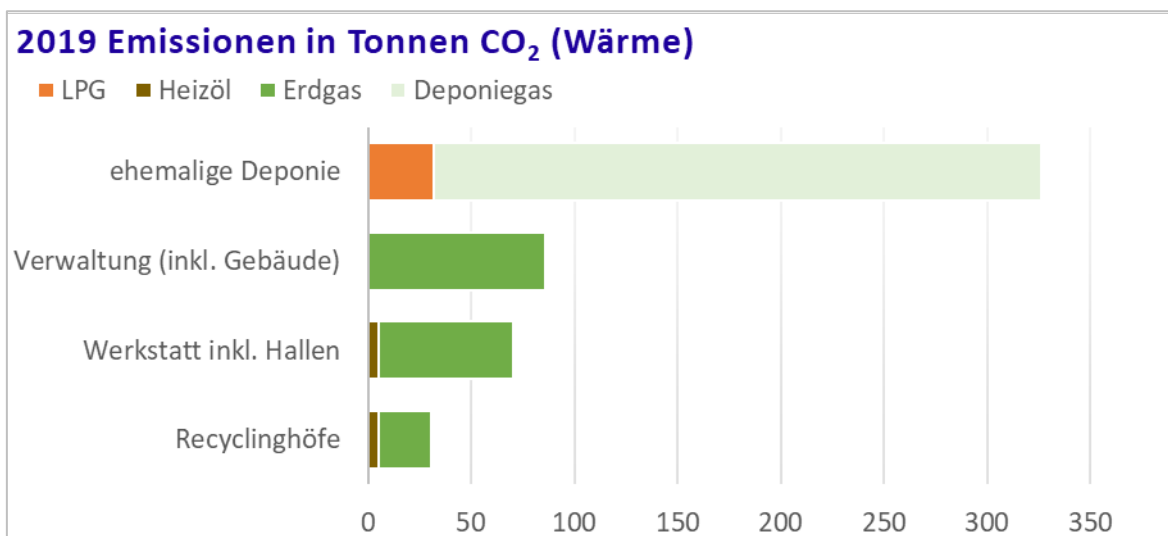
Die Emissionen kommen dabei im Wesentlichen aus dem Gebrauch von Diesel. Sie wurden mit folgenden Faktoren bilanziert.

	[kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	[kg CO <sub>2</sub> äq/Liter]
Benzin	0,323	2,37
Diesel	0,326	2,56

Quelle: <https://www.bundestag.de/re-source/blob/660794/dfdee26b00e44b018b04a187f0c6843e/WD-8-056-19-pdf-data.pdf>



### 3.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen Wärme



Die wärmeseitigen Emissionen der ASF GmbH betragen 2019 515 Tonnen CO<sub>2</sub>. Sie kamen vor allem aus dem Wärmebedarf verschiedener Liegenschaften wie Werkstätten, Recyclinghöfen und der Verwaltung inkl. Kantine. Der Hauptwärmeabnehmer ist jedoch die Speiseresteanlage auf der ehemaligen Deponie. Diese Anlage wird aktuell mit Abwärme der Mikrogasturbine versorgt, welche wiederum mit Deponiegas betrieben wird. Die Emissionen der Deponiegasnutzung wurden mit 0,247 kg CO<sub>2</sub>äq/kWh bilanziert.

Alle weiteren wärmeseitigen Emissionen wurden mit den folgenden Faktoren bilanziert.

CO <sub>2</sub> Faktoren	[kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]	
Jahr	Gasheizung	Ölheizung
2019	0,247	0,318
2035	0,247	0,318
2040	0,247	0,318

\* IINAS Studie

Aktuell liegt noch keine Fernwärmenutzung vor. Allerdings soll der Betriebshof St. Gabriel perspektivisch an die Fernwärme der Cerdia angeschlossen werden (siehe Maßnahme 3), um dort 4 Gaskessel zu ersetzen. Die Bilanzierung für die Fernwärme wurde anlag der folgenden Maßgaben durchgeführt.

#### Fernwärme

Die Stadt Freiburg hat mit dem „Masterplan Wärme Freiburg 2030“ Potentiale ermittelt, wie die Wärmeversorgung der gesamten Stadt langfristig dekarbonisiert werden kann. Dazu ist es notwendig neben einer deutlichen Reduktion des Wärmebedarfes bei den Abnehmern, die vorhandenen (Fern-)Wärmenetze wesentlich auszubauen und zu dekarbonisieren. Denn gerade in innerstädtischen Gebieten mit hoher Energiedichte können hohe erneuerbare Anteile in der Wärmeversorgung nur über leitungsgebundene Wärmesysteme bereitgestellt werden.

Der Fernwärmebezug ist auch an der Gesamtwärmeversorgung der städtischen Gesellschaften eine entscheidende Größe. Entsprechend kann die Klimaneutralität der städtischen Töchter nur gelingen, wenn auch die Fernwärme emissionsfrei bezogen wird. Somit sind die jeweiligen Netzbetreiber angehalten, ihre Wärmenetze zu transformieren und somit deren Erzeugung auf Basis stark steigenden erneuerbaren Energien- und Abwärmeanteilen umzustellen.

Die Transformationen eines Wärmenetzes ist ein langwieriger Prozess, der mehrere Projektentwicklungsjahre bedarf, bis überhaupt für ein Wärmenetz die vielversprechendsten erneuerbaren Energiequellen verlässlich planerisch umgesetzt werden kann. Die beiden Beispiele der badenovaWÄRMEPLUS „WÄRMEVERBUND FREIBURG-SÜD“ sowie das „Abwärmenetz Cerdia“ zeigen, dass diese Transformation nicht nur schon begonnen hat, sondern auch schon unter den heutigen ökonomischen Randbedingungen durchführbar ist.

Nur auf Grundlage der geplanten Entwicklung der verschiedenen Netze ist es möglich, Prognosen für die Zielhorizonte 2035/2040 abzuleiten. Die Fernwärmenetze besitzen stand heute eine unterschiedliche Qualität hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen, sodass der Bezug auf einen stadtweiten Durchschnittswert nicht zielführend ist, sondern die einzelnen Gesellschaften auf die konkreten Werte ihrer Netze zurückgreifen sollten. Die CO<sub>2</sub>-Faktoren (Berechnung nach Carnot-Verfahren) sind daher von den Anschlussnehmern bei den jeweiligen Netzbetreibern anzufragen und durch diese mit einem Transformationsplan darzulegen.

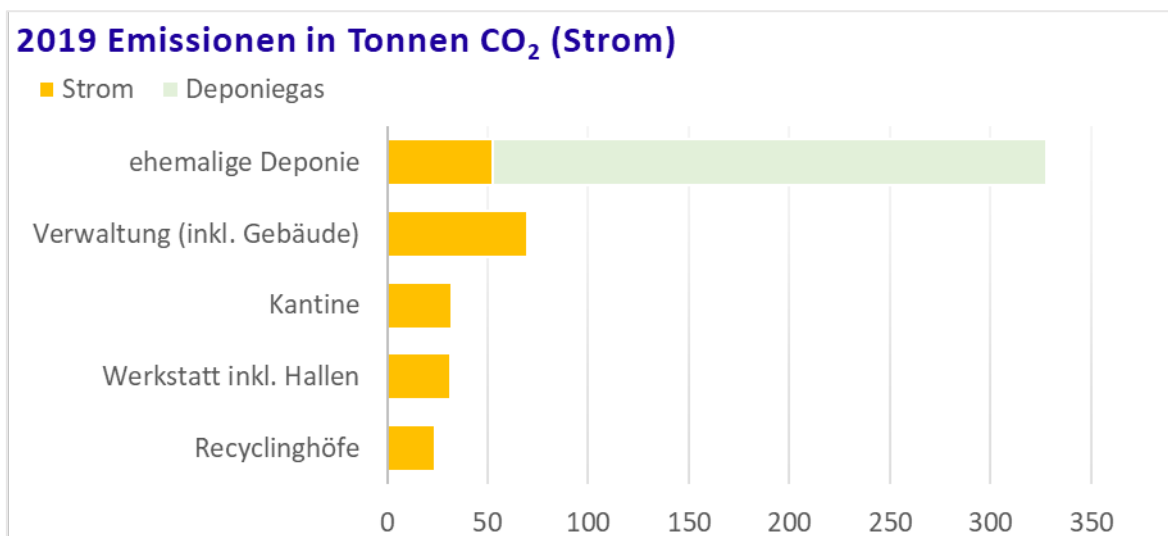
Für alle Netze, bei denen die entsprechenden Netz-Transformationspläne noch nicht vorliegen, wurde sich darauf geeinigt, behelfsmäßig eine erste Grobschätzung mit einer jährlichen Degression von 3,3% auf die jeweiligen IST-Werte zu rechnen. Dabei ist darauf zu achten, dass der Ausgangswert auch auf Basis der Carnot Methode berechnet wurde.

#### Aufstellung und Erläuterung aller wärmeseitigen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

<i>Emissionsfaktoren Fernwärme</i>			
<i>Netz</i>	<i>F<sub>p</sub></i>	<i>f CO<sub>2</sub>eq in g/kWh</i>	<i>EE-Anteil / Abwärme</i>
<i>Landwasser</i>	<i>0,26</i>	<i>137,5</i>	<i>43%</i>
<i>Cerdia</i>	<i>0,2</i>	<i>3,6</i>	<i>100%</i>
<i>Weingarten/ Rieselfeld</i>	<i>0,39</i>	<i>121,3</i>	<i>0%</i>
<i>Wärmeverbund Freiburg-Süd</i>	<i>0,47</i>	<i>74,6</i>	<i>64%</i>
<i>Raimannweg</i>	<i>0,3</i>	<i>3</i>	<i>100%</i>
<i>Güterbahnhof</i>	<i>0,26</i>	<i>114,2</i>	<i>40%</i>
<i>Westbad</i>	<i>0,24</i>	<i>84,1</i>	<i>60%</i>
<i>Innenstadt (Stadttheater)</i>	<i>0,26</i>	<i>130,2</i>	<i>43%</i>

<i>Kreuzsteinäcker</i>	<i>0,64</i>	<i>128,9</i>	<i>60%</i>
<i>Alte Messe/ ZO</i>	<i>0,5</i>	<i>119,1</i>	<i>0%</i>
<i>Hammerschmiedstraße</i>	<i>0,48</i>	<i>114,2</i>	<i>83%</i>
<i>Uni-HKW Dampfnetz</i>	<i>0,7</i>	<i>171</i>	<i>0%</i>
<i>Fp</i>	<i>Werte nach AGFW 309-1</i>		
<i>f CO2eq in g/kWh</i>	<i>Werte nach AGFW 309-6 Carnot Methode</i>		

### 3.4 CO<sub>2</sub>-Emissionen Strom



Die stromseitigen Emissionen betragen für die ASF GmbH im Jahr 2019 rund **484 Tonnen CO<sub>2</sub>**. Die Emissionen kamen aus dem Strombedarf verschiedener Liegenschaften wie Werkstätten, Recyclinghöfen und der Verwaltung. Die ehemalige Deponie mit verschiedenen Prozess-Anlagen hat den größten Anteil am Strombedarf.

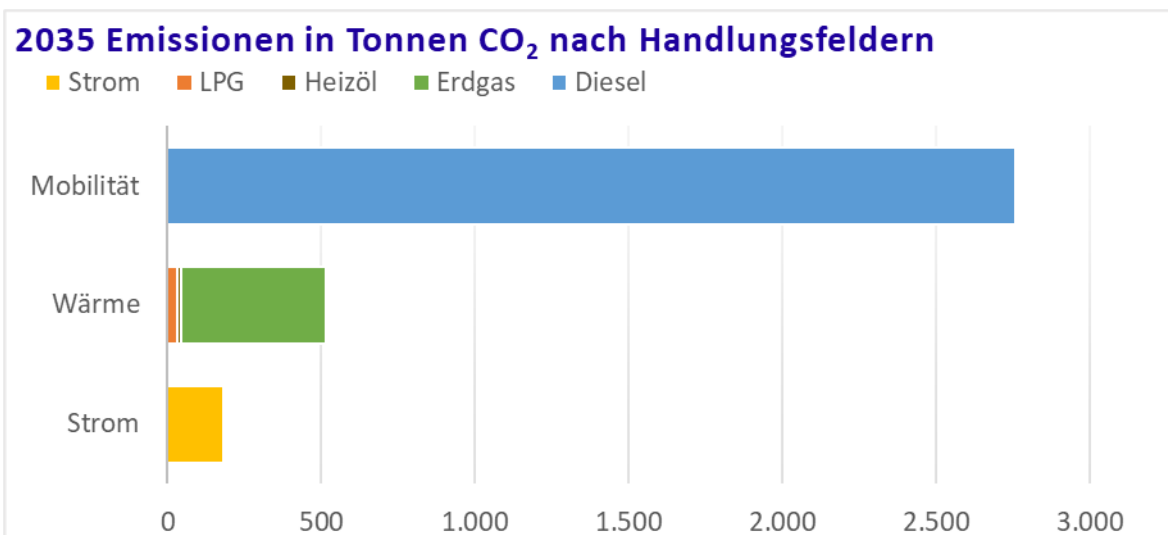
Der Strombedarf auf der Deponie wird zu 16% durch den Strombezug aus dem Netz und zu 84% durch den Eigenstrom der Mikrogasturbine gedeckt. Die Emissionen der Deponiegasnutzung wurden mit 0,247 kg CO<sub>2</sub>äq/kWh bilanziert.

Alle weiteren stromseitigen CO<sub>2</sub>-Emissionen der ASF GmbH wurde mit folgenden Faktoren bilanziert:

CO <sub>2</sub> Faktoren Strom	[kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]
Jahr	Strommix Deutschland
2019	0,401
2035	0,150*
2040	0,107*
* IINAS Studie	

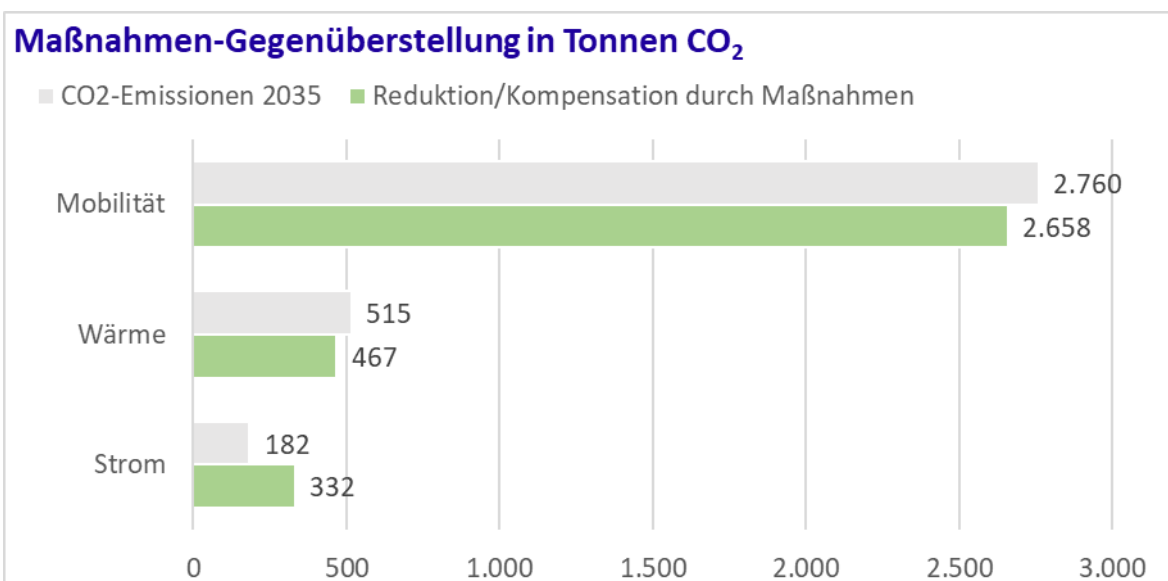
## 4 Technische und organisatorische CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale

Ohne die Umsetzung von Maßnahmen würden sich die Emissionen der ASF GmbH von 3.758 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2019 auf 3.456 Tonnen im Jahr 2035 verringern. Die Emissionen im Bereich Mobilität und Wärme blieben dabei unverändert. Nur die stromseitigen Emissionen würden sich aufgrund der Verbesserung des CO<sub>2</sub>-Faktors von 484 Tonnen im Jahr 2019 auf 182 Tonnen im Jahr 2035 verringern.



Das Klimaneutralitätskonzept der ASF GmbH basiert auf 5 Maßnahmen: 2 im Bereich Mobilität, 2 im Bereich Wärme und 1 im Bereich Strom.

Mit der Umsetzung der Maßnahmen lassen sich die im Jahr 2035 noch vorhandenen 3.456 Tonnen CO<sub>2</sub> komplett kompensieren.



## 4.1 Handlungsfeld Mobilität

### 4.1.1 Maßnahme 1: Umrüstung Teile Fuhrpark auf Wasserstoff

Im Zuge der Realisierung der Klimaneutralität auf Seiten der ASF GmbH, sollen 80 Fahrzeuge von Diesel auf Wasserstoff umgerüstet werden. Diese Fahrzeuge erzeugen vor der Umrüstung 2.097 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Dabei handelt es sich um die folgenden Fahrzeugtypen

- MKW
- LKW
- Unimog
- Bagger
- Radlader
- Sieb
- Mähraupe
- Häcksler

Der Wasserstoff zur Betankung der Fahrzeuge soll auf der Deponie Eichelbuck mittels eines Elektrolyseurs hergestellt werden. Für die Ausweisung von grünem Wasserstoff werden in Summe ca. 6 GWh Strom aus erneuerbaren Energien benötigt. Die bestehende PV-Anlage der Deponie kann bilanziell 1,6 GWh (51% der Gesamtproduktion) beitragen. Die restlichen 4,4 GWh müssen somit aus zusätzlichen erneuerbaren Anlagen bereitgestellt werden. Bei Bereitstellung durch eine weitere PV-Anlage entspricht dies einer Anlagenleistung von 4.400 kW<sub>peak</sub>. Die Prüfung weiterer Möglichkeiten bzw. Alternativen steht noch aus.

Der Effekt der Maßnahme wurde auf folgenden Grundlagen berechnet:

- Ausgangsverbrauch Diesel: 656.515 Liter/a bzw. 6,4 GWh/a
- Emissionen Diesel: 2.097 t CO<sub>2</sub>/a
- Umstiegsfaktor Diesel / E-Motor: 0,33
- Input Wasserstoff in Fahrzeug (Fhz): 3,6 GWh/a
- Wirkungsgrad Brennstoffzelle (Fhz): 80%
- Wirkungsgrad Elektrolyse: 60%
- Wirkungsgrad nutzbare Abwärme: 20%
- Abwärme (ca. 60 Grad Celsius): 1,2 GWh/a
- Input Elektrolyse (Strom): 6 GWh/a
- CO<sub>2</sub> Faktor (Strom): 0 g CO<sub>2</sub> pro kWh
- **Restemissionen:** **0 t CO<sub>2</sub>/a**
- **Einsparung:** **2.097 t CO<sub>2</sub>/a**

#### 4.1.2 Maßnahme 2: Umrüstung Teile Fuhrpark auf rein elektrisch

Geplant ist die Umrüstung von 87 Fahrzeugen auf einen reinelektrischen Antrieb.

Hierzu müssen folgende Fahrzeugtypen umgerüstet werden:

- Transporter
- Stapler
- Multifahrzeuge
- Pickup bzw. Pritschenfahrzeuge
- Straßenkehrmaschinen (SKM)
- PKW

Der Effekt der Maßnahme wurde auf folgenden Grundlagen berechnet:

- Ausgangsverbrauch Diesel: 207.245 Liter/a bzw. 2,0 GWh/a
- Emissionen Diesel: 662 t CO<sub>2</sub>/a
- Umstiegsfaktor Diesel / E-Motor: 0,33
- Verbrauch pro Fahrzeug/ Ladesäule: 0,7 GWh
- CO<sub>2</sub> Faktor Strom: 0,150 kg CO<sub>2</sub>/ kWh
- **Restemissionen:** 102 t CO<sub>2</sub>/a
- **Einsparung:** 561 t CO<sub>2</sub>/a

## 4.2 Handlungsfeld Wärme

### 4.2.1 Maßnahme 3: Anschluss Betriebshof St. Gabriel an Cerdia-Fernwärme

Auf dem Betriebshof St. Gabriel werden in verschiedenen Gebäuden 4 Gaskessel zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt. Durch die Anbindung an das Cerdia-Fernwärmenetz könnten diese Gaskessel komplett ersetzt werden. Mit dieser Maßnahme können die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 173 Tonnen verringert werden.

Bereich	Hersteller	Typ	Leistung
Logistik / Stadtreinigung Bauteil E	Buderus	SB 315	105,000
RH St. Gabriel Bauteil C	Buderus	SB 3015	105,000
Verwaltungsgebäude Bauteil A	Enertech	GiegaBloc 200-5	170,000
Werkstatt Bauteil B	Buderus	SB 605-210	194,000





#### 4.2.2 Maßnahme 4: Abwärmenutzung Elektrolyseur

Der größte Wärmeabnehmer auf der Deponie Eichelbuck ist die Speiseresteanlage mit ca. 1,2 GWh. Diese Anlage wird aktuell mit Abwärme der Mikrogasturbine versorgt, welche wiederum mit Deponiegas betrieben wird. Die Emissionen der Deponiegasnutzung wurden mit 0,247 kg CO<sub>2</sub>äq/kWh bilanziert.

Im Jahr 2035 wird die Deponiegasnutzung voraussichtlich nicht mehr möglich sein. Eine theoretische Wärmeerzeugung über einen Gaskessel entspricht ebenfalls CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 294 Tonnen. Durch den Aufbau eines Elektrolyseurs und der entsprechenden Nutzung der Abwärme (siehe Maßnahme 1) kann die Mikrogasturbine ersetzt und der Aufbau eines Gaskessels vermieden werden.

## 4.3 Handlungsfeld Strom

### 4.3.1 Maßnahme 5: PV Ausbau

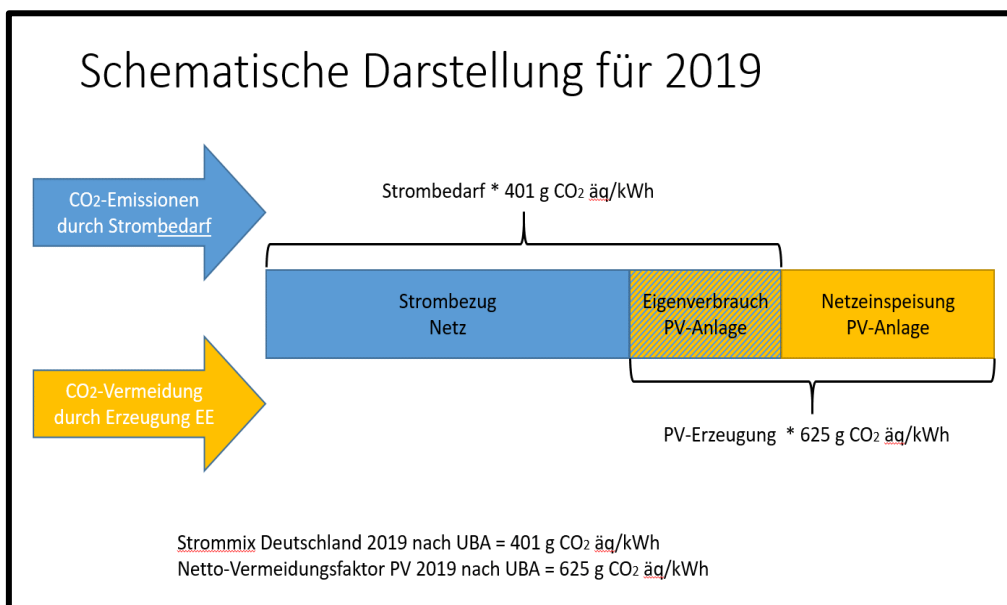
Die ASF GmbH plant in den nächsten Jahren diverse Dachflächen mit PV-Anlagen auszurüsten.

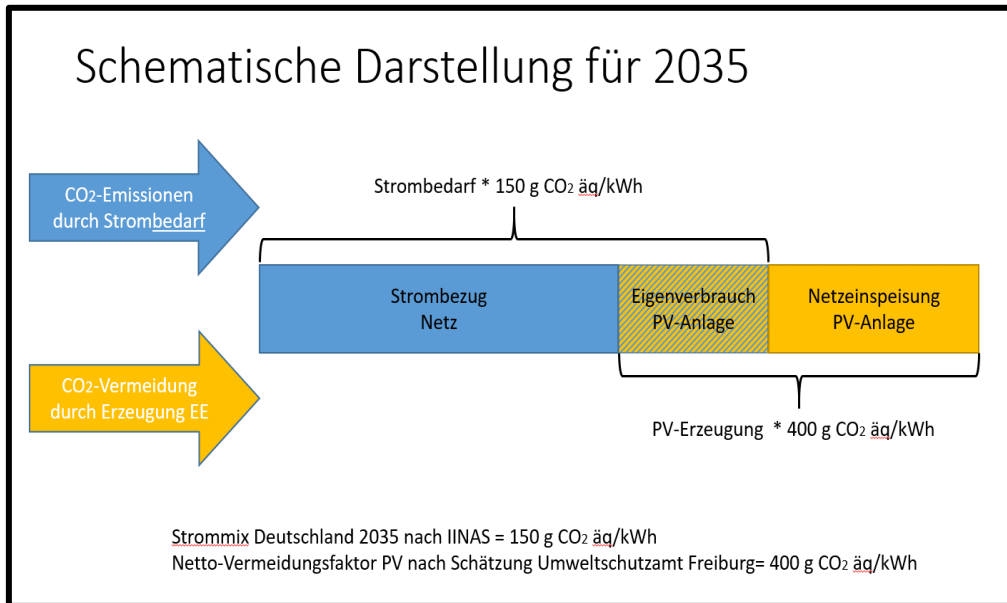
Anlage	Energieproduktion	CO <sub>2</sub> -Einsparung
PV-Anlage Parkhausdach	140.000 kWh	56 t CO <sub>2</sub>
PV-Anlage RH Littenweiler Gebäude	100.000 kWh	40 t CO <sub>2</sub>
PV-Anlage Recyclingkaufhaus	100.000 kWh	40 t CO <sub>2</sub>
PV ungeplant	490.000 kWh	196 t CO <sub>2</sub>

**332**

### 4.3.2 Netto-Vermeidungsfaktor

Schematische Darstellung Bilanzierung des erzeugten PV Stroms





#### Vermeidungsfaktor Strom aus PV-Anlagen

Jahr	Strom aus PV-Anlagen [kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]
2019	0,625
2035	0,400*
2040	0,300*
2045	0,200*
2050	0,100*
*Abschätzung Umweltschutzamt	

#### 4.4 Organisatorische CO<sub>2</sub>-Reduktionspotentiale

Die Energieaudits wurden pflichtgemäß in den bisherigen zwei Zeiträumen durchgeführt.

Weitere organisatorische Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>- Reduktion, wie z.B. Beschaffungsrichtlinien, GREEN IT, Rückgabe Management von Altgeräten, Server, etc. werden innerhalb der ASF GmbH in Zusammenarbeit mit dem Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerks im kommenden Jahr entwickelt werden.

#### 4.5 Restemissionen GAP-Analyse 2035 und 2050

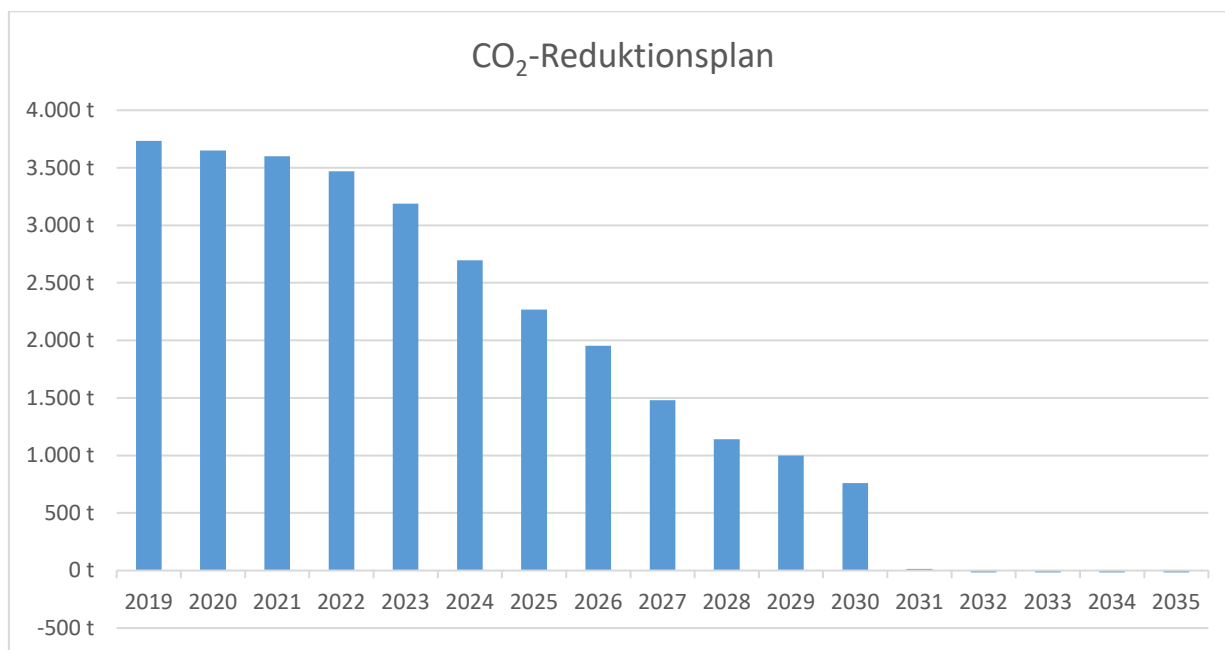
Nach Umsetzung aller technischen Maßnahmen bleiben im Jahr 2035 CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von **332 Tonnen CO<sub>2</sub>** übrig, die durch die oben beschriebene PV-Installationen ausgeglichen werden können.

## 5 Wechselwirkungen mit anderen Konzepten

Da die ASF GmbH die Klimaneutralität 2035 eigenständig erreichen kann, sind keine Unterstützungsleistungen der anderen Gesellschaften oder Kompensationsmaßnahmen notwendig.

## 6 Aktionsplan Restemissionen

Dieser Plan muss innerhalb der ASF GmbH in Zusammenarbeit mit dem Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerks im Jahr 2022 erarbeitet werden. Sollten alle Investitionszuschüsse genehmigt werden, könnte die ASF wie folgt ihren CO<sub>2</sub> Ausstoß reduzieren.



### 6.1 Kriterien der Maßnahmen Priorisierung

Diese Kriterien müssen im Rahmen des Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerks im Jahr 2022 erarbeitet werden. Dies kann z.B. auf Basis von CO<sub>2</sub> Vermeidungskosten, übergreifend über alle Gesellschaften oder jede Gesellschaft für sich erfolgen. Zu klären ist dies mit dem Umweltschutzamt und dem Gemeinderat der Stadt Freiburg.

### 6.2 Handlungsempfehlungen Maßnahmenumsetzung

Die Handlungsempfehlungen an die Gesellschaft, die Stadt Freiburg etc. sind im Rahmen des Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerks im Jahr 2022 zu erarbeiten.

### 6.3 Handlungsempfehlungen Monitoring / Zielerreichungskontrolle

Die Aktionspläne, Zielsetzungen und Aktionspläne müssen gemonitort werden. Hierzu sind Vorschläge zum Monitoring, ggf. auch in Abstimmung mit dem UMSA Stadt Freiburg im Rahmen des Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerks im Jahr 2022 zu erarbeiten.

## 7 CO<sub>2</sub>-Kompensations- und Ausgleichsleistungen

Da die ASF GmbH die Klimaneutralität 2035 eigenständig erreichen kann, sind keine Leistungen notwendig. Der Stromertrag aus PV-Anlagen ist nach Abstimmung mit dem Umweltschutzamt der Stadt Freiburg zu 100% möglich und wurde so angewandt.

### 7.1 Ausgleichsleistungen zwischen den Gesellschaften

Da die ASF GmbH die Klimaneutralität 2035 eigenständig erreichen kann, sind keine Unterstützungsleistungen der anderen Gesellschaften oder Kompensationsmaßnahmen notwendig.

### 7.2 Kompensation über Zertifikaten

Dieser Punkt entfällt für die ASF GmbH, weil keine Kompensation notwendig ist.

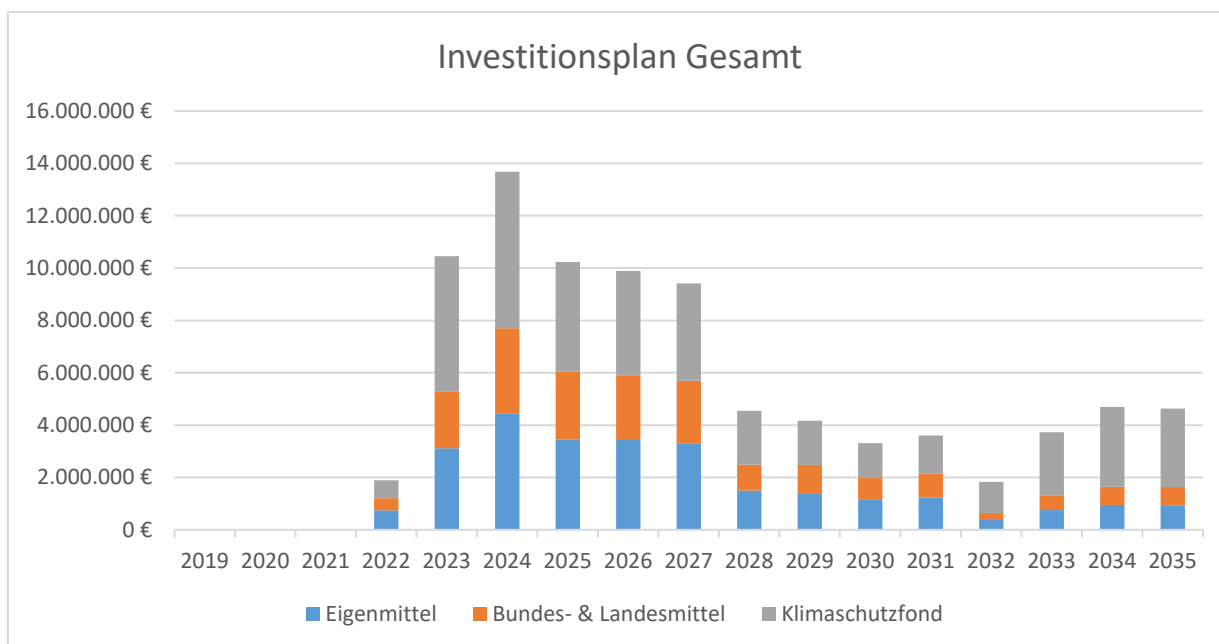
## 8 Finanz- u. Personalbedarf zur Umsetzung der Maßnahmen

Der Finanz- und Personalbedarf ist in der ASF GmbH in Zusammenarbeit mit dem Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerks im Jahr 2022 zu erarbeiten.

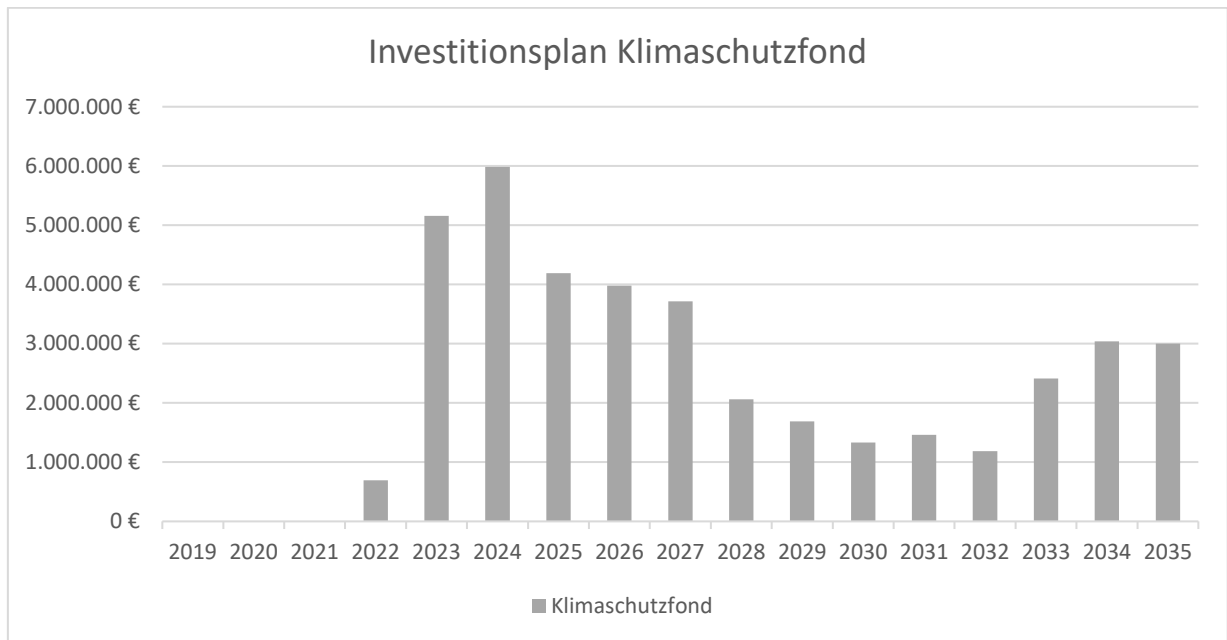
Die Investitionskosten können auf Grundlage allgemeiner Kostenschätzungen erfolgen. Auf Grundlage der erarbeiteten Maßnahmen sollte eine erste grobe Umsetzungsplanung bis 2035 vorgeschlagen werden.

Es sollte eine Gesamtdarstellung basierend auf den o.g. Einzelmaßnahmen v.a. Bedarf in den nächsten 5 Jahren erarbeitet werden.

1. Jährliche Investition in die Umrüstung des Fuhrparks durchschnittlich 2.5 Mio. Euro
2. Investition in die Errichtung der Wasserstofftankstelle in 2022-23
3. Investition in neue PV Anlagen in 2023, 2025, 2027, 2028
4. Investition in die Wärmetransformation von Erdgas auf Fernwärme der Cerdia in 2024
5. Investition in ein Nahwärmenetz auf der Deponie (Nutzung Abwärme Elektrolyseur) in 2028.







## 9 Mitarbeiterbeteiligung im Rahmen des Klimaneutralitätskonzepts

Wie in den Eingangsbemerkungen zu diesem Konzept beschrieben, ist die Klimaneutralität der ASF GmbH in die Klimaneutralitätsaktivitäten der Stadt Freiburg eingebettet und deshalb im Kontext der Konzepte aller anderen städtischen Gesellschaften sowie der Verwaltung der Stadt Freiburg zu verstehen.

Um die Umsetzung von Maßnahmen aus diesem Konzept sicherzustellen, ist der Aufbau weiterer Personalressourcen notwendig. Diese können nicht aus den aktuellen Mitteln der ASF GmbH finanziert werden, sondern bedarf weiterer Investitionszuschüsse.

Sollte das Klimaneutralitätskonzept der ASF GmbH über Zuschüsse mitfinanziert werden können, wird es eine Veranstaltung geben, in denen sich die Mitarbeiter:innen über die Ausgangssituation des Klimaneutralitätskonzepts sowie die vorgeschlagenen Maßnahmen und deren geplante Umsetzungszeitpunkte informiert werden. Wenn möglich sollen auch Gutachter, Vertreter des Umweltschutzamts Stadt Freiburg teilnehmen.