

# Klimaneutralitätskonzept 2035

## Freiburger Verkehrs AG

Berichtsstand: 09. Juni 2022



**Auftraggeberin:**

Freiburger Verkehrs AG  
Besanconallee 99  
79111 Freiburg  
[www.vag-freiburg.de/nachhaltigkeit](http://www.vag-freiburg.de/nachhaltigkeit)

Michael Flösch  
Unternehmensbereichsleiter Instandhaltung elektrische Anlagen

Mareike Rehl  
Vorstandsbüro

Johannes Waibel  
Betriebsleiter

Michael Zausch  
Unternehmensbereichsleiter Fahrzeugtechnik

Günter Voigt (Technischer) und Tobias Kunz (Kaufmännischer)  
Geschäftsführer Schauinslandbahn

**Auftragnehmerin:**

bnNETZE GmbH  
Tullastraße 61  
79108 Freiburg

Michael Schmid  
Fachgutachter Klimaneutralitätskonzept (BAFA-Nr. 218573)  
Projektleiter Integrierte Infrastrukturplanung  
[michael.schmid@bnnetze.de](mailto:michael.schmid@bnnetze.de)

Manuel Baur  
Fachlicher Input zu Strombewertung und CO<sub>2</sub>-Gutschriften  
Stabsstellenleiter Integrierte Infrastrukturplanung  
[manuel.baur@bnnetze.de](mailto:manuel.baur@bnnetze.de)

badenovaWÄRMEPLUS GmbH & Co. KG  
Christian Paul  
Fachlicher Input zu Wärmeversorgungsalternativen Betriebshof West  
Projektentwicklung  
[christian.paul@badenova.de](mailto:christian.paul@badenova.de)

Mirko Krück  
Moderation und Fachlicher Input Organisatorische Maßnahmen  
[mk@krueckconsult.com](mailto:mk@krueckconsult.com)

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Executive Summary</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Ausgangslage und Auftrag</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Klimaneutralität als Teil der Nachhaltigkeit der Freiburger Verkehrs AG</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Rahmenbedingungen der Berichtserstellung – Straßenbahnausbau VAG 2030</b> .....	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Startbilanz</b> .....	<b>10</b>
5.1	Grundlagen der Bilanzierung.....	11
5.2	CO <sub>2</sub> Emissionen Strom.....	12
5.3	CO <sub>2</sub> Emissionen Wärme.....	14
5.4	CO <sub>2</sub> Emissionen Mobilität (ohne Fahrstrom).....	18
<b>6</b>	<b>Technische und organisatorische CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale</b> .....	<b>19</b>
6.1	Handlungsfeld Strom.....	21
6.2	Handlungsfeld Wärme.....	27
6.3	Handlungsfeld Mobilität.....	32
6.4	Organisatorische CO <sub>2</sub> -Reduktionspotentiale.....	36
<b>7</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Gutschriften für den Betrieb von Bussen und Straßenbahnen in Freiburg</b> .....	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung Schauinslandbahn</b> .....	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>Finanz- und Personalbedarf</b> ..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
<b>10</b>	<b>Mitarbeitendenbeteiligung</b> .....	<b>50</b>
<b>11</b>	<b>Ausblick</b> .....	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>Anlagen</b> .....	<b>52</b>
12.1	Anlage 1 Auslegung Umstellung Wärmeversorgung Betriebshof West.....	52
12.2	Exkurs Strombewertung.....	54
12.3	Exkurs Stromprodukt VAG aktuell.....	55

## 1 Executive Summary

Das vorliegende Klimaneutralitätskonzept untersucht, inwiefern es für die Freiburger Verkehrs AG (im folgenden VAG) möglich ist bis zum Jahr 2035 klimaneutral zu sein. Grundlage sind u.a. die im Rahmen des Effizienz- und Klimaschutznetzwerks Freiburg erarbeiteten und mit dem Umweltschutzamt Freiburg (UWSA) abgestimmten Bilanzierungsvorgaben. Die entwickelten Maßnahmen im Gebäudebereich beziehen sich ausschließlich auf den Betriebshof West. Der Betriebshof Süd wurde nicht in die Maßnahmenentwicklung mit einbezogen.

### **Das Ergebnis ist:**

**Die VAG kann mit den Bilanzierungsvorgaben des Umweltschutzamts der Stadt Freiburg nicht aus eigenen Stücken bis zum Jahr 2035 technisch klimaneutral werden und muss Ausgleichsmaßnahmen der anderen städtischen Gesellschaften in Anspruch nehmen oder ein alternatives Strombezugsmodell (z.B. PPA) wählen.**

Durch ein umfangreiches Maßnahmenpaket kann der CO<sub>2</sub> Ausstoß auf Seiten der VAG bis 2035 um 70% auf 3.939 Tonnen CO<sub>2</sub> Restemissionen gesenkt werden. Als zentrale Maßnahmen sind hier die Umsetzung der geplanten Elektrifizierung der Busflotte sowie die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung am Betriebshof West zu sehen. Über eine zu installierende 1.335 kWp PV-Anlage können zudem rund 534 Tonnen CO<sub>2</sub> kompensiert werden. Der verbleibende CO<sub>2</sub> Ausstoß von 3.939 Tonnen muss mittels Ausgleichsmaßnahmen der anderen städtischen Gesellschaften oder über ein alternatives Strombezugsmodell (z.B. PPA-Modell) kompensiert werden (diese CO<sub>2</sub>-Menge entspricht rechnerisch einer PV-Anlage mit ca. 8.600 kWp). Damit ergibt sich auf Seiten der VAG rechnerisch im Jahr 2035 ein CO<sub>2</sub> Ausstoß von -35 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Bei einer Bilanzierung mit Ökostrom kann die VAG aus eigenen Stücken bis zum Jahr 2035 durch Zubau der eigenen PV-Anlagen klimaneutral werden und muss keine Ausgleichsmaßnahmen in Anspruch nehmen.

Die folgende Tabelle stellt die Bilanzierung der Restemissionen gesamthaft dar:

<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz VAG</b>			
	<b>Stand 2019</b>	<b>Einsparung in %</b>	<b>Stand 2035</b>
<b>CO<sub>2</sub> Strom [Tonnen] / UBA</b>	<b>7.514</b>	<b>51%</b>	<b>3.710</b>
<b>CO<sub>2</sub> Strom [Tonnen] / ÖKOSTROM</b>	<b>562</b>		
<b>CO<sub>2</sub> Wärme [Tonnen]</b>	<b>1.009</b>	<b>77%</b>	<b>227</b>
<b>CO<sub>2</sub> Mobilität [Tonnen]</b>	<b>4.577</b>	<b>100%</b>	<b>2</b>
<b>CO<sub>2</sub> gesamt [Tonnen]</b>	<b>13.100</b>	<b>70%</b>	<b>3.939</b>
<b>PV VAG</b>			
<b>CO<sub>2</sub> Kompensation [Tonnen]</b>	<b>3</b>		<b>534</b>
<b>Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>			
<b>CO<sub>2</sub> Emissionen [Tonnen]</b>	<b>13.097</b>	<b>74%</b>	<b>3.405</b>
<b>PV zusätzlich zum Ausgleich</b>			
<b>CO<sub>2</sub> Kompensation [Tonnen]</b>	<b>0</b>		<b>3.440</b>
<b>Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Ausgleich</b>			
<b>CO<sub>2</sub> Emissionen [Tonnen]</b>	<b>13.097</b>		<b>-35</b>

### Handlungsfeld Strom

Die stromseitigen Emissionen betragen für die VAG im Jahr 2019 7.514 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Größter Faktor ist hier der Fahrstrom für die Straßenbahnen, der für 87% der Emissionen (6.432 Tonnen CO<sub>2</sub>) verantwortlich ist. Strom für Elektrobusse wurde 2019 noch nicht bilanziert, wird aber im Jahr 2035 ein wesentlicher Faktor bei den stromseitigen Emissionen sein.

100% des Netzstrombezugs ist ein ÖKOSTROM Produkt mit sogenannten Herkunftsnachweisen (HKN) und dem Gütesiegel OK-Power Label. Rund 5.000 kWh werden über eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 5 kWp generiert und eigenverbraucht.

Bilanziert man den Strom mit dem testierten und eingekauften ÖKOSTROM (Faktor von 0,03kg/kWh), reduzieren sich die Emissionen auf 557 Tonnen. Der Fahrstrom der Straßenbahnen selbst hätte dann nur einen Beitrag von 481 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Mit der Umsetzung von Maßnahmen in den Bereichen Beleuchtung, Belüftung sowie mit organisatorischen Maßnahmen, lässt sich der Energieverbrauch im Bereich „Allgemeinstrom“ von rund 2,3 GWh im Jahr 2019 um rund 22% auf 1,8 GWh im Jahr 2035 reduzieren.

Durch die Elektrifizierung der Busflotte, Dienstwagen und Sonderfahrzeugen als Maßnahmenpaket im Bereich Mobilität, und der damit einhergehenden Einsparung von Dieselkraftstoff, erhöht sich der Fahrstrom von 16,2 GWh im Jahr 2019 um ca. 40% auf 22,9 GWh im Jahr 2035.

Der Gesamtstrombedarf der VAG erhöht sich von 2019 bis 2035 damit um ca. 33% auf rund 24,9 GWh.

Durch die Installation von 1.335 kWp PV-Eigenerzeugung entsteht eine Emissionskompensation bzw. -reduzierung von rund 534 Tonnen CO<sub>2</sub>.

### Handlungsfeld Wärme

Die wärmeseitigen Emissionen der VAG betragen 2019 1.009 Tonnen CO<sub>2</sub>. Sie kamen aus dem Verbrauch der Energieträger Heizöl (187 Tonnen) und Erdgas (822 Tonnen).

Größter Emittent ist dabei das für Heizungszwecke im Betriebshof West eingesetzte Erdgas (759 Tonnen).

Das Klimaneutralitätskonzept der VAG basiert im Bereich Wärme auf einem Maßnahmenbündel zur Sanierung der Gebäudehülle des Verwaltungsgebäudes sowie Umsetzung von Verschattungsmaßnahmen. Darüber hinaus die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung des Betriebshof West durch ein neues Versorgungskonzept oder den Anschluss an ein Fernwärmnetz sowie eine Umstellung der Ölheizung der Schauinslandbahn entweder auf den nachhaltigen Energieträger Pellets oder eine Wärmepumpe angedacht.

Mit der Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen lässt sich der Wärmebedarf von 3,9 GWh im Jahr 2019 bis 2035 um rund 14 % auf 3,4 GWh reduzieren.

**Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der VAG im Wärmebereich können vor allem durch den besseren CO<sub>2</sub>-Faktor (z.B. Fernwärme) um 78%, von 1.009 Tonnen im Jahr 2019 auf 224 Tonnen an technischen Restemissionen, im Jahr 2035 gesenkt werden.**

### Handlungsfeld Mobilität

Das Klimaneutralitätskonzept der VAG basiert im Bereich Mobilität auf der Umstellung der mit Dieselkraftstoff betriebenen Busse auf Elektrobusse. Daneben ist eine sukzessive, dem bestehenden Beschaffungszyklus angepasste, Umstellung des sonstigen Fuhrparks auf Elektroantrieb angedacht.

### CO<sub>2</sub>-Gutschriften

Der Betrieb der Busse und Straßenbahnen im Vergleich zum Individualverkehr verhindert bereits im Basisjahr 2019 faktisch CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Würden die Fahrgäste, die heute die Busse der VAG nutzen, auf PKWs umsteigen, so erhöhten sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bilanzraum „Stadtgebiet Freiburg“ jährlich um 8.370 Tonnen. Für die Fahrgäste in Straßenbahnen würden die Mehremissionen 2019 sogar 72.552 Tonnen (bzw. in der Bilanzierung mit ÖKOSTROM 78.503 Tonnen) betragen.

**Dies sind beeindruckende Zahlen, die unterstreichen, wie wichtig der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs für den Klimaschutz in Freiburg und darüber hinaus ist!**

## 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 Klimaneutralitätskonzept 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 Klimaneutralität als Teil der Nachhaltigkeit der Freiburger Verkehrs AG

Jeden Tag zählt die Freiburger Verkehrs AG (im Folgenden VAG) fast so viele Fahrgäste, wie Freiburg Einwohnerinnen und Einwohner hat. Eine dichte Taktfolge und ein schnelles Stadtbahnsystem, das mit den Buslinien sinnvoll vernetzt ist, bilden den Grundstein für einen öffentlichen Nahverkehr, der eine attraktive Alternative zum Autoverkehr darstellt. Und nicht nur in Freiburg, auch über das Stadtgebiet hinaus, sind die Fahrgäste gut vernetzt unterwegs. Zusammen mit 19 Partnerunternehmen ist die VAG Mitglied im RegioVerkehrsverbund Freiburg (RVF).

Die VAG sorgt für nachhaltige Mobilität und gestaltet die Zukunft. Nachhaltigkeit ist seither in all ihren Dimensionen handlungsleitend bei der VAG und fester Bestandteil ihres Handelns. Als Reaktion auf sich rasant ändernde ökologische, gesellschaftliche und finanzielle Rahmenbedingungen hat die VAG eine strategische Ausrichtung und leitende Grundsätze für ein erfolgreiches Nachhaltigkeitsmanagement formuliert. Innerhalb von vier Dimensionen wurden Maßnahmen formuliert und wird konsequent an deren Umsetzung gearbeitet: Klimaschutz, Arbeitgeberin, Verkehrswende, Unternehmensführung.

Bereits seit 2018 beteiligt sich die VAG an der umfangreichen Berichterstattung und Reporting für Unternehmen im Deutschen Nachhaltigkeitsindex<sup>1</sup>.

Das nachfolgende **Klimaneutralitätskonzept 2035 für die Freiburger Verkehrs AG** ist als Teil des Klimaschutzkonzepts der Stadt Freiburg 2050 entstanden und in Kooperation mit den Klimaschutzkonzepten der anderen städtischen Gesellschaften und der städtischen Verwaltung zu sehen.

Die hier zusammen gefassten Arbeiten zeigen, mit welchen Maßnahmen in den Handlungsfeldern: Strom, Wärme und Mobilität CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert werden können. Die Zusammenfassung in diesen Handlungsfeldern orientiert sich an den Vorgaben des Umweltschutzamts Freiburg und wurde so um Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerk Freiburg gemeinsam mit den anderen städtischen Gesellschaften festgelegt.

Um Klimaneutralität und Nachhaltigkeit in einem Nahverkehrsunternehmen umzusetzen, müssen alle Unternehmensbereiche einbezogen werden, die Unternehmensführung, die Lieferanten, Eigentümerinnen und Eigentümer und die Stadt Freiburg, der Aufsichtsrat, die Verwaltung, Gewerkschaften, Verbände, Mitarbeitende und Kundinnen und Kunden. UND es bedarf auch **erheblicher Investitionszuschüsse aus Bundes-, Landes und Kommunalen Fördermitteln**.

Um es etwas plakativ zu sagen: weil es keine Alternative gibt. Klimawandel, Verletzung der Menschenrechte, Erderwärmung, Ressourcenknappheit, Umweltzerstörung, Kriege, Kinderarbeit, Finanzkrisen, die Liste der Gründe, warum es ein „weiter so“ nicht mehr geben kann, ist lang. Im Kern geht es um Verantwortung, die Natur und gute Lebensbedingungen für die aktuelle Generation und die zukünftigen Generationen zu erhalten.

---

<sup>1</sup> <https://datenbank2.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/Profile/CompanyProfile/13724/de/2018/dnk>

## 4 Rahmenbedingungen der Berichtserstellung – Straßenbahnausbau VAG 2030

Für Ausbau der Streckenlänge und höhere Taktung wird im Folgenden für das Konzept pauschal mit einer Steigerung des Stromverbrauchs der Straßenbahnen um 10% bezogen auf 2019 gerechnet<sup>2</sup>.

„Externe Faktoren“ wie z.B. perspektivisch höhere Fahrgastzahlen aufgrund von Verkehrsüberlastung, Feinstaub und CO<sub>2</sub>-Ausstoß oder „interne Faktoren“ wie z.B. die geforderte höhere Taktung oder der Streckenausbau durch die VAG werden so berücksichtigt.

Stadt Freiburg und die VAG arbeiten an einer Vision 2030 für die Verkehrssituation in Freiburg. Der Oberbürgermeister der Stadt Freiburg betont immer wieder, „dass die umweltfreundliche Verkehrswende nicht ins Stocken geraten darf“.

Das aktuell existierende und mit Stadt und Gemeinderat abgestimmte Rahmenkonzept für den weiteren Stadtbahnausbau 2030 beinhaltet die folgenden Maßnahmen:

- Stadtbahnverlängerung Littenweiler (Bauzeit 2024-2026)
- der Bau der Stadtbahn Dietenbach (Bauzeit 2025-2027)
- der 2. Bauabschnitt Stadtbahnmesse 2.BA (2027-2029)
- sowie eine Machbarkeitsstudie für die Stadtbahn St. Georgen

Für die VAG bedeutet dies rund 3,95 km neue Trassen und rund 8,7 Mio. mehr Fahrgäste:

	Länge in Kilometer	Anteil am Liniennetz in %	Erwartete Fahrgäste pro Jahr
Stadtbahn Dietenbach	Ca. 1,500	Ca.3.75%	Ca. 0,9 Mio.
Stadtbahnmesse 2.BA	Ca. 0,950	Ca. 2,5%	Ca. 5,5 Mio.
Stadtbahnverlängerung Littenweiler	Ca. 1,500	Ca. 3,75%	Ca. 2.2 Mio.

---

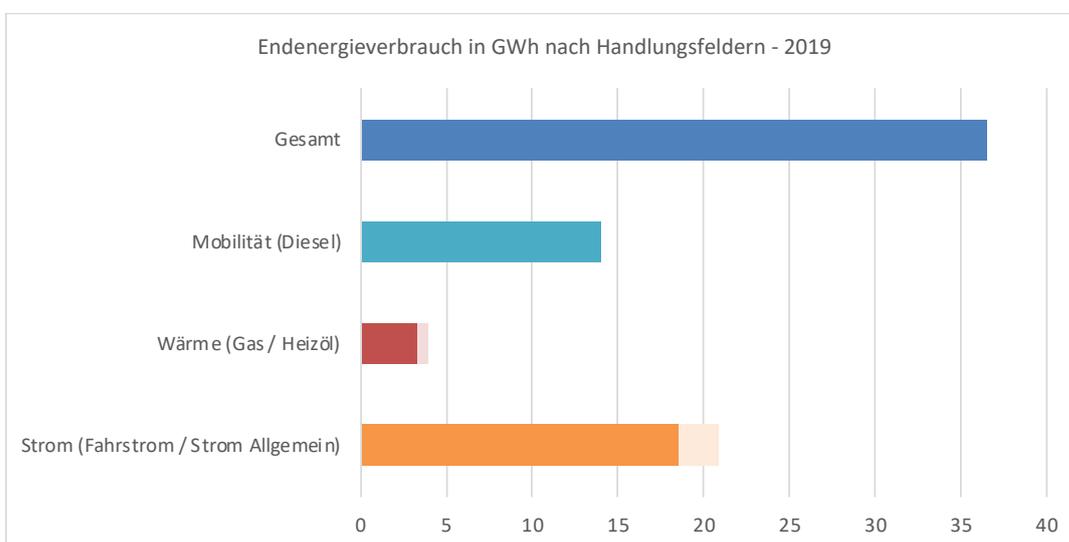
<sup>2</sup> Diese Steigerung muss perspektivisch durch Szenario basierte Studien, etwa finanziert durch den Klimaschutzfonds der Stadt Freiburg, weiter plausibilisiert werden, um die Effekte des Ausbaus und der erhöhten Fahrgastzahlen auf das hier vorgeschlagene Maßnahmenpaket zur Klimaneutralität noch genauer zu quantifizieren und entsprechende weitere Handlungsempfehlungen abzuleiten.

## 5 Startbilanz

Der **Endenergieverbrauch** der VAG betrug im Jahr 2019 **36,5 GWh**. Die damit in Verbindung stehenden **CO<sub>2</sub>-Emissionen** betragen **13.097 Tonnen**.

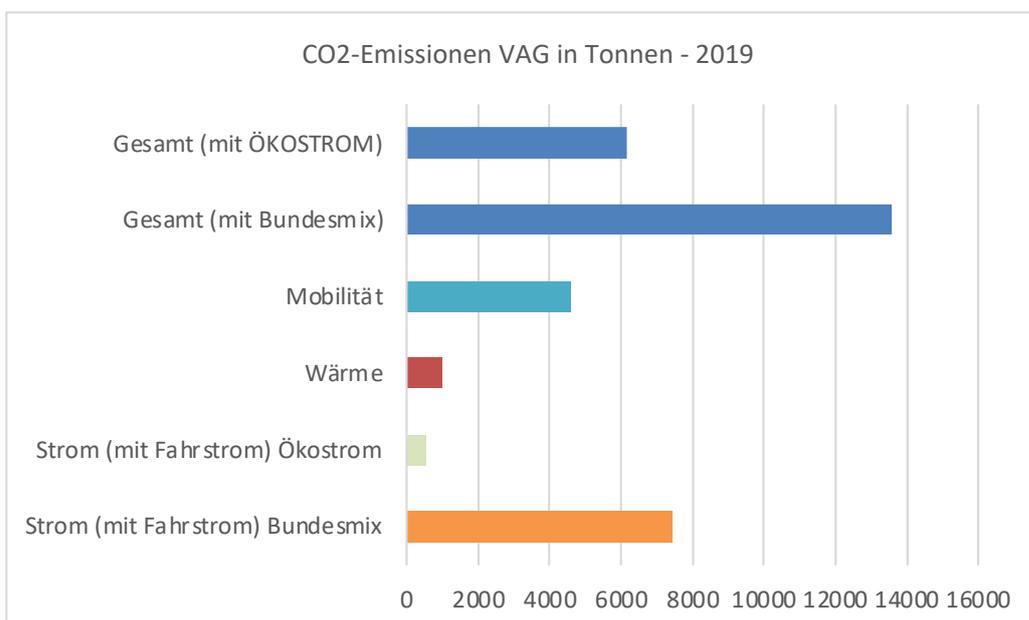
Die folgende Graphik zeigt eine Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs VAG nach den Handlungsfeldern Mobilität, Wärme und Strom.

Der Hauptverbrauch resultiert aus dem eingesetzten Fahrstrom für den Betrieb der Straßenbahnen (16 GWh) sowie dem eingesetzten Diesel für den Betrieb der Busse (14 GWh) und die Wärmbereitstellung in Verwaltung und Bussen (3,9 GWh).



**Grafik 1: Aufschlüsselung Energieverbrauch nach Handlungsfeldern**

Der mit dem Endenergieverbrauch einhergehende CO<sub>2</sub>-Ausstoß nach Handlungsfeldern wird in der folgenden Graphik dargestellt.



## Grafik 2: Aufschlüsselung CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Handlungsfeldern

Größter Emittent ist der Handlungsbereich Strom (inkl. Fahrstrom) mit 7.441 Tonnen CO<sub>2</sub>. Die Emissionen im Bereich der Mobilität betragen 4.577 Tonnen und die im Bereich Wärmebereitstellung 1.009 Tonnen. Die Bewertung des Stroms erfolgte hier nach Maßgabe des Umweltschutzamtes Freiburg mit einem Faktor von 0,401 kg/kWh.

Eine Bilanzierung auf Basis des eingekauften ÖKOSTROM Produkts der VAG (0,03 kg/kWh) reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Bereich Fahrstrom auf 557 Tonnen. Die Gesamtemissionen im Jahr 2019 der VAG lägen damit bei 6.143 Tonnen.

### 5.1 Grundlagen der Bilanzierung

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

- Strombezug nach Bundesmix (Ökostrom ≠ 0 CO<sub>2</sub>)
  - Stromeinsparung, Eigenproduktion (PV-Anlagen) und lokaler Strombezug sollen sich positiv auf Bilanz auswirken
  - Parallele Darstellung des Ökostrom-Bezugs (Ökostrom = 0,03 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.

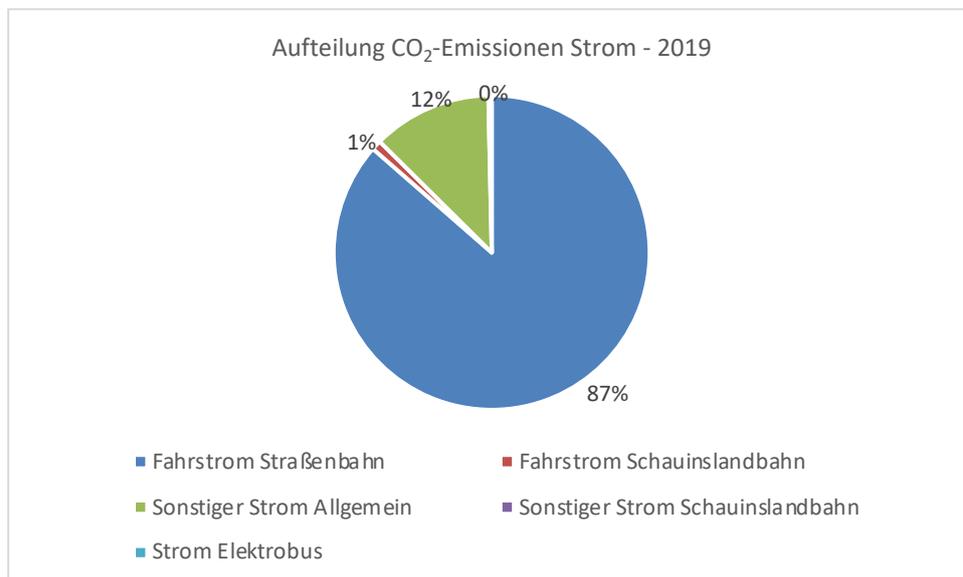
Perspektivisch wird angedacht – zumindest für die relevantesten Geschäftsbereiche und Produktgruppen – zukünftig auch die in Scope 3 vorgesehenen Emissionen aus vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten zu berücksichtigen.

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.

## 5.2 CO<sub>2</sub> Emissionen Strom



**Grafik 3: Aufstellung und Erläuterung aller stromseitigen CO<sub>2</sub> Emissionen**

Die stromseitigen Emissionen betragen für die VAG im Jahr 2019 7.441 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Größter Faktor ist hier der Fahrstrom für die Straßenbahnen, der für 87% der Emissionen (6.432 Tonnen) verantwortlich ist.

In Zukunft wird im Bereich der Straßenbahnen mehr Klimatisierung erwartet. Es ist davon auszugehen, dass bis 2035 alle Straßenbahnen mit Klimaanlage ausgerüstet sind. Außerdem ist bis zum Jahr 2035 ein Mehrverbrauch der Straßenbahnen zu erwarten, da voraussichtlich längere Fahrzeuge mit mehr Fahrkilometern im Einsatz sein werden. In der Bilanzierung wurde von einem steigenden Energiebedarf um 10% der Straßenbahnen ausgegangen.

Auf die Schauinslandbahn entfallen für Fahrstrom (75 Tonnen) und Allgemeinstrom (26 Tonnen).

Strom für Elektrobusse wurde 2019 noch nicht bilanziert, wird aber im Jahr 2035 einen wesentlichen Anteil bei den stromseitigen Emissionen einnehmen.

Der Netzstrombezug wird über ein ÖKOSTROM Produkt bereitgestellt. Rund 5.000 kWh werden über eine 5 kWp PV-Anlage generiert.

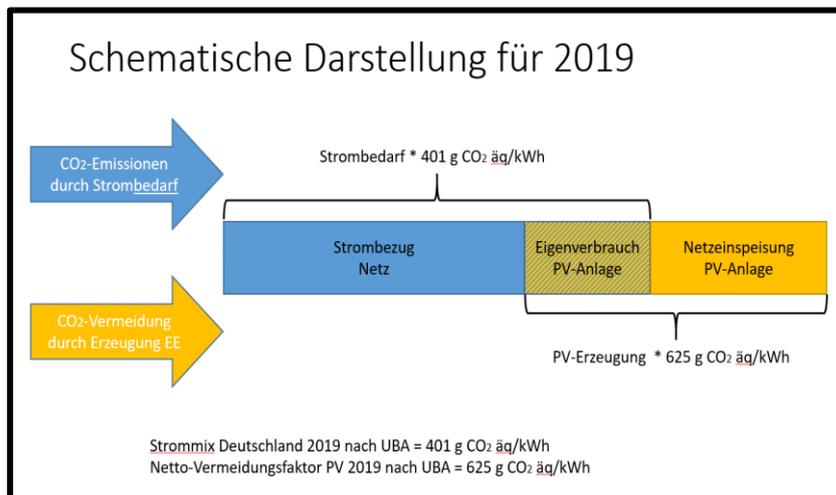
Alle stromseitigen CO<sub>2</sub>-Emissionen der VAG werden nach Vorgabe des Umweltschutzamts Freiburg mit folgenden Faktoren bilanziert:

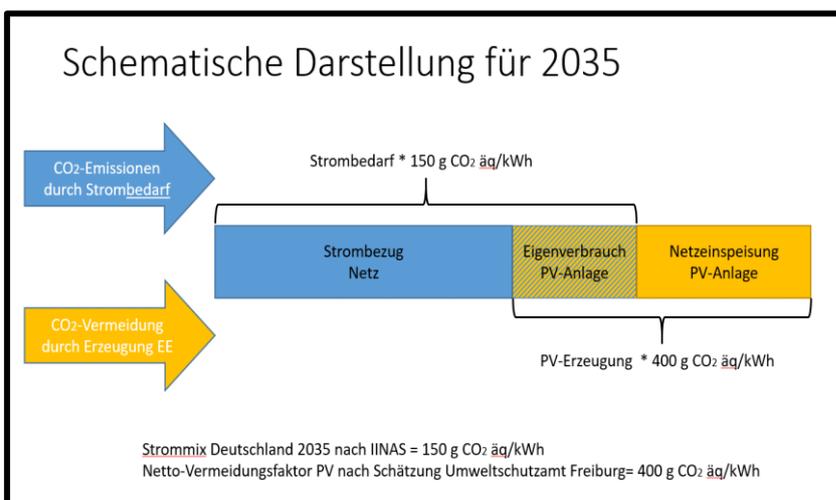
CO <sub>2</sub> Faktoren Strom	[kg CO <sub>2</sub> äq/kWh]
Jahr	Strommix Deutschland
2019	0,401
2035	0,150*
2040	0,107*
* IINAS Studie	

Bilanziert man den Strom mit dem testierten und eingekauften ÖKOTSTROM (Faktor von 0,03kg/kWh), reduzieren sich Emissionen auf 557 Tonnen. Der Fahrstrom der Straßenbahnen selbst hätte dann nur noch einen Beitrag von 481 Tonnen.

In der Anlage sind ein Exkurs Strombewertung und ein Exkurs Stromprodukt VAG aktuell enthalten.

### 5.2.1 Exkurs: Bilanzierung des erzeugten PV Stroms





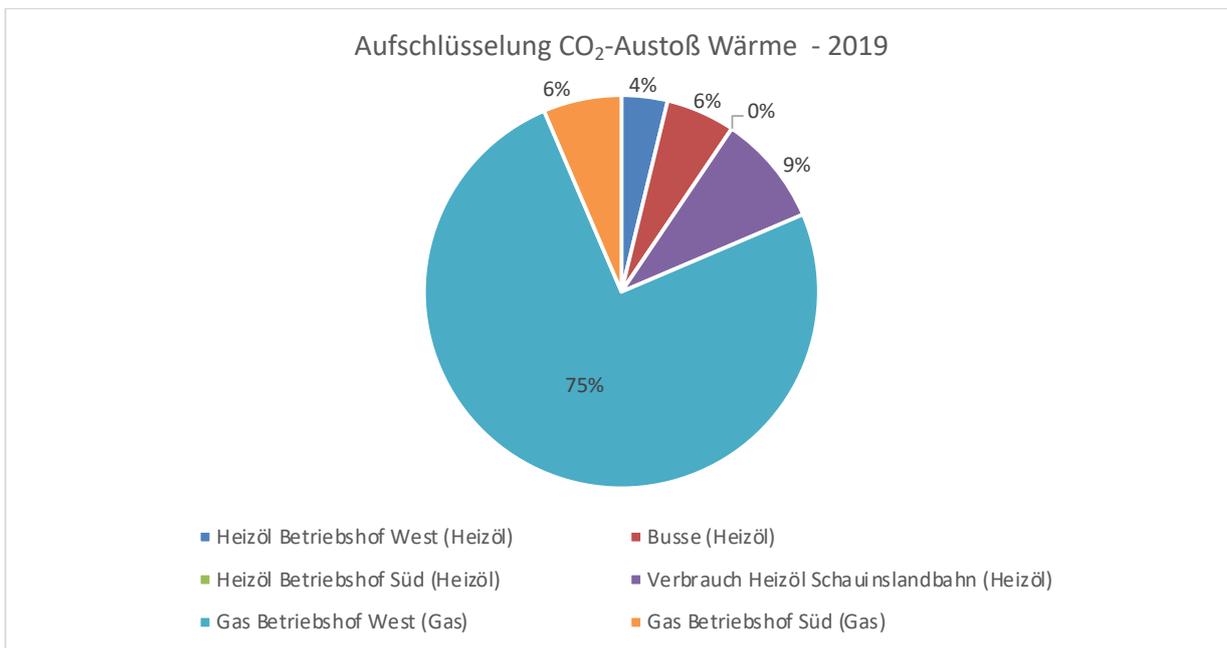
### Vermeidungsfaktor Strom aus PV-Anlagen

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	

### 5.3 CO<sub>2</sub> Emissionen Wärme

Die wärmeseitigen Emissionen der VAG betragen 2019 1.009 Tonnen CO<sub>2</sub>. Sie kamen aus dem Verbrauch der Energieträger Heizöl (187 Tonnen) und Erdgas (822 Tonnen).

Größter Emittent ist dabei das für Heizungszwecke im Betriebshof West eingesetzte Erdgas (759 Tonnen). Zudem hatte das für Heizzwecke in der Schauinslandbahn eingesetzte Heizöl einen wesentlichen Beitrag zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Wärme (92 Tonnen).



**Grafik 5: Aufstellung und Erläuterung aller wärmeseitigen CO<sub>2</sub> Emissionen**

Die wärmeseitigen Emissionen werden 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 ist die VAG noch an kein Fernwärmenetz angebunden. Es gibt aber Überlegungen die Wärmeversorgung des Betriebshofs West an ein Fernwärmenetz anzuschließen. Alternativ ist ein dezentrales Versorgungskonzept mit strombasierten Wärmepumpen evtl. in Verbindung mit einem Holz BHKW möglich

Im Folgenden werden an dieser Stelle die Bilanzierungsfaktoren der Fernwärme vorgestellt.

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 können. 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.

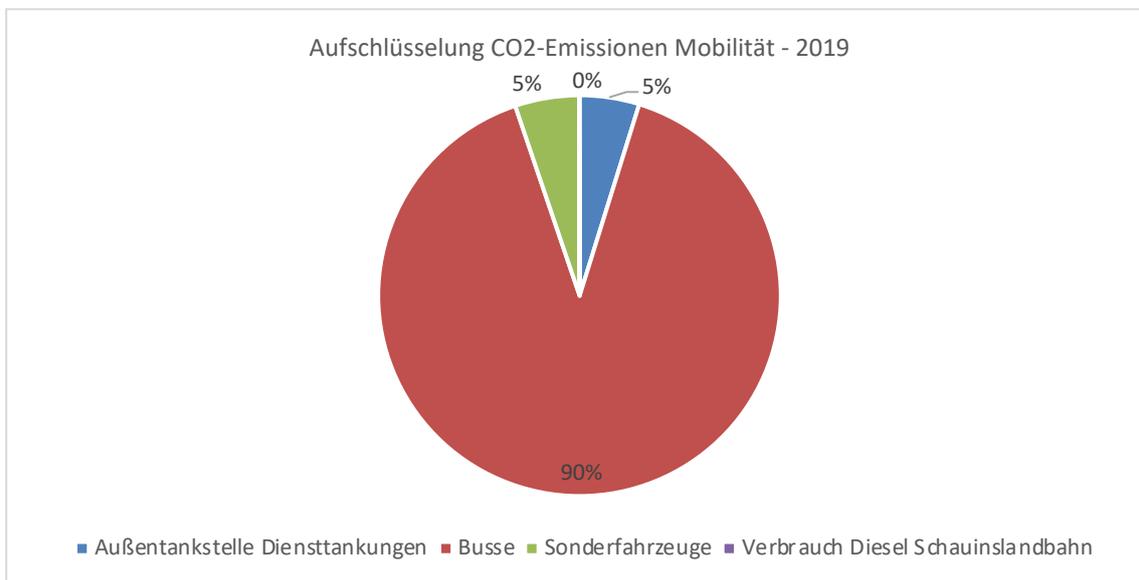
Nur auf Grundlage der geplanten Entwicklung der verschiedenen Netze ist es möglich, Prognosen für die Zielhorizonte 2035/2040 abzuleiten. Die Fernwärmenetze besitzen stand heute eine unterschiedliche Qualität hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen, sodass der Bezug auf einen stadtweiten Durchschnittswert 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.**

<u>Emissionsfaktoren Fernwärme</u>			
<b>Netz</b>	<b>Fp</b>	<b>f CO<sub>2</sub>äq in g/kWh</b>	<b>EE-Anteil / Abwärme</b>
Landwasser	0,26	137,5	43%
Cerdia	0,2	3,6	100%
Weingarten/ Rieselfeld	0,39	121,3	0%
Wärmeverbund Freiburg-Süd	0,47	74,6	64%
Raimannweg	0,3	3	100%
Güterbahnhof	0,26	114,2	40%
Westbad	0,24	84,1	60%
Innenstadt (Stadttheater)	0,26	130,2	43%
Kreuzsteinäcker	0,64	128,9	60%
Alte Messe/ ZO	0,5	119,1	0%
Hammerschmiedstraße	0,48	114,2	83%
Uni-HKW Dampfnetz	0,7	171	0%
Fp	Werte nach AGFW 309-1		
f CO <sub>2</sub> eq in g/kWh	Werte nach AGFW 309-6 Carnot Methode		

## 5.4 CO<sub>2</sub> Emissionen Mobilität (ohne Fahrstrom)



**Grafik 6: Aufstellung und Erläuterung aller Mobilitäts-seitigen CO<sub>2</sub> Emissionen**

Die mobilitätsbedingten Emissionen (ohne Fahrstrom) der VAG betragen im Jahr 2019 4.577 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Hauptverbraucher sind hier die mit Diesel betriebenen Busse mit einem Ausstoß von 4.121 Tonnen CO<sub>2</sub>. Dienstbetankungen (219 Tonnen CO<sub>2</sub>) und Betrieb Sonderfahrzeuge (234 Tonnen CO<sub>2</sub>) sowie der Dieserverbrauch bei der Schauinslandbahn (2 Tonnen CO<sub>2</sub>) spielen eine untergeordnete Rolle.

Die mobilitätsbedingten Emissionen werden 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>

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

Im Rahmen eines Workshops mit Experten der VAG und der bnNETZE sowie Betriebsbegehungen von Betriebshof West und Schauinslandbahn wurden die nachfolgenden Maßnahmen erarbeitet. Der Fokus wurde auf Maßnahmen mit großem Einsparpotential bezüglich CO<sub>2</sub> gelegt. Für die Maßnahmen wurden auf Basis der Erfahrungen der Energietechnischen Berater der bnNETZE Abschätzungen bezüglich der erzielbaren CO<sub>2</sub>-Einsparung gemacht. Diese Maßnahmen sind im nächsten Schritt mittels spezieller Fachgutachten weiter zu untersuchen mit dem Ziel ausschreibungsfähige Unterlagen zu erstellen.

Ohne die Umsetzung von Maßnahmen würden sich die Emissionen der VAG von **13.097 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2019** auf 8.369 Tonnen im Jahr 2035 verringern.

Die Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz der VAG kommt allein durch die Verbesserung des Bilanzierungsfaktors Strom von 0,401kg/kWh im Jahr 2019 auf 0,150kg/kWh im Jahr 2035. Die Emissionen im Bereich Mobilität und Wärme blieben unverändert, da sich nach Vorgaben des Umweltschutzamtes Freiburg an den Bilanzierungsfaktoren für Erdgas, Heizöl und Diesel über den Zeitverlauf nichts verändert.

Mit der Umsetzung der Maßnahmen lassen sich die Emissionen bis zum Jahr 2035 um 70% auf 3.939 Tonnen CO<sub>2</sub> reduzieren.

Folgende Maßnahmen werden vorgeschlagen:

Handlungsfeld Strom		
Priorität hoch		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
ERZ01	Umstellung Strombezug auf PPA Modell	3.231
ERZ02	Ausbau Stromeigenerzeugung PV	534
BEL01	Umstellung Beleuchtung auf LED	142
Priorität mittel		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
LÜ01	Umstellung Lüftung Betriebshof West	8,6
Handlungsfeld Wärme		
Priorität hoch		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno

WV01	Umstellung Wärmeversorgung Betriebshof West	660
Priorität mittel		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
GH01	Sanierung Gebäudehülle Verwaltungsgebäude	8,7
WV02	Umstellung Wärmeversorgung Schauinslandbahn	Offen
Priorität niedrig		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
GH02	Fassadenbegrünung Verwaltungsgebäude	< 0,1
<b>Handlungsfeld Mobilität</b>		
Priorität hoch		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
FP01	Umstellung Busse auf E-Antrieb	4.034
Priorität mittel		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
FP02	Umstellung Dienstfahrzeuge auf E-Antrieb	215
FP03	Umstellung Sonderfahrzeuge auf E-Antrieb	230
<b>Mitarbeiter und Organisation</b>		
Priorität hoch		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
ORG02	Einstellung Energie- und Klimamanager_in	-
NV01	Mitarbeitersensibilisierungskampagne	-
ORG05	Gutachten CO <sub>2</sub> -Gutschriften	-
Priorität mittel		CO <sub>2</sub> Einsparung t per anno
ORG01	Aufbau Energie- und CO <sub>2</sub> -Management	-
ORG03	Einführung Telematiksoftware	-
ORG04	Einführung von CO <sub>2</sub> -seitigen Lieferantenverpflichtungen	-

## 6.1 Handlungsfeld Strom

Das Klimaneutralitätskonzept der VAG basiert im Bereich Strom auf einem Maßnahmenbündel zur Erhöhung der Energieeffizienz in den Bereichen Beleuchtung und Lüftung, dem Ausbau der Eigenenerzeugung PV und der Umstellung der Strombeschaffung in eine direkte Beteiligung an einem Erneuerbaren Erzeugungsprojekts über ein sogenanntes Power Purchase Agreement (PPA Modell).

Die folgende Tabelle zeigt die Einspareffekte durch konkrete Maßnahmen im Bereich Strom, die in den folgenden Kapiteln beschrieben sind:

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz VAG				
	Stand 2019	Einsparung [kWh]	Einsparung in %	Stand 2035
<b>Strom allgemein (ohne Schauinslandbahn)</b>	<b>2.258.821</b>			
EINSPARUNG Lüftung		22.588	1%	
EINSPARUNG BELEUCHTUNG		375.000	17%	
Einsparung ORGA		112.941	5%	
Strom allgemein Schauinslandbahn	65.008	6.500	10%	
<b>Gesamt Strom allgemein [kWh]</b>	<b>2.323.829</b>		<b>22%</b>	<b>1.806.800</b>
Fahrstrom Straßenbahn	16.226.593	-1.622.659	-10%	17.849.252
Fahrstrom BUS			-100%	4.365.000
Fahrstrom Sonderfahrzeuge			-100%	239.933
Fahrstrom Dienstfahrzeuge			-100%	224.322
Fahrstrom Schauinslandbahn	187.069		0%	187.069
Heizöl / Strom Busse				59.259
<b>Gesamt Fahrstrom</b>	<b>16.413.662</b>		<b>-40%</b>	<b>22.924.835</b>
<b>Gesamt Strom [kWh]</b>	<b>18.737.491</b>		<b>-32%</b>	<b>24.731.634</b>
<b>CO<sub>2</sub> Strom [Tonnen] / UWSA</b>	<b>7.514</b>		<b>51%</b>	<b>3.710</b>
<b>CO<sub>2</sub> Strom [Tonnen] / ÖKOSTROM</b>	<b>562</b>			

Die stromseitigen Emissionen betragen für die VAG im Jahr 2019 7.514 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Größter Faktor ist hier der Fahrstrom für die Straßenbahnen, der für 87% der Emissionen (6.432 Tonnen) verantwortlich ist. Strom für Elektrobusse wurde 2019 noch nicht bilanziert, wird aber im Jahr 2035 ein wesentlicher Faktor bei den stromseitigen Emissionen sein.

99,8% des eingesetzten Stroms ist ein ÖKOSTROM Produkt mit sogenannten Herkunftsnachweisen (HKN) und dem Gütesiegel OK-Power Label. Rund 5.000 kWh werden über eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 5 kWp generiert.

Bilanziert man den Strom mit dem testierten und eingekauften ÖKOSTROM (Faktor von 0,03kg/kWh), reduzieren sich die Emissionen auf 557 Tonnen. Der Fahrstrom der Straßenbahnen selbst hätte dann nur einen Beitrag von 481 Tonnen.

Mit der Umsetzung von Maßnahmen in den Bereichen Beleuchtung, Belüftung sowie mit organisatorischen Maßnahmen, lässt sich der Energieverbrauch im Bereich „Allgemeinstrom“ von rund 2,3 GWh im Jahr 2019 um rund 22% auf 1,8 GWh im Jahr 2035 reduzieren.

Durch die Elektrifizierung der Busflotte, Dienstwagen und Sonderfahrzeugen als Maßnahmenpaket im Bereich Mobilität, und der damit einhergehenden Einsparung von Dieselmotoren, erhöht sich der Fahrstrom von 16,2 GWh im Jahr 2019 um ca. 40% auf 22,9 GWh im Jahr 2035.

Der Gesamtstrombedarf der VAG erhöht sich von 2019 bis 2035 damit um ca. 33% auf rund 24,9 GWh.

Durch die Installation von 1.335 kWp PV-Eigenerzeugung entsteht, gemäß Verdrängungsfaktor des Umweltschutzamts der Stadt Freiburg (UWSA), eine Emissionskompensation bzw. -reduzierung von rund 534 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen im Handlungsfeld Strom beschrieben und wo es möglich ist, detailliert ausgewiesen.

Bei der Entwicklung der Maßnahmen wurde keine Prüfung von Fördermitteln vorgenommen.

### 6.1.1 Strom (ERZ02): Ausbau Stromeigenerzeugung PV

#### Strom (ERZ02): Ausbau Stromeigenerzeugung PV

##### Kurzbeschreibung

Auf den Dächern und Flächen der VAG (Betriebshof West (BW)) besteht ein theoretisches Potential eine Gesamt-PV-Leistung von 1.335 kWp zu installieren. Eine finale Prüfung der technischen Machbarkeit (Einspeisepunkte, Dachstatik etc.) steht aber noch aus. Sollte das theoretische Potential tatsächlich technisch nutzbar sein, könnte überschlüssig eine Jahresenergiemenge von ca. 1.335.000 kWh erneuerbaren Strom erzeugt werden.

Über den Verdrängungsfaktor des UWSA ergibt sich für die VAG im Jahr 2035 eine verfügbare CO<sub>2</sub>-Kompensation von -534 Tonnen.

Die folgenden Abschätzungen wurden im Rahmen der Betriebsbegehungen erarbeitet und sind im nächsten Schritt durch eine Machbarkeitsanalyse zu überprüfen. Auch hier ist es wichtig ausschreibungsfähige Unterlagen zu erhalten mit realistischen Marktpreisen dieser Anlagen.

Die Leistung setzt sich wie folgt zusammen:

- bestehende Anlage auf Verwaltungsgebäude (BW): 135 kWp
- neue Anlage auf Neubau (BW): 50 kWp
- neue Anlage auf Carport für Busse (BW): 400 kWp
- neue Anlage auf Halle (BW): 350 kWp
- neue Anlage auf unterem Parkplatz und Mittelstation (SB): 400 kWp

Es gibt noch vier Altanlagen, die bis 2035 auslaufen diese könnten zusätzlich übernommen oder erneuert werden. Dies muss aber bezüglich Brandlast überprüft werden, das Potential für 2040 könnte sich damit um weitere 500 kWp erhöhen. Aufgrund des bestehenden Risikos und den damit verbundenen Unsicherheiten wurde dieses Potential in diesem ersten Schritt noch nicht in die Kalkulation aufgenommen. Außerdem sollte eine mögliche neue Anlage auf dem Mitarbeitenden Parkplatz untersucht werden.

Es wird empfohlen die entsprechenden PV Anlagen schrittweise in Maßnahmenpaketen auszuschreiben.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig

<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch fluss)	mittel	<b>niedrig (kein Ein-</b>
<b>Umsetzungszeit- raum</b>	<b>2023/2024</b>	2025/2026	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	<b>Priorität Hoch</b>		

## 1. Strom (BEL01): Umrüstung Beleuchtung auf LED

### Strom (BEL01): Umrüstung Beleuchtung auf LED

**Kurzbeschreibung** Der VAG wird in Kürze ein detailliertes Beleuchtungskonzept der Firma EIKO für die Umrüstung der Beleuchtung auf dem Betriebshof West auf LED vorgelegt werden, auf das hier verwiesen wird.

Das Konzept geht von einem Reduzierungspotential der Anschlussleistung im Bereich Beleuchtung auf dem Betriebshof West von rund 50% aus.

Ersten Abschätzungen zu Folge liegt damit das gesamte Einsparpotenzial im Bereich der Beleuchtungsumstellung (Verwaltung, Fahrzeughallen und Werkstätten) bei 17%, was rund 375.000 kWh pro Jahr entspricht.

Bewertet mit dem CO<sub>2</sub> Faktor aus dem PPA-Modell beträgt die CO<sub>2</sub> Einsparung 143 Tonnen.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	<b>10.000 – 50.000 EUR*</b>	> 50.000 EUR
		<small>*Fördermittelzusage</small>	
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	mittel	<b>niedrig</b>
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	<b>hoch</b>	mittel	niedrig
<b>Umsetzungszeit-raum</b>	<b>2023/2024</b>	2025/2026	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	<b>Priorität Hoch</b>		

## 6.1.2 Strom (LÜ01): Umstellung Lüftung

### Strom (LÜ1): Umrüstung Lüftung

#### Kurzbeschreibung

Auf dem Betriebshof West und im Verwaltungsgebäude der VAG sind Einsparungen im Bereich der Lüftungen durch Umrüstung der Motoren mit Frequenzumrichtern und einer stufenlosen Steuerung möglich.

Im Sanierungskonzept „Betriebs- und Verwaltungsgebäude VAG“ vom 23.01.2019 wird der Einbau von Lüftungs- und Klimaanlage im Verwaltungsgebäude der VAG berechnet. Das Sanierungsgutachten kommt in Bezug auf den Energieverbrauch des Verwaltungsgebäudes (726.364 kWh im Jahr 2018) auf eine Energieeinsparung durch die Lüftungsumstellung von 1% und eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 4% (10,3 Tonnen).

Legt man dieses Einsparpotential auf den gesamten Stromverbrauch im Bereich Lüftung von Verwaltung und Betriebshof um, ergeben sich für die VAG im Bereich Strom allgemein Einsparungen von 1% bzw. 23.588 kWh.

Bewertet mit dem CO<sub>2</sub> Faktor aus dem PPA-Modell beträgt die CO<sub>2</sub> Einsparung rund 8,6 Tonnen.

Empfohlener nächster Umsetzungsschritt ist die Anfertigung eines Fachgutachtes „Umstellung Lüftung Betriebshof West“.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	2023/2024	<b>2025/2026</b>	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	<b>Priorität HOCH</b>		

## 6.2 Handlungsfeld Wärme

Das Klimaneutralitätskonzept der VAG basiert im Bereich Wärme auf einem Maßnahmenbündel zur Sanierung der Gebäudehülle des Verwaltungsgebäudes sowie dessen Verschattung. Zudem ist eine CO<sub>2</sub>-ärmere Wärmeversorgung des Betriebshof West durch einen Anschluss an ein Fernwärmenetz sowie eine Umstellung der Ölheizung der Schauinslandbahn entweder auf den nachhaltigen Energieträger Pellets oder eine Wärmepumpe angedacht.

Die folgende Tabelle stellt die Effekte der Maßnahmen dar:

<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz VAG</b>			
	<b>Stand 2019</b>	<b>Einsparung in %</b>	<b>Stand 2035</b>
<b>Erdgas/ Fernwärme</b>	<b>3.333.764</b>		
Einsparung Gebäudehülle		2%	
Einsparung Fassadenbegrünung			
Einsparung Fernwärme		8%	
<b>Erdgas Fernwärme gesamt</b>		<b>10%</b>	<b>3.002.658</b>
Heizöl (ohne Schauinslandbahn)	118.369	10%	106.369
Heizöl Schauinslandbahn	286.108	10%	258.108
Heizöl/ Strom Busse	177.776	100%	<b>0</b>
<b>Heizöl gesamt</b>	<b>582.253</b>	<b>37%</b>	<b>364.477</b>
<b>Gesamt Wärme [kWh]</b>	<b>3.916.017</b>	<b>14%</b>	<b>3.367.135</b>
<b>CO<sub>2</sub> Wärme [Tonnen]</b>	<b>1.009</b>	<b>77%</b>	<b>227</b>

Die wärmeseitigen Emissionen der VAG betragen 2019 **1.009 Tonnen CO<sub>2</sub>**. Sie kamen aus dem Verbrauch der Energieträger Heizöl (187 Tonnen) und Erdgas (822 Tonnen).

Größter Emittent ist dabei das für Heizungszwecke im Betriebshof West eingesetzte Erdgas (759 Tonnen).

Mit der Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen lässt sich der Wärmebedarf von 3,9 GWh im Jahr 2019 bis 2035 um rund 14% auf 3,4 GWh reduzieren.

**Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der VAG im Wärmebereich können vor allem durch den besseren CO<sub>2</sub>-Faktor (z.B. der Fernwärme um 78% von 1.009 Tonnen im Jahr 2019 auf 227 Tonnen an technischen Res-temissionen im Jahr 2035 gesenkt werden.**

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen im Handlungsfeld Wärme beschrieben und wo es möglich ist, detailliert ausgewiesen.

Eine Bewertung von verfügbaren Fördermitteln wurde im Rahmen der Maßnahmenentwicklung nicht gemacht.

## 6.2.1 Wärme (WV01): Umstellung Wärmeversorgung Betriebshof West

### Wärme (GH02): Umstellung Wärmeversorgung Betriebshof West

**Kurzbeschreibung** Folgende Ausführungen stellen die Einschätzung der badenovaWÄRME-PLUS GmbH & Co. KG (W+) dar. Es gibt in Freiburg auch weitere Fernwärmeanbieter, die für eine alternative Einschätzung angefragt werden können.

Als Varianten werden die folgenden Fälle betrachtet<sup>3</sup>:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe (kein Grundwasser, da genehmigungsseitig kritisch)
- Fernwärmeanschluss an FWV (= Freiburger Wärmeversorgungs GmbH, 51% Tochter der badenovaWÄRMEPLUS GmbH & Co. KG) Netz Weingarten, da räumliche Nähe)

Unter Berücksichtigung des Fernwärmeanschlusses für den Betriebshof West führt dieser zu einer Einsparung von jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von 660 Tonnen.

Da die Wärmeeinkaufskosten der beiden Varianten im Rahmen der Genauigkeit der vorliegenden Untersuchung vergleichbar sind, wird für das Klimaneutralitätskonzept mit den prognostizierten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Fernwärmenetz gerechnet.

Kosten	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
CO <sub>2</sub> Minderungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Energieeinsparungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Umsetzungszeit-raum	2023/2024	2025/2026	nach 2026
Zukunftsfonds	Priorität Hoch		

<sup>3</sup> Details zur Auslegung in der Anlage zu diesem Bericht – Anlage 1

## 6.2.2 Wärme (GH01): Sanierung Gebäudehülle Verwaltungsgebäude

### Wärme (GH01): Sanierung Gebäudehülle Verwaltungsgebäude

**Kurzbeschreibung** Bei der Gebäudesanierung geht es analog dem Sanierungskonzept „Betriebs- und Verwaltungsgebäude VAG“ vom 23.01.2019 um,

1. neue Fenster und Türen mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung
2. eine Fassadendämmung mit Wärmeverbundsystem und
3. Sanierung des Flachdaches (siehe auch Maßnahme Strom Lüftung Verwaltungsgebäude).

Die Endenergieeinsparungen dieser Maßnahmen liegen bei ca. 6% bezogen auf den dann noch benötigten Energieverbrauch laut Sanierungsgutachten. Im vorliegenden Fall 2018 sind dies 51.106 kWh.

Unter der Voraussetzung, dass mit Abschluss der Sanierung auch der Fernwärmeanschluss bzw. die oben genannte Wärmepumpenlösung realisiert wurde, führt die Sanierung der Gebäudehülle des Verwaltungsgebäudes zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 8,7 Tonnen.

Kosten	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
CO <sub>2</sub> Minderungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Energieeinsparungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Umsetzungszeitraum	2023/2024	2025/2026	nach 2026
Zukunftsfonds	Priorität Niedrig		

### 6.2.3 Wärme (WV02): Umstellung Wärmeversorgung Schauinslandbahn

#### Wärme (WV02): Umstellung Wärmeversorgung Schauinslandbahn

**Kurzbeschreibung** Die bestehenden Ölheizungen in der Tal- und Bergstation sind in die Jahre gekommen und sollten in den nächsten Jahren erneuert werden.

Für die Talstation bietet sich der Einsatz einer strombasierten Wärmepumpe nach Optimierung des Heizsystems bezüglich hydraulischen Abgleiches und niedrigen Vorlauftemperaturen an. Diese sollte durch ein gefördertes Energetisches Sanierungskonzept geprüft und die Investitionen sowie die möglichen Einsparungen quantifiziert werden.

Die Gebäudehülle der Bergstation und die kalten Außentemperaturen könnten bei der Bergstation für eine holzbasierte Lösung, vorzugsweise Pellets, sprechen. Es sind aber auch alternative Kraftstoffe als Alternative zu betrachten. Die Räume für die Aufstellung einer Pellet-Heizung sowie für den Lagerraum sind vorhanden, die Zufahrt über die Straße auf den Schauinsland gegeben. Wichtig ist der VAG, diese Heizung von einem Dienstleister betreiben zu lassen, da kein eigenes Personal für die Wartung der Pellet-Heizung zur Verfügung steht. Des Weiteren sollte auch in der Bergstation ein hydraulischer Abgleich durchgeführt werden. Eine neue Heizungssteuerung wurde bereits beauftragt.

Es wird empfohlen ein Umsetzungskonzept für beide Heizungen auszuarbeiten und idealerweise zwei geförderte Sanierungskonzepte mit Heizvariantenvergleichen zu beauftragen. Diese helfen auch um Fördermittel, CO<sub>2</sub> Einsparpotenziale und die Kosten besser abschätzen zu können.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	<b>2023/2024</b>	2025/2026	nach 2026

## 6.2.4 Wärme GH02: Fassadenbegrünung Verwaltungsgebäude

### Wärme (GH02): Fassadenbegrünung Verwaltungsgebäude

**Kurzbeschreibung** Begrünte Fassaden sind für das Stadtklima, die Artenvielfalt innerhalb der Stadt und das Klima innerhalb des Gebäudes, an dessen Fassade die Begrünung gepflanzt/angebracht wurde, positiv, da das Blattwerk im Sommer einerseits Strahlung reflektiert und andererseits ein kühlender Effekt durch Verdampfung des in den Pflanzen gespeicherten Wassers entsteht (sog. Verdunstungskühlung). Beide Effekte führen zu einer starken Reduktion der Oberflächentemperatur der Gebäudehülle.

Insekten geben sie einen Rückzugsort, damit werden Vögel angelockt. Darüber hinaus verschönern sie das Stadtbild.

Der konkrete Emissionsminderungseffekt dieser Maßnahme ist schwer quantifizierbar, da wenig Erfahrungswerte in Umsetzungsprojekten bislang vorliegen. Als grobe Abschätzung wird die Einsparung allerdings kleiner 100 kg CO<sub>2</sub> pro Jahr liegen.

Mit dem Förderprogramm GebäudeGrün hoch<sup>3</sup> unterstützt die Stadt Freiburg Fassadenbegrünungen.<sup>4</sup> Es wird empfohlen einen Förderantrag zu stellen, der u.a. eine kostenlose Erstberatung umfasst.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	2023/2024	2025/2026	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	<b>Priorität Niedrig</b>		

<sup>4</sup> [https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params\\_E22818204/1785571/Anlage%20G\\_21\\_079\\_Foerderunglinie\\_FINAL\\_nach%20AA.pdf](https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E22818204/1785571/Anlage%20G_21_079_Foerderunglinie_FINAL_nach%20AA.pdf)

### 6.3 Handlungsfeld Mobilität

Das Klimaneutralitätskonzept der VAG basiert im Bereich Mobilität auf der Umstellung der mit Diesel betriebenen Busse auf Elektrobusse. Daneben ist eine Umstellung des Fuhrparks auf Elektroantrieb inkl. Sonderfahrzeuge geplant.

Mit der Umsetzung der Maßnahmen verlagert sich bis 2035 der Energieverbrauch der VAG vom Mobilitätsbereich in den Strombereich (100%) die CO<sub>2</sub>-Emissionen verhalten sich entsprechend und können um 100% auf 2 Tonnen technische Restemissionen reduziert werden.

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz VAG				
	Stand 2019	Einsparung [kWh]	Einsparung in %	Stand 2035
Diesel/ Strom Busse	12.642.078	12.642.078	100%	0
Diesel Schauinslandbahn	6.429	0	0%	6.429
Kraftstoff/ Strom Dienstfahrzeuge	672.965	672.965	100%	0
Kraftstoff Sonderfahrzeuge	719.800	719.800	100%	0
<b>Gesamt Mobilität [kWh]</b>	<b>14.041.271</b>	<b>14.034.842</b>	<b>100%</b>	<b>6.429</b>
<b>CO<sub>2</sub> Mobilität [Tonnen]</b>	<b>4.577</b>		<b>100%</b>	<b>2</b>

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen im Handlungsfeld Mobilität beschrieben und wo es möglich ist, weiter detailliert. Die einzelnen Felder sind im Verlauf des Projektes zur Klimaneutralität noch weiter auszuarbeiten und wo notwendig mit eigenen Energiekonzepten zu untermauern.

### 6.3.1 Mobilität (FP01): Umstellung der Busse auf Elektroantrieb

#### Mobilität: (FP01): Umstellung der Busse auf Elektroantrieb

**Kurzbeschreibung** Die Umstellung auf Elektrobusse soll komplett bis 2030 erfolgen, diese benötigen dann nur noch Strom, die neuen Elektrobusse besitzen eine Wärmepumpe für Heizung und Kühlung als Ersatz für die bisherige Ölheizung.

Durch die Umstellung der fossil betriebenen Busse auf vollelektrisch betriebene Fahrzeuge, reduziert sich der Energiebedarf von 12,6 GWh im Jahr 2019 auf 4,4 GWh im Jahr 2035. Dies entspricht einer Einsparung von rund 65% der eingesetzten Energie.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen können mit dieser Maßnahme von 4.121 Tonnen im Jahr 2019 auf 87 Tonnen im Jahr 2035 gesenkt werden. Bei einer Bewertung mit dem CO<sub>2</sub>-Faktor des PPA-Modells entspricht dies einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 4.034 Tonnen.

Für die Umstellung der Busse auf vollelektrische Antriebe liegt bei der VAG ein Umsetzungskonzept vor.

Kosten	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
CO <sub>2</sub> Minderungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Energieeinsparungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Umsetzungszeit-raum	2023/2024	2025/2026	nach 2026

### 6.3.2 Mobilität (FP02): Umstellung der Dienstfahrzeuge auf Elektroantrieb

#### Mobilität: (FP02): Umstellung Dienstfahrzeuge auf Elektroantrieb

**Kurzbeschreibung** Geplant ist die Umstellung der Dienstfahrzeuge komplett auf batterieelektrischen Antrieb.

Durch die Umstellung der Dienstfahrzeuge auf vollelektrisch, reduziert sich der Energiebedarf von 0,672 GWh im Jahr 2019 auf 0,224 GWh im Jahr 2035. Dies entspricht einer Einsparung von rund 67% der eingesetzten Energie. Bewertet mit einem CO<sub>2</sub>-Faktor des PPA Modells entspricht dies einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 215 Tonnen.

Es wird empfohlen ein „Mobilitätskonzept für die Umstellung der Dienstfahrzeuge“ zu beauftragen, dass auch die Auswirkungen auf die Ladeinfrastruktur mitberücksichtigt.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	2023/2024	<b>2025/2026</b>	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	<b>Priorität Niedrig</b>		

### 6.3.3 Mobilität (FP03): Umstellung der Sonderfahrzeuge auf Elektroantrieb

#### Mobilität: (FP03): Umstellung der Sonderfahrzeuge auf Elektroantrieb

**Kurzbeschreibung** Geplant ist die Umstellung der Sonderfahrzeuge komplett auf batterieelektrischen Antrieb

Durch die Umstellung der Sonderfahrzeuge auf vollelektrisch, reduziert sich der Energiebedarf von 0,719 GWh im Jahr 2019 auf 0,240 GWh im Jahr 2035. Dies entspricht einer Einsparung von rund 67% der eingesetzten Energie. Bewertet mit einem CO<sub>2</sub>-Faktor des PPA Modells entspricht dies einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 230 Tonnen.

Es wird empfohlen ein „Mobilitätskonzept für die Umstellung der Sonderfahrzeuge“ zu beauftragen, dass auch die Auswirkungen auf die Ladeinfrastruktur mitberücksichtigt.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	2023/2024	2025/2026	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	Priorität niedrig		

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

### 6.4.1 Organisation (ORG02): Einstellung Energie- und Klimaschutzmanager\_in

#### Organisation (ORG02): Einstellung Energie- und Klimamanager\_in

**Kurzbeschreibung** Nach Verabschiedung des hier erarbeiteten Konzepts, erhöht sich der Druck auf die VAG beschriebenen Maßnahmen weiterzuentwickeln und umzusetzen. Hierfür wird die Einstellung eines Klimaschutzmanagers einer Klimaschutzmanagerin empfohlen.

Spezifische Klimaschutzstrategien können in alle Unternehmensbereiche hineinreichen und Umsetzungsmaßnahmen können hinsichtlich des Inhalts und des Ausmaßes stark variieren. Neben freiwilligen Zielen sind zukünftig auch Anforderungen umzusetzen, die sich aus dem nationalen Klimaschutzgesetz ergeben.

Für die Stelle der eines Klimaschutzmanagers einer Klimaschutzmanagerin sind entweder technische oder kommunikative Vorkenntnisse empfohlen. Die Einstellung von Klimamanagern wird unter gewissen Voraussetzungen im Rahmen der aktuellen Kommunalrichtlinie gefördert.

Es wird empfohlen eine mögliche Förderantrag zur Einstellung eines Klimamanagers / einer Klimamanagerin bei der Kommunalrichtlinie im konkreten Fall zu prüfen.

Kosten	< 10.000 EUR* <small>*Förderung verfügbar</small>	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
CO <sub>2</sub> Minderungs-Potential	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
Energieeinsparungs-Potential	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
Umsetzungszeit-raum	<b>2023/2024</b>	2025/2026	nach 2026
Zukunftsfonds	<b>Priorität Hoch</b>		

## 6.4.2 Organisation (NV01): Mitarbeitersensibilisierungskampagne

### Nutzerverhalten (NV01): Mitarbeitersensibilisierungskampagne

**Kurzbeschreibung** Der Faktor Mensch ist auch neben allen technischen Maßnahmen ein Schlüssel zu nachhaltigem Klimaschutz. Je stärker die Motivation der Belegschaft für die Steigerung der Energieeffizienz und für den Klimaschutz geweckt werden kann, desto eher sind Mitarbeiter bereit, aktiv Energieeffizienz- und CO<sub>2</sub>-Senkungspotenziale zu erschließen.

Mit einer Mitarbeitersensibilisierungskampagne in die Ideen wie der Einführung eines CO<sub>2</sub>-fokussierten Mobilitätsmanagements (Fuhrpark / Dienstreisen), einem Konzept für Green IT (inkl. Umgang mit Altgeräten) oder einem fokussierten Ideenmanagement eingebettet sind, lassen sich Verhaltensänderungen erzielen.

Aktuell liegen noch keine Rahmendaten für diese Maßnahme vor

Es wird empfohlen ein Konzept für eine Mitarbeitersensibilisierungskampagne zu erarbeiten.

Kosten	< 10.000 EUR	<b>10.000 – 50.000 EUR</b>	> 50.000 EUR
CO <sub>2</sub> Minderungs-Potential	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
Energieeinsparungs-Potential	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
Umsetzungszeitraum	<b>2023/2024</b>	2025/2026	nach 2026
Zukunftsfonds	<b>Priorität Hoch</b>		

### 6.4.3 ORG05: Beauftragung Gutachten CO<sub>2</sub>-Gutschriften

#### Organisation ORG05: Beauftragung Gutachten CO<sub>2</sub>-Gutschriften

**Kurzbeschreibung** Erste Abschätzungen zeigen, dass der Betrieb von Bussen und Straßenbahnen im öffentlichen Nahverkehr in Freiburg bereits jetzt große Mengen CO<sub>2</sub> einspart. Der Effekt wird in den kommenden Jahren noch größer werden, da die VAG den Umstieg von Dieselbussen auf E-Busse gewährleisten wird.

Es wird empfohlen mit den Mitteln aus dem Klimaschutzfonds Stadt Freiburg eine Studie zu finanzieren in der das Fahrverhalten PKW sowie die Nutzung von Bussen und Straßenbahnen durch die Bürgerinnen und Bürger Stadt Freiburg und der Pendler näher untersucht wird. Damit können wertvolle Ergebnisse gewonnen werden, in welchem Maße z.B. der Ausbau und die Erhöhung der Taktung im öffentlichen zu CO<sub>2</sub>-Einsparungen führt

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	<b>10.000 – 50.000 EUR</b>	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	mittel	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	<b>2023/2024</b>	2025/2026	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	<b>Priorität Hoch</b>		

#### 6.4.4 Organisation (ORG01): Aufbau Energie- und CO<sub>2</sub>-Management

##### Organisation (ORG01): Aufbau Energie- und CO<sub>2</sub>-Management

**Kurzbeschreibung** Die Energieaudits wurden pflichtgemäß in den bisherigen zwei Zeiträumen durchgeführt. Ein Energiemonitoring ist über die vorhandene Gebäudeleittechnik (GLT) teilweise vorhanden und soll in ein Energiemanagementsystem überführt und danach in ein Klimaschutzmanagement weiterentwickelt werden.

Für diese Maßnahmen kann aufgrund von Erfahrungswerten eine Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Kosten und ca. 10 % abgeschätzt werden. Diese Schätzung ist durch ein Fachgutachten zu validieren.

Es wird vorgeschlagen das bestehende Energiemanagementsystem kontinuierlich weiterzuentwickeln durch die Aufnahme weiterer Unterzähler auf die vorhandene Gebäudeleittechnik (GLT). Im nächsten Schritt sollte das Energiemanagementsystem in ein Klimamanagementsystem überführt werden. Die hierfür notwendigen Voraussetzungen können bei der VAG durch die vorhandene GLT und die hier im Konzept dargelegte Vorgehensweise zur CO<sub>2</sub>-Bilanzierung geschaffen werden.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	2023/2024	<b>2025/2026</b>	nach 2026
<b>Zukunftsfond</b>	<b>Priorität Hoch</b>		

## 6.4.5 Organisation (ORG 03): Einführung Telematiksoftware

### Organisation (ORG03): Einführung Telematiksoftware

#### Kurzbeschreibung

In Q2 2022 startet bei der Freiburger Verkehrs AG ein Pilotprojekt mit 15 Fahrer/innen zum Einsatz einer Telematiksoftware in Bussen. In der Branche bzw. bei DB Regio Bus wurden ca. 5.000 Fahrzeuge mit einer Telematiksoftware ausgestattet. Beim VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen) wurden diese Effekte vorgestellt.

Im Kern geht es darum dem Fahrpersonal ein direktes Feedback über deren Fahrverhalten zu geben. Das Feedback erfolgt in einer einfachen Darstellung mit einem Smiley.

In der Pilotphase (Q2 2022) werden ca. 15 Busse mit einer Telematiksoftware sowie das Fahrpersonal mit ca. 15 mobilen Endgeräten (Tablets) ausgestattet. Auf dem mobilen Endgerät wird eine App der Firma Fairfleets (Ausrüster von DB Regio Bus) als Feedbackgeber für das Fahrpersonal installiert.

#### Ziele der Pilotphase:

1. Effekt: Stressfreiere Fahrweise des Fahrpersonals
2. Effekt: CO<sub>2</sub>-Reduktion

Bei Erreichung der Ziele in der Pilotphase erfolgt im Jahr 2023 die Ausstattung / Rollout aller Diesel- und Elektrobusse mit einem Telematiksystem sowie mobiler Endgeräte (Tablets) für das Fahrpersonal (ca. 450) der Freiburger Verkehrs AG.

Die Kosten für das Pilotprojekt belaufen sich auf ca. 30 T€.

Die Kosten für die Ausstattung / Rollout liegen bei ca. 230 T€.

Kosten	< 10.000 EUR	10.000 – 50.000 EUR	> 50.000 EUR
CO <sub>2</sub> Minderungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Energieeinsparungs-Potential	hoch	mittel	niedrig
Umsetzungszeit-raum	2023/2024	2025/2026	nach 2026

## 6.4.6 Organisation (ORG04): Einführung CO<sub>2</sub>-seitiger Lieferantenverpflichtungen

### Organisation (ORG04): Einführung von CO<sub>2</sub>-seitigen Lieferantenverpflichtungen

**Kurzbeschreibung** Es wird der VAG empfohlen sehr zeitnah CO<sub>2</sub>-seitige Verpflichtungen für ihre Lieferanten einzuführen, etwa basierend auf einer Klimaneutralität 2035.

In das laufende Gutachten der VAG wurden die Emissionen Scope 3 (Wertschöpfungskette) noch nicht mit einbezogen. Mit dieser Maßnahme würde die VAG damit aber schon frühzeitig das Nachhaltigkeitsverhalten der Geschäftspartner in ihrer Lieferkette in den Blick nehmen.

Ein nachhaltiges und klimaneutrales Lieferantennetzwerk wird allgemein als wichtiger Garant für einen langfristigen Unternehmenserfolg gesehen.

Bei CO<sub>2</sub>-seitigen Lieferantenverpflichtungen geben die Zulieferer auf Basis eines Fragebogens und mitgelieferter Dokumente zunächst eine Selbsteinschätzung zu ihrem Verhalten und ihrer Klimaneutralität ab. Die Angaben und Dokumente werden von qualifizierten Dritten überprüft. Bei Zweifeln finden Kontrollen vor Ort statt. Kommt es zu Verfehlungen, führen diese zum Ausschluss von der Auftragsvergabe.

Durch die CO<sub>2</sub>-seite Verpflichtung von Lieferanten sind Sensibilisierungseffekte zu erwarten durch die für die VAG CO<sub>2</sub>-Emissionensenkungen im Bereich Scope 3 eintreten werden.

Es wird die Erarbeitung eines Konzepts zur Einführung einer CO<sub>2</sub>-seitigen Verpflichtung für Lieferanten empfohlen.

<b>Kosten</b>	< 10.000 EUR	<b>10.000 – 50.000 EUR</b>	> 50.000 EUR
<b>CO<sub>2</sub> Minderungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Energieeinsparungs-Potential</b>	hoch	<b>mittel</b>	niedrig
<b>Umsetzungszeitraum</b>	2023/2024	<b>2025/2026</b>	nach 2026
<b>Zukunftsfonds</b>	<b>Priorität Niedrig</b>		

## 7 CO<sub>2</sub>-Gutschriften für den Betrieb von Bussen und Straßenbahnen in Freiburg

Die Freiburger Verkehrs AG stieß durch den Betrieb von Bussen und Straßenbahnen in Freiburg sowie der Schauinslandbahn klimaschädliches CO<sub>2</sub> im Jahr 2019 13.097 Tonnen aus.

Die folgenden Berechnungen<sup>5</sup> zeigen aber, dass es einen positiven Effekt des Umstiegs von Individualverkehr auf den öffentlichen Nahverkehr der VAG in Freiburg gibt.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen und Einsparpotenzial Individualverkehr

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pkw Neuzulassungen in Deutschland betragen im Jahr 2019 pro Fahrzeug im Durchschnitt 157g CO<sub>2</sub>/km<sup>6</sup>.

Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wird für die weiteren Ausführungen der Wert des Umweltbundesamts<sup>7</sup> angenommen, der von einem Wert pro Personenkilometer von **154g CO<sub>2</sub>** ausgeht und eine durchschnittliche Besetzung pro PKW von 1,4 Personen bilanziert.

Nimmt man für Freiburg analog der Berliner Studie nun eine durchschnittliche tägliche Nutzung des PKW von 8km an und eine Minderung der Fahrleistungen an Samstagen um 10% und an Sonn- und Feiertagen um 30%, kommt man für Freiburg auf einen durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Austoß pro Auto pro Jahr von **410kg**. Dies ist die Größenordnung, die mit der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden können.

Die genannten Emissionen von 410kg hängen stark von der täglichen durchschnittlichen Fahrleistung ab. Mit 410kg wurde hier für Freiburg für die weiteren Berechnungen allerdings ein Wert weit am unteren Ende der Skala gewählt.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Gutschriften Buslinien und Straßenbahn

Eingangs ist zu sagen, dass in den hier vorgenommenen Betrachtungen „Graue Emissionen“ nicht weiter in die Berechnungen eingeflossen sind, da in den Klimaneutralitätskonzepten der städtischen Gesellschaften nur Scope 1 und Scope 2 bilanziert werden.

---

<sup>5</sup>Die Ausführungen orientieren sich an einer Studie der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) zur Klimabilanz Berliner U- und Straßenbahnen. Sie war in ihrer Konzeption dazu gedacht festzustellen, ob sich der Zubau von Gleis-Strecken (u.a. durch Tunnelbau) aus CO<sub>2</sub>-Perspektive durch den Umstieg Bus oder PKW auf U- oder Straßenbahn, klimapolitisch begründen ließe: „Die Klimabilanz Berliner U-Bahn und Straßenbahnplanungen“, Matthias Dittmer, Frank Geraets, Axel Schwipps <https://klimabilanz-ubahn-tram.de/download/klimabilanz-ubahn-tram.pdf> (besucht am 05.07.2021)

<sup>6</sup> Energie. Wende. Jetzt. Eckpunkte für eine zukünftige Energieversorgung. Prof. Robert Schlägl, Max-Planck-Institut München, April 2019; [www.fhi-berlin.mpg.de](http://www.fhi-berlin.mpg.de) (besucht am 05.07.2021)

<sup>7</sup><https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0> (besucht am 05.07.2021)

Die Buslinien der VAG fuhren im Jahr 2019 rund 4 Mio. km und stießen dabei 4.121 Tonnen CO<sub>2</sub> aus. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro gefahrenen km betrug damit rund 1 kg. Mit der Umstellung auf vollelektrische Antriebe wird sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro gefahrenen km auf 87g reduzieren.

Die Busse der VAG wurden im Jahr 2019 täglich von durchschnittlich 30.464 Fahrgästen genutzt.

Die Straßenbahnen der VAG fuhren im Jahr 2019 rund 3,8 Mio. km und stießen dabei 6.432 Tonnen CO<sub>2</sub> aus. Der CO<sub>2</sub> -Ausstoß pro gefahrenen km betrug damit rund 1,67 kg. Bilanziert man den Fahrstrom der Straßenbahnen mit dem eingekauften Ökostromprodukt reduziert sich der CO<sub>2</sub> -Ausstoß der Straßenbahnen im Jahr 2019 auf 481 Tonnen CO<sub>2</sub>, der CO<sub>2</sub> -Ausstoß pro gefahrenem km auf 125g.

Die Bahnen der VAG wurden im Jahr 2019 täglich von durchschnittlich 192.640 Fahrgästen genutzt.

Für den Klimanutzen von Bussen Straßenbahnen ist es nun interessant, wie viele Emissionen entstehen würden, falls die 223.286 täglichen Fahrgästen anstatt mit öffentlichen Verkehrsmitteln mit dem privaten PKW die Strecken zurückliegen würden.

Dies würde für die Fahrgäste in Bussen Mehremissionen von 8.370 Tonnen ergeben und im Jahr 2035 mit vollelektrischen Bussen 12.142 Tonnen Mehremissionen.

Für die Fahrgäste in Straßenbahnen betragen die Mehremissionen 2019 72.552 Tonnen. In der Bilanzierung mit ÖKOSTROM sogar 78.503 Tonnen Mehremissionen.

Das sind enorme Zahlen. Aus diesem Grund hat das Umweltschutzamt Freiburg Interesse geäußert den Nutzen des öffentlichen Nahverkehrs (CO<sub>2</sub>-Gutschrift) in einer Studie aus Mitteln des Klimaschutzfonds Freiburg weiter zu untersuchen zu lassen.

### **CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Gutschrift Schauinslandbahn**

Für die Emissionen der Schauinslandbahn wurde ein etwas anderer Ansatz gewählt. Die durchschnittlichen Emissionen der PKW bleiben weiter bei 154g unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Besetzung pro PKW von 1,4 Personen.

Die Fahrstrecke für einen PKW hoch auf den Schauinsland beträgt allerdings nicht 8km, sondern 12km. Das bedeutet, dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro PKW-Fahrt auf den Schauinsland (1 Strecke) rund 1,85kg beträgt.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Fahrt der Schauinslandbahn liegen dagegen bei 820g. Damit ergibt sich bereits aus dieser Perspektive ein CO<sub>2</sub>-Vorteil (Gutschrift) der Schauinslandbahn pro Fahrt gegenüber dem PKW von durchschnittlich etwa 1kg CO<sub>2</sub>.

Die Schauinslandbahn fuhr im Jahr 2019 122.641-mal. Dabei transportierte sie 367.516 Fahrgäste. Pro Fahrt ergibt sich damit eine Auslastung von in etwa 3 Personen.

Berechnet man nun die spezifischen Emissionen pro Fahrt pro Person, so liegen diese beim PKW bei  $1,85\text{kg} / 1,4 = 1,32\text{kg}$  und bei der Schauinslandbahn bei  $0,82\text{kg} / 3 = 273\text{g}$ .

Der spezifische CO<sub>2</sub>-Vorteil (Gutschrift) der Schauinslandbahn pro Personenbeförderung erhöht sich damit gegenüber dem PKW auf 3,14kg.

## **Berücksichtigung CO<sub>2</sub>-Gutschriften im Rahmen des Klimaneutralitätskonzepts der VAG**

Die CO<sub>2</sub>-Gutschriften sollen hier im Konzept nur nachrichtlich ausgewiesen und nicht direkt von den technischen Restemissionen abgezogen werden. Die genaue Spezifizierung der Größenordnungen bedarf noch weiterer Untersuchungen. Aus diesem Grund wird die Erstellung eines Gutachtens gefördert durch den Zukunftsfonds Stadt Freiburg ausdrücklich empfohlen und ist so auch in die Maßnahmenliste aufgenommen worden.

## 8 Zusammenfassende Bewertung Schauinslandbahn

Die Schauinslandbahn ist die längste nach dem Umlaufprinzip konzipierte Seilbahn Deutschlands und weltweit die erste dieser Art zur Personenbeförderung. Sie führt von der Talstation in Horben bei Freiburg im Breisgau auf den 1284 m hohen Schauinsland. Die Bergstation liegt etwas unterhalb des Berggipfels auf 1220 m und einige Hundert Meter südwestlich. Sie wurde 1930 eröffnet und 1987/1988 technisch überholt und erneuert. Zudem wurde in den Jahren 2012/2013 die gesamte Seilbahnanlage modernisiert.

Das vorliegende Klimaneutralitätskonzept untersucht, inwiefern es für die Schauinslandbahn als Teil der Freiburger Verkehrs AG (im folgenden VAG) möglich ist bis zum Jahr 2035 klimaneutral zu sein. Grundlage sind u.a. die im Rahmen des Effizienz- und Klimaschutznetzwerks Freiburg erarbeiteten und mit dem Umweltschutzamt Freiburg (UWSA) abgestimmten Bilanzierungsvorgaben.

### Das Ergebnis ist:

**Die Schauinslandbahn kann mit den Bilanzierungsvorgaben des Umweltschutzamts der Stadt Freiburg knapp nicht aus eigenen Stücken bis zum Jahr 2035 technisch klimaneutral sein und wird in geringen Umfang Ausgleichs- und Kompensationsmaßnahmen in Anspruch nehmen müssen.**

Durch ein umfangreiches Maßnahmenpaket kann der CO<sub>2</sub> Ausstoß der Schauinslandbahn bis 2035 um 54% auf 121 Tonnen CO<sub>2</sub> Restemissionen gesenkt werden

Die folgende Tabelle stellt die Bilanzierung der Restemissionen gesamthaft dar:

Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz Schauinslandbahn				
	Stand 2019	Einsparung [kWh]	Einsparung 2035 zu 2019	Stand 2035
Gesamt Strom allgemein [kWh]	65.008	6.500	10%	58.508
Gesamt Fahrstrom [kWh]	187.069		0%	187.069
Gesamt Strom [kWh]	252.077		3%	245.577
CO <sub>2</sub> Strom [Tonnen] / UWSA	101		64%	37
CO <sub>2</sub> Strom [Tonnen] / ÖKOSTROM	8			

Heizöl gesamt [kWh]	286.108		10%	258.108
Gesamt Wärme [kWh]	286.108		10%	258.108
CO <sub>2</sub> Wärme [Tonnen]	91		10%	82
Diesel Schauinslandbahn [kWh]	6.429	0	0%	6.429
Gesamt Mobilität [kWh]	6.429		0%	6.429
CO <sub>2</sub> Mobilität [Tonnen]	2		0%	2
CO <sub>2</sub> Gesamt [Tonnen]	194		38%	121

## Handlungsfeld Strom

Die stromseitigen Emissionen betragen für die Schauinslandbahn im Jahr 2019 101 Tonnen **CO<sub>2</sub>**. Größter Faktor ist hier der Fahrstrom der Schauinslandbahn mit rund 75 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Der Netzstrombezug wird über ein ÖKOSTROM Produkt mit sogenannten Herkunftsnachweisen (HKN) und dem Gütesiegel OK-Power Label bereitgestellt.

Bilanziert man den Gesamtstrom der Schauinslandbahn mit dem testierten und eingekauften ÖKOSTROM (Faktor von 0,03kg/kWh), reduzieren sich die Emissionen im Jahr 2019 auf 8 Tonnen CO<sub>2</sub>. Der Fahrstrom der Schauinslandbahn selbst hätte dann nur einen Beitrag von 5,6 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Mit der Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Beleuchtung lässt sich der Energieverbrauch im Bereich „Allgemeinstrom“ von 65.008 kWh um rund 10% auf 58 MWh im Jahr 2035 reduzieren. Die Umstellung der Beleuchtung auf LED ist bereits im Gange.

## Handlungsfeld Wärme

Die wärmeseitigen Emissionen der Schauinslandbahn betragen 2019 91 Tonnen CO<sub>2</sub>. Diese sind bis 2035 durch eine Heizungsoptimierung der bestehenden Ölheizungen in der Tal- und Bergstation, um rund 10% auf 82 Tonnen zu senken.

## Handlungsfeld Mobilität

Im Handlungsfeld Mobilität wird der Kraftstoff für den Notstromdiesel mit einem CO<sub>2</sub> Ausstoß von 2 Tonnen im Jahr 2019 auf einen Biokraftstoff im Jahr 2035 umgestellt.

## CO<sub>2</sub>-Gutschriften

Vor dem Hintergrund der aktuell ca. 101 Tonnen CO<sub>2</sub> Ausstoß ist anzumerken, dass der spezifische CO<sub>2</sub>-Vorteil (Gutschrift) der Schauinslandbahn pro Personenbeförderung gegenüber dem PKW beträgt rund 3,14kg.

## 9 Aktionsplan

### Aktionsplan zu den Einzelmaßnahmen

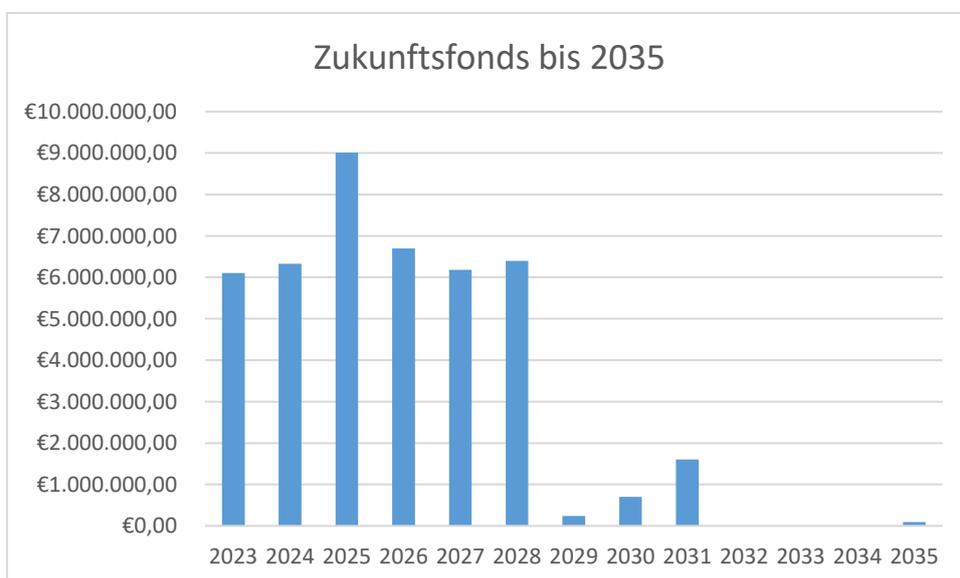
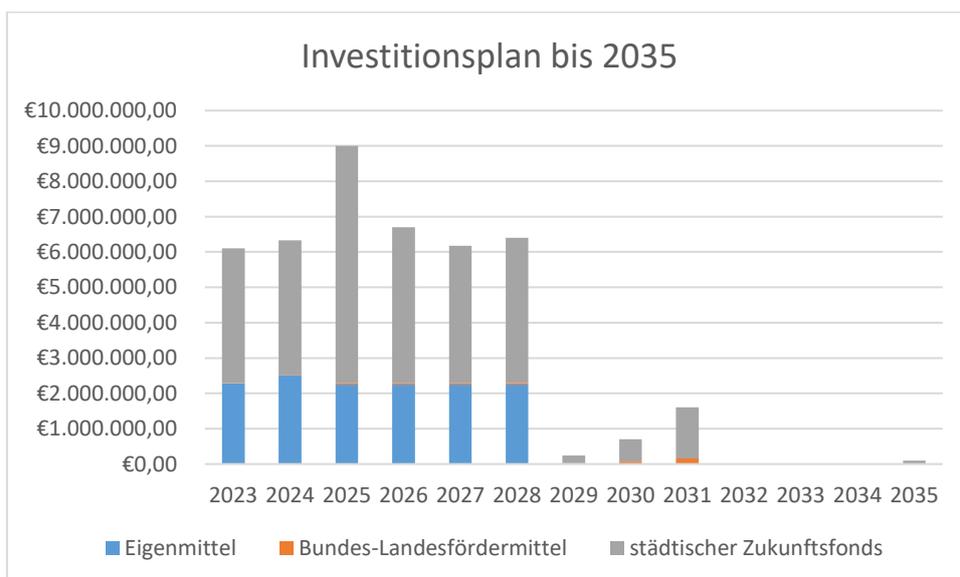
<b>Handlungsfeld Strom</b>			
ERZ01	Umstellung Strombezug auf PPA Modell	2035	AG Energie & Einkauf
ERZ02	Ausbau Stromeigenerzeugung PV	2023-2028	UB E
BEL01	Umstellung Beleuchtung auf LED	2023-2028	UB E
LÜ01	Umstellung Lüftung Betriebshof West	2030	UB N
<b>Handlungsfeld Wärme</b>			
WV01	Umstellung Wärmeversorgung Betriebshof West	2026	AG Energie
GH01	Sanierung Gebäudehülle Verwaltungsgebäude	2028	UB N
WV02	Umstellung Wärmeversorgung Schauinslandbahn	2026	UB SB
<b>Handlungsfeld Mobilität</b>			
FP01	Umstellung Busse auf E-Antrieb	2020-2030	Projektgruppe E-Bus
FP02	Umstellung Dienstfahrzeuge auf E-Antrieb	2025-2030	AG Energie & Einkauf
FP03	Umstellung Sonderfahrzeuge auf E-Antrieb	2029-2034	AG Energie & Einkauf
<b>Mitarbeiter und Organisation</b>			
ORG02	Einstellung Energie- und Klimamanager_in	-	
NV01	Mitarbeitersensibilisierungskampagne	-	AG Energie
ORG05	Gutachten CO <sub>2</sub> -Gutschriften	-	AG Energie
ORG01	Aufbau Energie- und CO <sub>2</sub> -Management	2023	AG Energie
ORG03	Einführung Telematiksoftware	-	UB F
ORG04	Einführung von CO <sub>2</sub> -seitigen Lieferantenverpflichtungen	-	Einkauf

## 10 Finanzbedarf

Der Finanz- und Personalbedarf wurde durch die Freiburger Verkehrs AG im Rahmen der Antragstellung für den städtischen Zukunftsfonds erarbeitet, eine weitere Detaillierung der Planungen insbesondere in Bezug auf die perspektivischen Projekte und die Einwerbung von Fördermitteln ist stetig zu aktualisieren und stellt nur den aktuellen Stand der Dinge dar.

Die Investitionskosten für alle umzusetzenden Maßnahmen wurden auf Grundlage einer allgemeinen Kostenschätzung erarbeitet. Auf Grundlage der erarbeiteten Maßnahmen sollte ein erster grober Umsetzungsplan bis 2035 vorgeschlagen werden und die Maßnahmen priorisiert werden.

Aus dieser Maßnahmenplanung ergibt sich folgender Investitionsplan bis 2035.



Für alle hier vorgeschlagenen Maßnahmen gilt es, Analysen zu Fördermöglichkeiten durchzuführen, notwendige Förderanträge zu stellen und den notwendigen Investitionsbedarf jährlich zu monitoren.

## 11 Mitarbeitendenbeteiligung

Wie in den Eingangsbemerkungen zu diesem Konzept beschrieben, ist die Klimaneutralität der VAG nicht nur 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, sie ist auch Teil einer breit gefächerte Nachhaltigkeitsstrategie der VAG, in der sich die VAG schon sehr früh als Unternehmen zum Klimaschutz verpflichtet hat.

Um die Umsetzung von Maßnahmen aus diesem Konzept und der übergeordneten Nachhaltigkeitsstrategie sicherzustellen, ist eine Einbindung und Sensibilisierung der Mitarbeitende der VAG geplant.

Diese soll auf drei Säulen aufbauen:

1. **Information über das Klimaneutralitätskonzept:** Hier ist eine Vorstellung des Konzepts im Vorstand der VAG sowie im Führungskreis angedacht. Zudem sollen weitere Kommunikationsmaßnahmen in Richtung Mitarbeitende durchgeführt werden.
2. **Längerfristige Programmentwicklung:** Hier geht es um die kampagnenartige Verankerung der Themen Nachhaltigkeit und Klimaschutz in der Belegschaft der VAG. Im Bereich dieser Kampagnen gilt die persönliche Ansprache als effektivster Weg zur Gewinnung von Mitarbeitende. Zudem soll auf differenzierte Angebotsformen geachtet werden, damit sich Mitarbeitende sich entsprechend Ihrer Interessen inhaltlich und zeitlich einbringen können.
3. **Kurzfristige mitarbeiterbezogene Maßnahmen** (siehe Kapitel 5.4 Organisatorische Maßnahmen). Hier soll es darum gehen, konkret durch Verhaltensveränderung von Mitarbeitende CO<sub>2</sub> Einsparungen anzureizen. Zu nennen sind hier u.a. die Einführung
  - a. eines Mobilitätsmanagements (Fuhrpark / Dienstreisen),
  - b. von Fahrtrainings für Busse,
  - c. von Vorgaben für die Beschaffung (u.a. Baustoffe, Rechner),
  - d. eine Green IT-Konzepts u.a. Druckerkonzept, papierfreies Büro, cloudbasierte Server),
  - e. eines Konzepts für Altgeräte (Einsammlung Handy, Notebook),
  - f. einer Verdichtung von Räumlichkeiten und
  - g. eines Lernprogramms am Bildschirm zum Thema Klimaneutralität.

Zudem soll im Rahmen der Mitarbeitersensibilisierung auch über die folgenden organisatorischen Maßnahmen nachgedacht werden:

1. die Einstellung eines Energie- bzw. Klimamanagers,
2. die Überführung des Energiemanagements in CO<sub>2</sub>-Management,
3. die Berücksichtigung von Klimaeffekten bei der Fahrplanerstellung sowie
4. die Einführung von CO<sub>2</sub>-seitigen Lieferantenverpflichtungen.

Das VAG lebt eine transparente Mitarbeiter-Kommunikation. Sie ist Teil der Kultur der VAG und soll deshalb auch bei so einem wichtigen Thema wie Nachhaltigkeit und Klimaneutralität fortgesetzt werden.

## 12 Zusammenfassung und Ausblick

Das vorliegende Klimaneutralitätskonzept 2035 der Freiburger Verkehrs AG gibt den aktuellen Stand der Arbeiten wieder.

Im Rahmen der Nachbearbeitung des Konzepts hat die VAG eine interne Arbeitsgruppe Klimaneutralität gegründet, in dieser Arbeitsgruppe werden Fördermöglichkeiten geprüft, Maßnahmen priorisiert und weitere Schritte geplant.

Von zentraler Bedeutung ist die Entwicklung eines Ausgleichsmodells für die verbleibenden Restemissionen mit den anderen städtischen Gesellschaften oder in Form eines alternativen Strombezugsmodells (z.B. PPA).

Für alle hier vorgeschlagenen Maßnahmen gilt es, Analysen zu Fördermöglichkeiten durchzuführen, notwendige Förderanträge zu stellen und den notwendigen Investitionsbedarf jährlich zu monitorieren – da auf Grund der aktuell sehr dynamischen Rahmenbedingungen ua. Corona Pandemie und Krieg in der Ukraine, Preissteigerungen zu erwarten sind.

Zudem geht es darum die vorgeschlagenen Handlungspfade Strom, Wärme und Mobilität auf jährliche Minderungsziele herunter zu brechen und ein Monitoring der Zielerreichung aufzubauen.

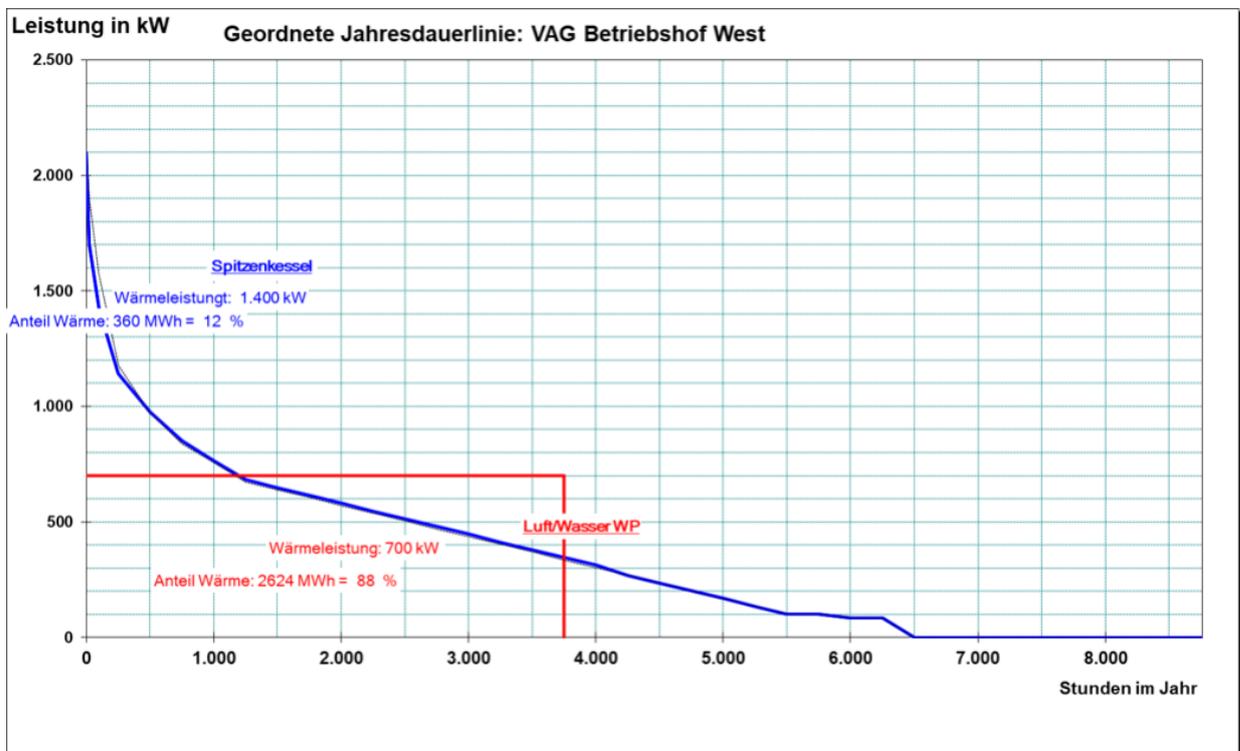
Diese notwendigen Arbeiten auf Seiten der VAG werden aus dem Energieeffizienz- und Klimaschutznetzwerk Freiburg unterstützt werden.

## 13 Anlagen

### 13.1 Anlage 1 Auslegung Umstellung Wärmeversorgung Betriebshof West

#### Auslegungsgrößen Luft-Wasser-Variante

- 2x Luft-Wasser-Wärmepumpen (WP) mit je 700kW Wärmeleistung im Nennlastfall (bei 25°C Außentemperatur) in Dachaufständerung
- Bei Temperaturen <5°C ~ 350kW Wärmeleistung je Anlage, daher auch keine monovalente Auslegung
- Basis der Auslegung: konkrete von der W+ in Planung befindliche Anlage an einem anderen Standort
- Mittlerer COP (bzw. JAZ) von 3,0 (basierend auf der Annahme, dass in den nächsten Jahren die Entwicklung weiter voranschreitet)
- Erdgas-Spitzenlastkessel für Winterspitze
- 75% Deckungsanteil WP am Gesamtjahreswärmebedarf (nach Abzug Verfügbarkeit siehe Jahresdauerlinie)
- **Investitionskostenabschätzung** inkl. Planung und Bauleitung in Höhe von insgesamt 1.300.000€:
  - WP1 inkl. Einbindung und Pufferspeicher 500.000€
  - WP2 350.000€
  - Erdgaskessel inkl. Einbindung 450.000€
- bei der Wärmepumpenlösung handelt es sich um ein bivalentes System, also mit Erdgas-Spitzenlastkessel; Emissionen pro MWh elektrisch sind also für den eingesetzten Strom (abhängig vom Jahr) und Megawattstunden (MWh) dann für das eingesetzte Erdgas. Daraus und aus dem jeweiligen Anteil je Erzeuger ergeben sich für das jeweilige Jahr die Gesamtemissionen:
  - CO<sub>2</sub>-Emissionen 2020 (bei 400kg/MWh<sub>el</sub> und 200kg/MWh<sub>hs</sub>) von 163kg/MWh<sub>th</sub>)
  - CO<sub>2</sub>-Emissionen 2035 (bei 150kg/MWh<sub>el</sub> und 200kg/MWh<sub>hs</sub>) von 100kg/MWh<sub>th</sub>)
- Wärmevollkosten von 87,75€/MWh (Basis obige Schätzkosten, 2% Finanzierungskosten, 200€/MWh<sub>el</sub> Stromkosten und 45€/MWh<sub>th</sub> Wärmegestehungskosten Erdgaskessel)



### Auslegungsgrößen Fernwärmeanschluss FWV Netz Weingarten

Die Fernwärme kann als „Rund-um-Sorglos“ Paket bezeichnet werden und zeichnet sich wie folgt aus:

- keine eigenen Erzeuger, kein Reinvestitionsbedarf nach 20 Jahren, keine Emissionsmessungen (Schornsteinfeger)
- Heizraum für andere Zwecke nutzbar
- Betriebsverantwortung ausschließlich beim Wärmenetzbetreiber
- Erfüllungspflicht der gesetzlichen Vorgaben ist Verantwortung des Wärmenetzbetreibers, auch bei sich verschärfenden Vorgaben
  - Abrechnung nach tatsächlichem Verbrauch
- Wärmeerzeugung in Heizzentrale Weingarten auf Basis hocheffizienter und strommarktgeführter Kraftwärmekopplungs (KWK)-Technologie
- Wärmeerzeugung in Heizwerk redundant ausgelegt, höchste Versorgungssicherheit
- CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor 2020 (nach Carnot) von 121,3kg/MWh<sub>th</sub>
- die Anlage Weingarten wurde bereits im „Masterplan Wärme Freiburg 2030“ des Umweltschutzamtes im Jahre 2020 auf Erhöhung der regenerativen Erzeugungsanteile beispielhaft für alle Freiburger Wärmenetze untersucht
- derzeit läuft detaillierte planerische Ausarbeitung eines Transformationsplanes zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen, der nach Fertigstellung vorgelegt werden kann
- 2.500kW garantierte Wärmebereitstellung (= Auslegungsgröße Übergabestation)
- Wärmeversorgungsleitung Heizwerk bis Grundstücksgrenze Betriebshof in Verantwortung des Wärmenetzbetreibers

- **Fernwärmeanschlusskosten:**
  - Grundpreis von 40,00€/kW/Jahr
  - Arbeitspreis von 4,71 ct/kWh
  - Messpreis von 676,77€/Jahr
  - Einmalzahlung von 490.000€ (= Baukostenzuschuss, Hausanschlusskostenbeitrag inkl. Übergabestation und Inbetriebnahme)
- Einmalzahlung förderfähig nach dem BEG-EM (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze – Einzelmaßnahmen), hier aber noch nicht berücksichtigt
- Wärmeevollkosten von 89,66€/MWh

Die Bilanzierung der Fernwärme wurde analog der Vereinbarung mit dem UWSA mit einer Degression von 3,3% für den CO<sub>2</sub>-Faktor. Basis im Jahr 2020 ist ein Wärmenetz 4.0 (FR Süd). Der CO<sub>2</sub> Faktor beträgt damit 0,037 kg/kWh im Jahr 2035.

## 13.2 Exkurs Strombewertung

Das UBA berechnet den **Kohlendioxid-Emissionsfaktor** des deutschen Strommix jährlich und veröffentlicht, wie er sich seit 1990 entwickelt hat. Der Emissionsfaktor *ist Indikator dafür*, wie klimaverträglich die gesamte Stromerzeugung in Deutschland ist. Laut der oben aufgeführten IINAS Studie betrug der Emissionsfaktor Strom 2019 0,401kg CO<sub>2</sub>.

**Ökostrom** ist kein geschützter Begriff und kein Qualitätsbegriff im Sinne eines allgemein akzeptierten Kriterienkatalogs. Unterschiedliche Auslegungen sind in Gebrauch. In Deutschland gibt es bislang keine verbindliche Definition<sup>8</sup>.

Zertifikate (auch Gütesiegel oder Label genannt) sollen die ökologische Produktion eines Stromangebotes bestätigen. Je nachdem, ob die Erzeugung oder der Verbrauch des Stroms zertifiziert werden soll, werden zwei Arten von Zertifizierungen unterschieden:

1. die Erzeugungszertifizierung und
2. die Ökostromproduktzertifizierung

Die **Erzeugungszertifizierung** bezieht sich immer auf Erzeugungsquellen und garantiert dem Abnehmer über sogenannte Herkunftsnachweise die eindeutige Herkunft der Energie aus erneuerbaren Energien. Diese Art der Zertifizierung wird in der Regel auf der Handelsebene verwendet; Abnehmer sind meist Anbieter von Ökostromprodukten.

Die wichtigsten Erzeugungszertifizierungen sind TÜV Süd **Erzeugung EE** und **naturemade star**<sup>9</sup>. Verbreitet ist auch das **Renewable Energy Certificate System (RECS)** welches die Erzeugung von

---

<sup>8</sup> <https://www.test.de/Strom-Der-Wechsel-lohnt-1132700-1132740/>

<sup>9</sup> <http://www.naturemade.ch/>

Ökostrom ohne weitergehende Anforderungen nachweist. RECS-Zertifikate werden europaweit gehandelt.

Bei der **Ökostromproduktzertifizierung** hat der Anbieter mehrere Möglichkeiten:

1. Ökostrom produzieren
2. per Liefervertrag einkaufen
3. handelbare Erzeugungszertifikate erwerben

In den Fällen 2. und 3. wird Ökostrom dem Verbraucher nur auf dem Papier zugeordnet und dadurch den allgemeinen Stromkunden entzogen. Solange mehr Kapazität aus sowieso schon existierenden Anlagen vorhanden ist, als nachgefragt wird, kommt es durch direkte oder indirekte Lieferverträge allein zu keiner ökologischen Verbesserung des CO<sub>2</sub>-Faktors. Ein zusätzlicher Umweltnutzen wird erst durch Qualitätssiegel wie z.B. OK Power Label, die u.a. zusätzliche Ausbaumöglichkeiten einfordern, sichergestellt.<sup>10</sup>

Recht neu kommen jetzt sogenannte **Power Purchase Agreements** auf den deutschen Markt. Diese sind bereits in einigen Ländern (etwa USA) etabliert und sind eine Methode den Bau (also die Investitionskosten) und den Betrieb (also die Betriebskosten) von Erneuerbaren-Energien-Anlagen zu finanzieren und den erzeugten Strom über einen individuellen Liefervertrag an einen interessierten Stromverbraucher zu verkaufen.

Läuft für eine bereits bestehende Anlage eine gesetzliche Förderung aus, sind PPAs eine Möglichkeit, eine **Anschlussfinanzierung** des Anlagenbetriebs (also die Deckung der Betriebskosten, etwa Wartung und Pacht) sicher zu stellen. Bis 2020 waren in Deutschland PPAs aufgrund der Förderung durch das Marktprämienmodell und die bestehende Einspeisevergütung nicht notwendig für die Finanzierung Erneuerbarer Energien. Seit diesem Jahr fallen jedoch die ersten Anlagen aus der EEG-Förderung. Für diese sind PPAs eine Möglichkeit eine Anschlussfinanzierung und damit den **Weiterbetrieb** über die EEG-Förderdauer hinaus zu sichern. Mit sinkender EEG-Unterstützung und steigender Wettbewerbsfähigkeit der Erneuerbaren ist perspektivisch auch denkbar, dass auch in Deutschland Neuanlagen mit Hilfe von PPAs finanziert, werden können.

### 13.3 Exkurs Stromprodukt VAG aktuell

Das ÖKOSTROM Produkt der VAG stammt zu 100% aus umweltfreundlicher Wasserkraft aus Europa - z.B. aus Kraftwerken in Deutschland, Österreich und Norwegen.

Es trägt das TÜV NORD Zertifikat, das bescheinigt, dass der VAG Strom zu 100 % aus Erneuerbaren-Energien stammt. Zusätzlich steht das Prüfzeichen für Transparenz und Nachvollziehbarkeit im Hinblick auf das Bilanzierungsverfahren.

---

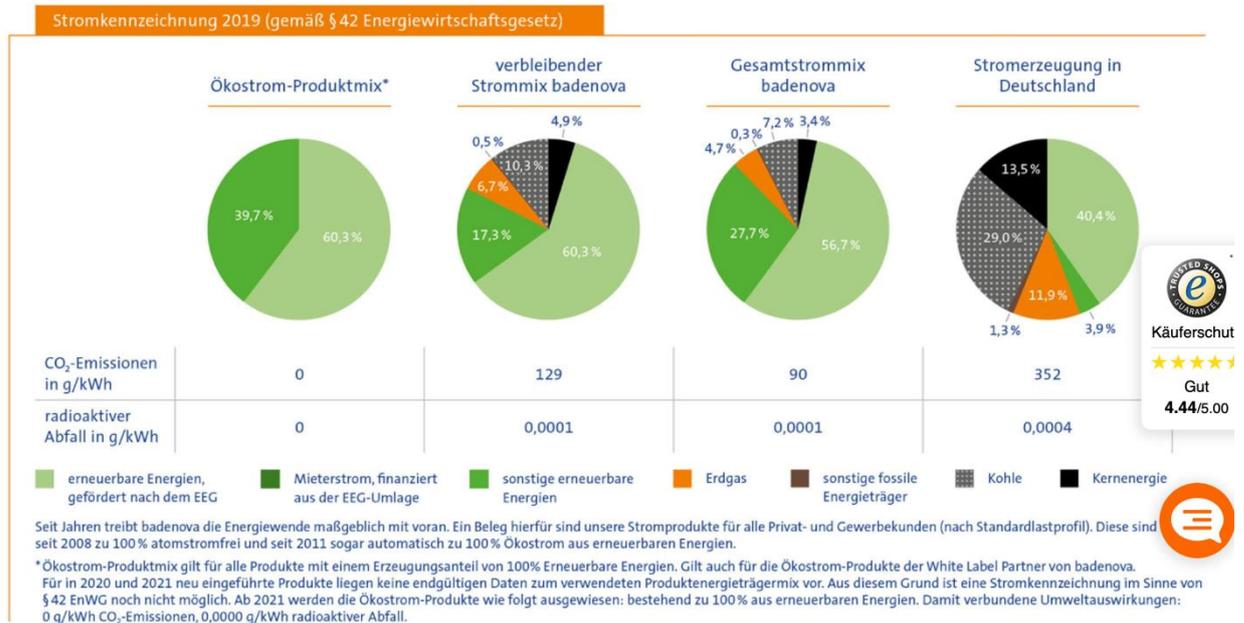
<sup>10</sup> <http://www.zeit.de/2008/26/U-Oekostrom/komplettansicht>

Zudem trägt der VAG Strom das OK Power Siegel. Die Zertifizierung wird streng durch das unabhängige und gemeinnützige EnergieVision e.V. überwacht. Das Zertifikat stellt sicher, dass der Strom des VAG Tarifs zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen stammt.

Darüber hinaus darf der VAG Strom das Grüner Strom-Label führen. Dies ist ein Siegel für Ökostrom mit besonders hohem Umweltnutzen. Mit dem Bezug von Ökostrom mit dem Grüner Strom-Label wird der Ausbau erneuerbarer Energien unterstützt und beschleunigt. Es bescheinigt 100 % echten Ökostrom aus erneuerbaren Energiequellen, garantierte Investitionen in neue Anlagen und innovative Energieprojekte.

Konkret bedeutet dies, dass mindestens 33% der vertraglich an die VAG gelieferte Jahresstrommenge aus **zusätzlichen Neuanlagen** stammt. Es gelten hierbei folgende Altersgrenzen für solche Erneuerbaren Energien Anlagen:

- Wasserkraft: 8 Jahre
- Windkraft: 4 Jahre
- Photovoltaik: 5 Jahre
- Biomasse: 4 Jahre
- Geothermie: 8 Jahre



Grafik 4: Erläuterung Stromprodukt VAG