

---

<b>BESCHREIBUNG FÜR PROJEKTE ZUR EMISSIONSVERMINDERUNG IN DER SCHWEIZ</b>
---

<b><i>EnAW Programm für elektrische SNF</i></b>
---

Dokumentversion	3.0
Datum	03/12/2013

#### INHALT

1. Angaben zur Projektorganisation
2. Technische Angaben zum Projekt
3. Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten
4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderung
5. Nachweis der Zusätzlichkeit
6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

#### ANHANG

- A1. Template für Vorhaben in diesem Programm
- A2. Zusammenfassung Programm

1. Angaben zur Projektorganisation

Projekttitel	EnAW Program für elektrische SNF
Version des Dokuments	3.0
Datum	03/12/2013

Gesuchsteller	EnAW
Kontakt	Armin Eberle, ENAW, Hegibachstr. 47, 8032 Zürich, 044 421 34 45, armin.eberle@enaw.ch

Zeitplan	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	01.05.2013	
Wirkungsbeginn	01.09.2013	

2. Technische Angaben zum Projekt

2.1. Allgemeine Informationen

Projektstandort	Ganze Schweiz Transportprojekte haben normalerweise keinen fixen Standort, sondern entsprechen den Fahrrouten der involvierten Fahrzeuge.
Situationsplan	
Projekttyp	<input type="checkbox"/> Abwärmenutzung <input type="checkbox"/> Abwärmevermeidung <input type="checkbox"/> Effizientere Nutzung von Prozesswärme <input type="checkbox"/> Biogasanlagen <input type="checkbox"/> Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse <input type="checkbox"/> Nutzung von Umweltwärme <input type="checkbox"/> Nutzung von Solarenergie <input type="checkbox"/> Brennstoffwechsel für Prozesswärme <input checked="" type="checkbox"/> Effizienzverbesserung Personentransport / Güterverkehr <input type="checkbox"/> Abfackelung / Energetische Nutzung von Methan <input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution synthetischer Gase <input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution von Lachgas (N <sub>2</sub> O) <input type="checkbox"/> andere: <i>Nähere Bezeichnung</i>
Technologie	Die Massnahme umfasst den Kauf und Betrieb von Elektro-SNFs (Schwere Nutzfahrzeuge). Plug-In Hybrids werden unter Hybridfahrzeugen erfasst. Elektrofahrzeuge mit Range Extender (RE) werden ebenfalls als Plug-In Hybrids behandelt.
Schematische Darstellung	

2.2 Art des Projekts

<input type="checkbox"/> Einzelnes Projekt	<input type="checkbox"/> Projektbündel	<input checked="" type="checkbox"/> Programm
Treibhausgas(e)	<input checked="" type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> CH <sub>4</sub> <input type="checkbox"/> N <sub>2</sub> O <input type="checkbox"/> HFC <input type="checkbox"/> PFC <input type="checkbox"/> SF <sub>6</sub> <input type="checkbox"/> NF <sub>3</sub>	

### 2.3 Beschreibung des Projekts

*Ausgangslage:* Die gegenwärtige Situation ist die Verwendung dieselbetriebener SNF.

Folgende Kriterien gelten zur Zulassung von einzelnen Vorhaben:

- Alle Vorhaben, welche den Kauf und Betrieb von Elektro-SNFs umfassen, sind zulässig.
- Zugelassen sind nur Neufahrzeuge. Umrüstungen bestehender Fahrzeuge sind nicht zugelassen.
- Plug-In Hybridfahrzeuge gelten in diesem Kontext nicht als Elektro- sondern als Hybridfahrzeuge und können daher nicht unter dieser Massnahme aufgenommen werden.
- Potenzielle Teilnehmer können private oder öffentliche Unternehmungen sein.
- SNF umfasst Lastwagen (LKW), Lastenzüge (LZ) und Sattelzüge (SZ) > 3.5t

Das Vorhaben muss einen vollständigen Antrag mit den im Template aufgeführten Angaben zuhanden des Programmträgers eingeben.

*Projektziel:* Das Projektziel ist die Minderung von THG Emissionen durch den Betrieb von elektrischen SNF. Diese reduzieren signifikant THG durch fossile Treibstoffeinsparungen.

*Referenzszenario:* Das Referenzszenario des Kaufes von elektrischen SNF wird aus finanziellen Gründen als nicht realistisch beurteilt. Siehe dazu Kapitel 5.

Es gibt nur singular Elektrolastwagen in der Schweiz respektive weltweit<sup>1</sup>. Insgesamt schätzt man, dass weltweit nur ca. 1,000 Elektro-LKWs eingesetzt werden, davon die meisten in den USA<sup>2</sup> - alleine die Schweiz hat einen LKW-Bestand von über 360,000 Fahrzeugen im Jahre 2012<sup>3</sup>. In einer kürzlich publizierten Studie hatte keine der befragten LKW-Hersteller Elektro-LKWs im Sortiment<sup>4</sup>. Carrefour setzt in Frankreich einen 16t Renault Elektro-LKW in einer Testphase ein<sup>5</sup>. In der Schweiz werden Coop und Feldschlösschen ab 8/2013 je einen Elektro-LKW (18t) einsetzen<sup>6</sup>.

Die Ausgangslage inkl. abschätzbarer Entwicklung bis 2020 ist, dass dieselbetriebene SNF dominant sind und Elektro-SNF eher Pilot- oder Nischencharakter haben. Das Referenzszenarium geht daher von einem vernachlässigbaren unbeeinflussten Marktanteil von Elektro-SNF aus.

Ohne Projekt ist das Referenzszenario deshalb der Einsatz von dieselbetriebenen SNF.

*Laufzeit des Projekts (in Jahren):* unbeschränkt; 1 Kreditierungsperiode 2014-2020, 7 Jahre

<sup>1</sup> Bezeichnend in diesem Zusammenhang, dass Elektro-SNF nicht einmal als Technologieoption aufgeführt wird z.B. bei VDA (Verband der Automobilindustrie), Das Nutzfahrzeug ([www.vda.de/de/downloads/492/](http://www.vda.de/de/downloads/492/)) oder BDI/MCKinsey, Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Sektorperspektive Transport, 2007; In der Schweiz sind gegenwärtig 2 18t Elektro-LKWs ab 8/2013 im Einsatz <http://www.springerprofessional.de/elektro-lkw-aus-der-schweiz-18-tonner-e-force-one-schafft-300-kilometer/4560894.html>

<sup>2</sup> Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Seite 7 und 29ff

<sup>3</sup> <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/22/press.html?pressID=8529>

<sup>4</sup> Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Figure 7 (battery plug-in), Seite 18

<sup>5</sup> Siehe z.B. <http://www.elektroniknet.de/automotive/sonstiges/artikel/83114/> oder auch Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Seite 30

<sup>6</sup> Der Coop LKW ist dabei Bestandteil eines Vorhabens dieses Programmantrages.

3. Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten

Ist das Projekt zur Inanspruchnahme von <i>staatlichen</i> Finanzhilfen berechtigt?	
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Das Programm beansprucht keine staatliche Finanzhilfe. Auf Vorhabenebene wird die Beanspruchung staatlicher FH überprüft. In den Monitoring-Berichten wird auch die eventuelle Wirkungsaufteilung realisiert. Die Wirkungsaufteilung erfolgt gemäss Kap. 2.6.2 der BAFU Mitteilung „Projekte zur Emissionsverminderung im Inland“. Der Wirkungsanteil, der dem Verhältnis der staatlichen Förderbeiträge zu den Gesamtkosten entspricht, wird nicht bescheinigt.	
Weist das Projekt Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO <sub>2</sub> -Abgabe befreit sind?	
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Das Programm weist keine Schnittstellen auf. Nach Anhang 6 der CO <sub>2</sub> -Verordnung sind Unternehmen im Transportbereich nicht zur Teilnahme am EHS verpflichtet und nach Anhang 7 sind sie auch nicht dazu berechtigt. Unternehmen, welche von der CO <sub>2</sub> -Abgabe befreit sind und einen eventuellen Transportbereich auch darin aufgeführt haben, können kein Vorhaben einreichen.	

4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen

4.1. Systemgrenze	
<i>Beschreibung</i>	
Die Systemgrenze umfasst die TTW (tank-to-wheel) Emissionen aus dem Treibstoffverbrauch der SNF. Für den Elektrizitätsverbrauch werden die vorgelagerten Emissionen aus der Stromproduktion gemäss Territorialprinzip einbezogen.	
Nur Fahrten in der Schweiz werden erfasst. Fahrzeuge, welche auch im Ausland verkehren, müssen die Kilometerleistung Ausland und Schweiz plausibel getrennt ausweisen können. Die Emissionsreduktionen werden in diesem Falle proportional zur im Inland zurückgelegten Distanz angerechnet.	
Grafische Darstellung:	
	<p><b>Ausserhalb Systemgrenze:</b></p> <p>a). Vorgelagerte Emissionen der flüssigen Treibstoff (TTW)</p> <p>b). Konventionelle SNF welche weiterhin operieren</p>

4.2 Direkte und indirekte Emissionsquellen				
	Quelle	Gas	Enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	Elektrizitätsverbrauch	CO <sub>2</sub>	ja	Wichtigste Emissionsquelle (indirekt)
		CH <sub>4</sub>	nein	
		N <sub>2</sub> O	nein	
		andere	nein	Keine Treibstoffrelevante Emissionsquellen
Referenzentwicklung	Dieserverbrauch von Referenzlastwagen	CO <sub>2</sub>	ja	Wichtigste Emissionsquelle
		CH <sub>4</sub>	nein	CH <sub>4</sub> Emissionen sind eine marginale Quelle von totalen CO <sub>2</sub> e Emissionen bei Dieselfahrzeugen. Bei Gasfahrzeugen würde diese Quelle mitberücksichtigt.
		N <sub>2</sub> O	nein	N <sub>2</sub> O Emissionen sind eine marginale Quelle von totalen CO <sub>2</sub> e Emissionen bei Diesel- und Gasfahrzeugen.
		andere	nein	Keine Treibstoffrelevante Emissionsquellen

#### Leakage

Es sind keine Leakage-Emissionen identifiziert worden. Das Fahrzeug wird nicht anders oder vermehrt eingesetzt, weil es ein energiesparsameres Fahrzeug ist.

#### Einflussfaktoren

Einflussfaktoren direkter und indirekter Natur, welche die Projektmissionen beeinflussen, sind aufgeführt.

Einflussfaktoren unter Kontrolle des Projektes:

- Fahrleistung des Fahrzeugs
- Schulung der Fahrer zur effizienten Nutzung des Fahrzeugs und damit zur Reduktion des Stromverbrauches

Einflussfaktoren ausserhalb der Kontrolle des Projektes:

- Verkehrssituation
- Technologische Entwicklung der Referenzlastwagen

Die Einflussfaktoren sind in der Bestimmung der Referenz- und der Projektmissionen einkalkuliert.

#### 4.3 Projektmissionen

Die Projektmissionen sind der Emissionsfaktor Elektrizität multipliziert mit dem gemessenen Elektrizitätsverbrauch. Die Projektmissionen werden gemessen.

$$PE_y = EC_{PJ} \times EF_{elek} \times 10^{-6} \quad (1)$$

wobei:

$PE_y$  Projekt Emissionen im Jahr  $y$  (tCO<sub>2</sub>)

$EC_{PJ,y}$  Elektrizitätsverbrauch der Projekt-Flotte im Jahr  $y$  (kWh)

$EF_{elek}$  Emissionsfaktor von Elektrizität (gCO<sub>2</sub>/kWh)

Der Elektrizitätsverbrauch ist idem zum spezifischen Elektrizitätsverbrauch (SPE) multipliziert mit der Fahrleistung (FL).

$$EC_{PJ,y} = SPE_{PJ,y} \times FL_{PJ,y} \quad (2)$$

wobei:

$SPE_y$  Spezifischer Projekt Emissionsfaktor im Jahr  $y$  (gCO<sub>2</sub>/km)

$EC_{PJ,y}$  Elektrizitätsverbrauch der Projekt-Flotte im Jahr  $y$  (kWh)

$FL_{PJ,y}$  Fahrleistung der elektrischen Projektflotte im Jahr  $y$  (km)

#### 4.4 Referenzentwicklung

Die Baseline Emissionen werden dynamisch bestimmt. Sie basieren auf dem spezifischen Emissionsfaktor multipliziert mit der Fahrleistung der Projektfahrzeuge. Der spezifische Emissionsfaktor beruht auf den Durchschnittsemissionen der Referenzflotte der gleichen Fahrzeugart des jeweiligen Jahres. Sollte der Betrieb keine Referenzflotte mehr besitzen oder ist die Stichprobe zu klein<sup>7</sup>, wird der Vorjahreswert zusammen mit einem technologischen Verbesserungsfaktor genommen. Ist kein Vorjahreswert vorhanden, kann ein Literatur-Referenzwert genommen werden. Der autonome technologische Verbesserungsfaktor wird mit 0.995 d.h. ½ % pro Jahr bis 2020 angenommen<sup>8</sup>.

$$SBE_y = \frac{\sum_x (FC_{RF,x,y} \times EF_x)}{FL_{RF,y}} \quad (3)$$

wobei:

- SBE<sub>y</sub> Spezifischer Baseline Emissionsfaktor im Jahr y (gCO<sub>2</sub>/km)
- FC<sub>RF,x,y</sub> Treibstoffverbrauch der Referenz-Flotte im Jahr y von Treibstoff x (g)
- FL<sub>RF,y</sub> Fahrleistung der Referenz-Flotte im Jahr y (km)
- EF<sub>x</sub> Emissionsfaktor von Treibstoff x (gCO<sub>2</sub>/g Treibstoff)
- x Treibstoff: Benzin, Diesel, Erdgas

Gegenwärtig sind alle Referenzfahrzeuge Dieselgetrieben.

$$BE_y = SBE_y \times FL_{PJ,y} \times 10^{-6} \quad (4)$$

wobei:

- BE<sub>y</sub> Baseline Emissionen im Jahr y (tCO<sub>2</sub>)
- SBE<sub>y</sub> Spezifischer Baseline Emissionsfaktor im Jahr y (gCO<sub>2</sub>/km)
- FL<sub>PJ,y</sub> Fahrleistung der elektrischen Projektflotte im Jahr y (km)

#### 4.5 Erwartete Emissionsverminderungen<sup>9</sup>

Jahr	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO <sub>2</sub> eq)	Schätzung der Leakage (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (in t CO <sub>2</sub> eq)
1. Jahr	38	1	0	37
2. Jahr	38	1	0	37
3. Jahr	38	1	0	37
4. Jahr	38	1	0	37
5. Jahr	38	1	0	37
6. Jahr	38	1	0	37
7. Jahr	38	1	0	37

<sup>7</sup> Siehe 6.2. für die Bestimmung der minimalen Anzahl Fahrzeuge

<sup>8</sup> McKinsey in einer Studie für den BDI (McKinsey & Company, Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Sektorperspektive Transport, 2007) sieht das technologische Reduktionspotenzial LKW bis 2020 kumulativ bei 3% wenn alle technologisch möglichen Massnahmen umgesetzt werden. Das BAU Modell des BAFU prognostiziert eine Absenkung der Emissionen von SNF von kumulativ weniger als 1% zwischen 2015 und 2020 (Tabelle 22, Emissionsfaktor 2015 751 gCO<sub>2</sub>/km und Emissionsfaktor 2020 745 gCO<sub>2</sub>/km; BAFU 2010, Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1990-2035: Aktualisierung 2010)

<sup>9</sup> Beruhend auf Angaben des ersten Vorhabens



In der Kreditierungsperiode	38	1	0	37
Über die Projektlaufzeit	38	1	0	37

#### Wirkungsaufteilung

Auf Vorhabenebene wird die Beanspruchung staatlicher FH überprüft. In den Monitoring-Berichten wird auch die eventuelle Wirkungsaufteilung realisiert. Die Wirkungsaufteilung erfolgt gemäss Kap. 2.6.2 der BAFU Mitteilung „Projekte zur Emissionsverminderung im Inland“. Der Wirkungsanteil, der dem Verhältnis der staatlichen Förderbeiträge zu den Gesamtkosten entspricht, wird nicht bescheinigt.

#### 5. Nachweis der Zusätzlichkeit

##### Analyse der Zusätzlichkeit:

Es gibt nur singulär Elektrolastwagen in der Schweiz respektive weltweit<sup>10</sup>. Insgesamt schätzt man, dass weltweit nur ca. 1,000 Elektro-LKWs eingesetzt werden, davon die meisten in den USA<sup>11</sup> - alleine die Schweiz hat einen LKW-Bestand von über 360,000 Fahrzeugen im Jahre 2012<sup>12</sup>. In einer kürzlich publizierten Studie hatte keine der befragten LKW-Hersteller Elektro-LKWs im Sortiment<sup>13</sup>. Carrefour setzt in Frankreich einen 16t Renault Elektro-LKW in einer Testphase ein<sup>14</sup>. In der Schweiz werden Coop und Feldschlösschen ab 8/2013 je einen Elektro-LKW (18t) einsetzen<sup>15</sup>. Es ist jedoch unbestritten, dass solche Fahrzeuge neben den erheblichen Zusatzkosten und der Einschränkung der Nutzlast innovativ sind, und dass erhebliche Markthindernisse zu deren Einsetzung bestehen. Die Anschaffungskosten sind dabei ca. 2-3 höher als von einem konventionellen Fahrzeug<sup>16</sup>. Die operativen Zusatzkosten von Elektro-LKW nach heutigem Stand der Technik sind 1/3 bis 2/3 höher als von einem konventionellen Dieselfahrzeug<sup>17</sup>. Ein Hauptkostenfaktor respektive Barriere stellt dabei die Batterie dar<sup>18</sup>. Elektrofahrzeuge sind damit klar nicht BAU und deren Anschaffung eine Besonderheit. Weitere Hindernisse von Elektrofahrzeugen sind deren limitierte Reichweite sowie die relativ unklare Lebensdauer der Batterie.

##### Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die folgende Tabelle zeigt die Wirtschaftlichkeit der Massnahme.

<sup>10</sup> Bezeichnend in diesem Zusammenhang, dass Elektro-SNF nicht einmal als Technologieoption aufgeführt wird z.B. bei VDA (Verband der Automobilindustrie), Das Nutzfahrzeug ([www.vda.de/de/downloads/492/](http://www.vda.de/de/downloads/492/)) oder BDI/MCKinsey, Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Sektorperspektive Transport, 2007; In der Schweiz sind gegenwärtig 2 18t Elektro-LKWs ab 8/2013 im Einsatz <http://www.springerprofessional.de/elektro-lkw-aus-der-schweiz-18-tonner-e-force-one-schafft-300-kilometer/4560894.html>

<sup>11</sup> Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Seite 7 und 29ff

<sup>12</sup> <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/22/press.html?pressID=8529>

<sup>13</sup> Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Figure 7 (battery plug-in), Seite 18

<sup>14</sup> Siehe z.B. <http://www.elektroniknet.de/automotive/sonstiges/artikel/83114/> oder auch Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Seite 30

<sup>15</sup> Der Coop LKW ist dabei Bestandteil eines Vorhabens dieses Programmantrages.

<sup>16</sup> Siehe Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Seite 20 und auch Coop Vorhaben

<sup>17</sup> Siehe Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Figure 1 Seite 8

<sup>18</sup> Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Table 2 Seite 19

**Tabelle 1: Vergleich Kosten Elektro-LKW mit Diesel-LKW<sup>19</sup>**

Parameter	Elektro-LKW	Diesel-LKW	Kommentar
Anschaffungskosten Fahrzeug	CHF 292,000	CHF 88,900	Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT), Tabelle 35 Mittelwert tiefes und hohes Szenario
Anschaffungskosten Ladestation	CHF 9,600		Idem, Tabelle 31
Lebensdauer	10 Jahre	10 Jahre	Idem, Tabelle 35  Mit einer Lebensfahrleistung von 540,000km und einer Jahresfahrleistung von 52,000km ergibt es ebenfalls 10 Jahre; Lebensfahrleistung basierend auf Tabelle 10 Amortisationsfristen von BAFU, Projekte zur Emissionsverminderung im Inland, 2013; Jahresfahrleistung s.o.
Jahresfahrleistung	52,000 km	52,000 km	Idem, Tabelle 35
Spezifischer Energieverbrauch	100 kWh/100km	18 l/100km	Idem, Tabelle 24
LSVA-Kosten pro km	0 CHF/km	0.246 CHF/km	Diesel basierend auf Euro 6 mit 2.05 Rp/tkm, 12t LSVA Zulassung.  Motorwagen mit elektrischem Antrieb bezahlen keine LSVA.
Annuierte Kapitalkosten	CHF 35,360	CHF 10,420	Basierend auf 3% Annuität gemäss BAFU, Projekte zur Emissionsverminderung im Inland, 2013; Beinhaltet Fahrzeug und Ladestation; Berechnung Grütter Consulting
Jährliche Versicherungskosten	CHF 1,330/a	CHF 3,610/a	Unterschiedlich für die beiden Fahrzeuge, da der Fahrzeug- und damit Versicherungswert eines Elektro-LKWs höher ist. Tabelle 35
Wartungskosten	CHF 3,740/a	CHF 2,500/a	Etwas tiefer für ein Elektrofahrzeug
Energiekosten pro Jahr	CHF 10,140/a	CHF 18,065/a	Basierend auf 19.5 Rp/kWh (Durchschnittspreis 2012 für Gewerbebetriebe; Quelle EICom <sup>20</sup> ) und 1.93 CHF/l Diesel (Quelle: BAFU, Klimaschutzprojekte in der Schweiz, Energiepreise Stand 31/01/2013).
LSVA Kosten pro Jahr	0	CHF 12,790/a	
Vollkosten pro km exkl. Fahrer, Reifen, Steuern	CHF 0.97 /km	CHF 0.91 /km	Differenz von knapp 7%

Die Kosten wie Fahrer oder Reifenkosten, welche bei Diesel- und Elektrofahrzeug identisch

<sup>19</sup>Siehe Boer et.al, Zero Emission Trucks, 7/2013 (im Auftrage von International Council for Clean Transportation ICCT); Basierend auf 12t Verteil-LKW (Durchschnitt 7.5-16t); Wechselkurs Sfr zu Euro 1.20

<sup>20</sup> <http://www.news.admin.ch/message/?lang=de&msg-id=40988>

sind, werden nicht aufgeführt. Ein Elektro-LKW ist in der Schweiz aufgrund der LSVA wesentlich rentabler als in anderen Ländern.

Die Studie wurde für International Council for Clean Transportation (ICCT) für den EU Raum ausgearbeitet, also einem Raum mit durchaus vergleichbaren Technologien und Kosten.

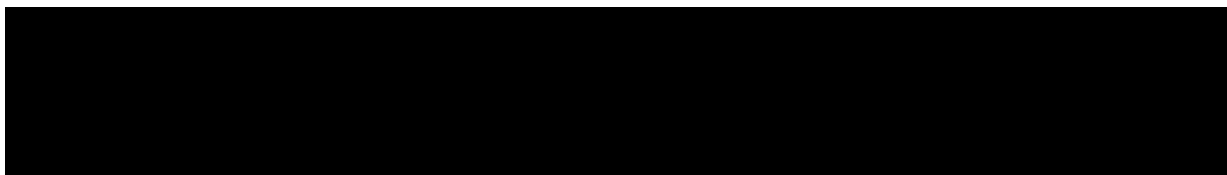
Die Kosten wurden partiell auf die CH angepasst:

- LSVA wurde miteinbezogen
- Schweizer Energiepreise wurden genommen
- Annuitätenfaktor von 3% (BAFU) statt 4% (Literaturwert).

Ein Vergleich zu den Werten von Coop zeigt auch, dass die verwendeten Werte plausibel sind:

**Tabelle 2: Vergleichstabelle Referenzwerte und Coop**

Kriterium	Referenzwert Literatur	Coop
Anschaffungskosten:		
- Elektro	292,000	
- Diesel	89,000	
- Elektro zu Dieselrelation	Faktor 3; absolut: ca. 200,000	
Jahresfahrleistung	52,000	
Verbrauch		
- Elektro	100 kWh /100km	
- Diesel	18 l/100km	
Wartungskosten		
- Elektro	1,330	
- Diesel	3,610	
- Differenz	Elektro 40% von Diesel	



Die kritischen Faktoren sind dabei:

- Jahresfahrleistung. Eine höhere Fahrleistung ist unwahrscheinlich. Coop rechnet mit Verteil-LKW inkl. ihrem neuen Elektro-LKW mit 50,000km / Jahr, d.h. einem etwas tieferen Wert. Der limitierende Faktor der Batterien, als auch eine reduzierte Verfügbarkeit der Fahrzeuge lässt eher auf eine tiefere Fahrleistung schliessen. Sollte diese sinken so erhöht sich die Differenz zwischen Elektro- und Diesel-LKW weil die Kapitalkosten weniger reduziert werden als die Einsparungen aufgrund der tieferen Energie- und LSVA-Kosten.
- Batterieersatzzeitpunkt: Sollten die Batterien nicht die volle Lebensdauer halten, so entstehen erhebliche Mehrkosten (ca. 1/3 des Fahrzeugpreises).

Die folgende Tabelle zeigt die Sensitivitätsanalyse für die wichtigsten Parameter.

**Tabelle 3: Sensitivitätsanalyse**

Parameter	Veränderung	Resultat	Kommentar
Anschaffungspreis Elektro-Fahrzeug	±10%	Elektro -1% bis 14% teurer als Diesel	Der Diesel-LKW Preis wird konstant gehalten, da dieser bekannt ist
Energiekosten Referenzlastwagen	±10%	Elektro 3% bis 11% teurer als Diesel	Dieselpreis resp. Dieserverbrauch wird verändert; höhere Dieselpreise sind möglich, doch würden dabei auch die Strompreise tendenziell ansteigen (partiell substituierbare Energieträger), wodurch der Effekt wieder ausgeglichen würde.
Energiekosten Elektrolastwagen	±10%	Elektro 5% bis 9% teurer als Diesel	Strompreis resp. Stromverbrauch; keine signifikanten Auswirkung aufgrund des tiefen Preises und des tiefen Verbrauchs
LSVA Kosten	+10%	Elektro 4% bis 10% teurer als Diesel	Tiefere LSVA-Kosten werden nicht simuliert; Bei Entfall der LSVA Befreiung von Elektro-LKW würde hingegen ein signifikanter Anreiz wegfallen (der IRR wäre dann -14%)

Das Resultat bleibt auch mit einer Sensitivitätsanalyse robust im Sinnen einer Nicht-Wirtschaftlichkeit der Massnahme.

Der Verkauf von CO<sub>2</sub> Reduktionszertifikaten leistet einen Beitrag zur Überwindung der Hindernisse zu einem Kauf von Elektro-LKWs. Die Emissionsreduktionen sind je nach Fahrzeuggrösse und Fahrleistung im Umfang von 40-80 tCO<sub>2</sub>/Jahr was einen Beitrag von bis zu 10,000 SFr. pro Jahr auslösen kann.

**Die Additionalität dieser Massnahme muss nicht mehr in einzelnen Vorhaben aufgezeigt werden.**

Erläuterungen zu anderen Hemmnissen

Übliche Praxis

Die übliche Praxis ist klar nicht der Einsatz von Elektro-SNF. In der Schweiz sind weniger als 10 Einheiten bekannt. Wie oben dargestellt, wird das weltweite Gesamtvolumen auf etwa 1,000 Einheiten geschätzt<sup>21</sup>. Das Projekt ist daher klar nicht die übliche Praxis.

## 6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

### 6.1 Beschreibung der gewählten Monitoringmethode

### 6.2 Datenerhebung und Parameter

<sup>21</sup> Selbst wenn alle Elektro-LKW der Welt in der Schweiz operieren würden, wäre der Anteil unter 1% aller LKWs in der Schweiz (siehe Quellen und Zahlen weiter oben)

ID	1
Parameter	$EF_x$
Beschreibung des Parameters	Emissionsfaktor des Treibstoffes x
Einheit	gCO <sub>2</sub> /g Treibstoff
Datenquelle	CO <sub>2</sub> -Verordnung gestützt auf das CO <sub>2</sub> -Gesetz vom 23.12.2011, Anhang 10
Erhebungsinstrument	keines
Beschreibung Messablauf	nicht anwendbar
Kalibrierungsablauf	nicht anwendbar
Genauigkeit der Messmethode	nicht anwendbar
Messintervall	jährlich
Verantwortliche Person	Programmleiter
Kommentar	<p>Werte gegenwärtig:</p> <p>Benzin: 3.14 (entspricht bei einer Dichte von 0.744 t/m<sup>3</sup> 2.34 tCO<sub>2</sub>/1,000 Liter Treibstoff)</p> <p>Diesel: 3.15 (entspricht bei einer Dichte von 0.835 t/m<sup>3</sup> 2.63 tCO<sub>2</sub>/1,000 Liter Treibstoff)</p> <p>Erdgas: 2.56 (entspricht bei einer Dichte von 0.000793 t/m<sup>3</sup> 0.002 tCO<sub>2</sub>/ m<sup>3</sup> Treibstoff)</p>

ID	2
Parameter	$EF_{\text{elek}}$
Beschreibung des Parameters	Emissionsfaktor von Elektrizität
Einheit	gCO <sub>2</sub> /kWh
Datenquelle	CO <sub>2</sub> -Vollzugsmitteilung
Erhebungsinstrument	nicht anwendbar
Beschreibung Messablauf	nicht anwendbar
Kalibrierungsablauf	nicht anwendbar
Genauigkeit der Messmethode	nicht anwendbar
Messintervall	jährlich
Verantwortliche Person	Programmleiter
Kommentar	Wert gegenwärtig: 24

ID	3
Parameter	$FC_{RF,x,y}$
Beschreibung des Parameters	Treibstoffverbrauch der Referenz-Flotte im Jahr y von Treibstoff x
Einheit	Gramm
Datenquelle	Vorhabenbetrieb

Erhebungsinstrument	Verbräuche können über Tankkarten, Tankstellenabrechnungen (z.B. in Kombination mit RFID) oder über manuelle Register gemessen werden.
Beschreibung Messablauf	<p>Verbräuche und Fahrleistungen müssen deckungsgleich erhoben werden.</p> <p>Datensatz in abnehmender Präferenz:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Daten über mindestens 3 Monate. Zur Überprüfung ob die Gesamtzahl der Fahrzeuge eine ausreichende Grösse hat, wird der unter Punkt 2 aufgeführte Vorgang angewandt.</li> <li>2. Daten aus einer Zufallsstichprobe von Fahrzeugen der gleichen Art. Bei Verwendung einer Stichprobe wird das untere 95% Konfidenzintervall als Wert genommen und die Stichprobengrösse muss ausreichend sein für ein 95% Konfidenzniveau mit einem 10% relativen Präzisionsniveau gemäss folgender Formel:</li> </ol> $N = \frac{1.96^2 \times \left(\frac{SD}{AV}\right)^2}{0.1^2}$ <p>Wobei:</p> <p>N      Stichprobengrösse  SD      Standardabweichung  AV      Mittelwert  1.96    95% Konfidenzniveau  0.1     relatives Präzisionsniveau</p> <p>Der Stichprobenzuverlässigkeitsmassstab (R) muss &lt;10% sein gemäss folgender Formel:</p> $R = \frac{0.5 \times (CIW)}{AV} \times 100\%$ <p>Wobei:</p> <p>R      Reliability (relatives Präzisionsniveau)</p> <p>CIW    Breite des Konfidenzniveaus (95%, Differenz oberer und unterer Wert)  AV      Mittelwert</p> <p>Sollte keine ausreichende Stichprobengrösse möglich sein oder sollte die Gesamtzahl der Fahrzeuge nicht ausreichend sein für die Bestimmung der Referenzemissionen so wird der letztjährige Wert genommen und mit dem Technologieverbesserungsfaktor von 0.995 multipliziert. Sollte kein Vorjahreswert verfügbar sein wird als Referenzverbrauch ein Literaturwert für ein Fahrzeug der gleichen Gewichtskategorie und einer vergleichbaren Motorleistung genommen.</p> <p>Die Referenz-Flotte muss der Gewichtskategorie der Projekt-Elektrofahrzeugen entsprechen. Die anwendbaren Gewichtskategorien sind: 3.5-12t, 12-18t, 18-26t, &gt; 26t. Für die Referenz-Flotte sollen zusätzlich die folgenden Kriterien beachtet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichbares Einsatzgebiet (Kurz- resp. Langstrecken; Flachland resp. Bergfahrten)</li> <li>• Vergleichbare Gütertransporte (z.B. Food, Flüssigkeiten,</li> </ul>

	Baumaterial, allg. Logistiker) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichbares Fahrzeugalter (<math>\pm 3</math> Jahre)</li> <li>• Kühlfahrzeug respektive kein Kühlfahrzeug<sup>22</sup></li> </ul>
Kalibrierungsablauf	Die Tankstellen werden gemäss gesetzlichen Vorschriften kalibriert und sind normalerweise nicht im Besitz des Vorhabens
Genauigkeit der Messmethode	QS kann erfolgen via einem Vergleich des spezifischen Verbrauches über die Zeit
Messintervall	Jährlich
Verantwortliche Person	Vorhabenleiter
Kommentar	

ID	4
Parameter	$FL_{RF,y}$
Beschreibung des Parameters	Fahrleistung der Referenzflotte im Jahr y
Einheit	Km
Datenquelle	Vorhabenbetrieb
Erhebungsinstrument	Odometer, GPS/RFID, LSVA oder manuelle Erfassung.
Beschreibung Messablauf	Ablesung; GPS und LSVA $\pm 1\%$
Kalibrierungsablauf	Keine Kalibrierung
Genauigkeit der Messmethode	Kontrolle via spezifischen Verbrauch (siehe FC)
Messintervall	Jährlich
Verantwortliche Person	Vorhabenleiter
Kommentar	

ID	5
Parameter	$FL_{PJ,y}$
Beschreibung des Parameters	Fahrleistung der elektrischen Projektflotte im Jahr y
Einheit	Km
Datenquelle	Vorhabenbetrieb
Erhebungsinstrument	Odometer, GPS/RFID oder manuelle Erfassung.
Beschreibung Messablauf	Ablesung; GPS $\pm 1\%$
Kalibrierungsablauf	Keine Kalibrierung
Genauigkeit der Messmethode	Kontrolle über den spezifische Verbrauch
Messintervall	Jährlich
Verantwortliche Person	Vorhabenleiter
Kommentar	

ID	6
Parameter	$EC_{PJ,y}$
Beschreibung des Parameters	Elektrizitätsverbrauch der Projekt-Flotte im Jahr y

<sup>22</sup> Beachten dass der Energieverbrauch Kühlung konsistent Baseline und Projekt eingerechnet wird

Einheit	kWh
Datenquelle	Vorhabenbetrieb
Erhebungsinstrument	Stromzähler resp. Erfassungsgerät im Fahrzeug
Beschreibung Messablauf	Abrechnungen
Kalibrierungsablauf	Die Stromzähler werden gemäss gesetzlichen Vorschriften kalibriert und sind normalerweise nicht im Besitz des Projektes
Genauigkeit der Messmethode	Kontrolle über den spezifische Verbrauch
Messintervall	Jährlich
Verantwortliche Person	Vorhabenleiter
Kommentar	

### 6.3 Prozess- und Managementstruktur

Die Vorhaben werden durch die EnAW koordiniert. Die EnAW ist zuständig für die Eingabe des koordinierten Monitoring-Berichtes und der einzelnen Vorhaben als auch für die Berechnung der Emissionsreduktionen pro Vorhaben und der entsprechenden Zuteilung der Emissionsreduktionen. Die Daten der teilnehmenden Firmen werden von der EnAW auf ihre Qualität überprüft aufgrund eines Vergleichs mit Vorjahren und mit den im Abschnitt 6.2 aufgeführten Kontrollen. Die Vorhabendokumente werden von der EnAW überprüft.

Monitoringbeginn ist mit dem operativen Start des ersten Vorhabens. Der Programmleiter informiert die Vorhabenleiter über die zu messenden Parameter, Messmethode, Datenaufbereitung und QA. Das Monitoring erfolgt kontinuierlich. Alle Vorhaben werden monitored (keine Stichproben sondern Vollerfassung). Der Programmleiter erhält von allen Vorhaben mindestens jährlich die kompletten Monitoringdaten.

Verantwortlich für die Datensammlung ist der Verantwortliche jedes Vorhabens. Die Datenkontrolle und QS erfolgt durch den Programmleiter, der auch die Monitoring Berichte erstellt.

Daten werden elektronisch gemäss den Vorschriften des Bundes für Emissionsminderungsprojekte gelagert. Der Vorhabenbetrieb lagert die Primärdaten. Diese sind im Normalfall elektronischer Natur. Elektronische Kopien aller Daten werden vom Programmleiter aufbewahrt.

Ort, Datum und Unterschrift



## ANHANG 1: TEMPLATE FÜR VORHABEN IN DIESEM PROGRAMM

### 1. Angaben zur Organisation

Vorhabentitel	
Version des Dokuments	
Datum	

Gesuchsteller	
Kontakt	

Zeitplan	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn		
Wirkungsbeginn		

### 2. Technische Angaben zum Vorhaben

- Beschreibung der zu verwendenden Elektro-SNF inkl. Angaben zur Batterie und deren Entsorgung resp. Recycling
- Angeben ob das Fahrzeug mit Kühlung fährt und falls ja, wie diese erfolgt (Energiequelle)

Liste der vom Betrieb verwendeten vergleichbaren Diesel-LKW. Als vergleichbar gilt:

- Vergleichbare Gewichtskategorie: Die anwendbaren Gewichtskategorien sind: 3.5-12t, 12-18t, 18-26t, > 26t.
- Vergleichbares Einsatzgebiet (Kurz- resp. Langstrecken; Flachland resp. Bergfahrten)
- Vergleichbare Gütertransporte (z.B. Food, Flüssigkeiten, Baumaterial, allg. Logistiker)
- Vergleichbares Fahrzeugalter ( $\pm 3$  Jahre)
- Kühlfahrzeug respektive kein Kühlfahrzeug

### 3. Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten

- Inanspruchnahme staatlicher Finanzhilfe
- Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind

### 4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderung

- Projektierte Anzahl Elektro-SNF pro Kalenderjahr
- Durchschnittliche erwartete Fahrleistung der Elektro-SNF
- Durchschnittsverbrauch projiziert
- Berechnung der Emissionsverminderungen basierend auf den Programmvorgaben
- Projektierte Wirkungsaufteilung (gemäss BAFU Projekte zur Emissionsverminderung im Inland, 2013, Abschnitt 2.6.2.)

### 5. Monitoring

- Verantwortlicher für die erforderlichen Daten

## **ANHANG 2: ZUSAMMENFASSUNG PROGRAMM**

Das Programm beinhaltet den Kauf und Einsatz von elektrisch angetriebenen schweren Nutzfahrzeugen. Diese ersetzen dieselbetriebene SNF und reduzieren dadurch Treibhausgase.

Die Zusätzlichkeit wird auf Stufe Programm durch eine Wirtschaftlichkeitsanalyse aufgezeigt. Dabei kann klar aufgezeigt werden, dass der Kauf und Einsatz von elektrischen SNF nicht wirtschaftlich und daher wesentlich teurer ist als der Einsatz von Dieselfahrzeugen. Elektrische SNF sind nur vereinzelt in der Schweiz und weltweit im Einsatz und entsprechen daher auch nicht der allgemeinen Praxis.

Emissionsreduktionen werden methodisch erfasst durch einen Vergleich der Emissionen von Elektro- und Diesel-SNF beruhend auf einem Kontrollgruppeneinsatz. Die Projektemissionen werden gemessen und beruhen auf dem gemessenen Elektrizitätsverbrauch, der gemessenen Fahrleistung und dem Normwert von THG-Emissionen pro kWh wie vom BAFU publiziert. Die Referenzemissionen beruhen auf dem Dieselverbrauch von vergleichbaren Diesel-SNF (der Begriff vergleichbar wird dabei detailliert), dem Emissionsfaktor von Diesel und der Fahrleistung der Projektfahrzeuge (diese Fahrleistung hätten die Dieselfahrzeuge ohne Elektrofahrzeuge auch zurückgelegt). Leakage Emissionen werden keine berücksichtigt, da Elektrofahrzeuge idem zu Dieselfahrzeugen eingesetzt werden. Emissionsreduktionen sind daher Referenz- minus Projektemissionen.

Im Monitoring werden der Verbrauch und die Fahrleistung der Projekt-Elektrofahrzeuge, der Verbrauch der Referenz-Dieselfahrzeuge und die Emissionsfaktoren gemessen.

Das Programm wird von der EnAW durchgeführt und umfasst verschiedene Vorhaben. Die EnAW realisiert den Monitoringbericht der die Summe aller Einzelvorhaben umfasst. Jedes Vorhaben wird einzeln gemessen. Die Formulierung des Programmes erfolgte durch Grütter Consulting AG im Auftrage der EnAW.