Erstellung eines Elektromobilitätskonzepts für die WBO Oberhausen

26.04.2023 Claus Jung und Dr. Steffen Genieser

Gefördert durch:

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Erstellung dieser Studie wurde im Rahmen der „Förderrichtlinie Elektromobilität“ durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert. Fördermittel dieser Maßnahme werden auch im Rahmen des Deutschen Aufbau- und Resilienzplans (DARP) über die europäischen Aufbau- und Resilienzfazilitäten (ARF) im Programm NextGenerationEU bereitgestellt. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PtJ) umgesetzt.

Elektromobilitätskonzept für die WBO GmbH, Oberhausen

Vorstellung der Zwischenergebnisse

1	Einführung und Zielsetzung
2	Projektdaten
3	Vorgehensweise
4	Ergebnisse
5	Fazit

1 Einführung und Zielsetzung

Einführung und Zielsetzung

- Derzeit kommen **rund 150 Fahrzeuge** der WBO GmbH zum Einsatz, um die kommunalen Aufgaben wahrzunehmen.
- **Ziele** mit dieser Fahrzeugflotte sind
  - die **Einhaltung der Clean Vehicle Directive (CVD)** der Europäischen Union, sowie
  - die **Einhaltung des Leitbildes der Stadt Oberhausen**.
- Die künftigen Neu- bzw. Ersatzbeschaffungsmaßnahmen müssen diese Zielsetzungen berücksichtigen unter folgenden Aspekten:
  - real erzielbare **Einsparungen beim CO_2-Ausstoß**
  - **Wirtschaftlichkeit** der Neu- / Ersatzbeschaffungen im Sinne eines sparsamen Umgangs mit Gebührenmitteln

2 Projektdaten

Ablauf

- **Projektauftaktsitzung am 16.05.2022**: Festlegung des Teilnehmerkreises und der erforderlichen Daten

- **Interviewtermin am 30.05.2022**: Konkretisierung noch offener Daten als Ergänzung zur erhaltenen Excel-Fuhrparkübersicht.
- **Termin mit der Energieversorgung Oberhausen** zum Strombedarf sowie Abstimmung der Ladeinfrastruktur am11.10.2022

- **Schlussabstimmung** mit dem **Projektteam am 13.03.2023**

- **Wir danken dem Projektteam für die sehr gute Zusammenarbeit!**

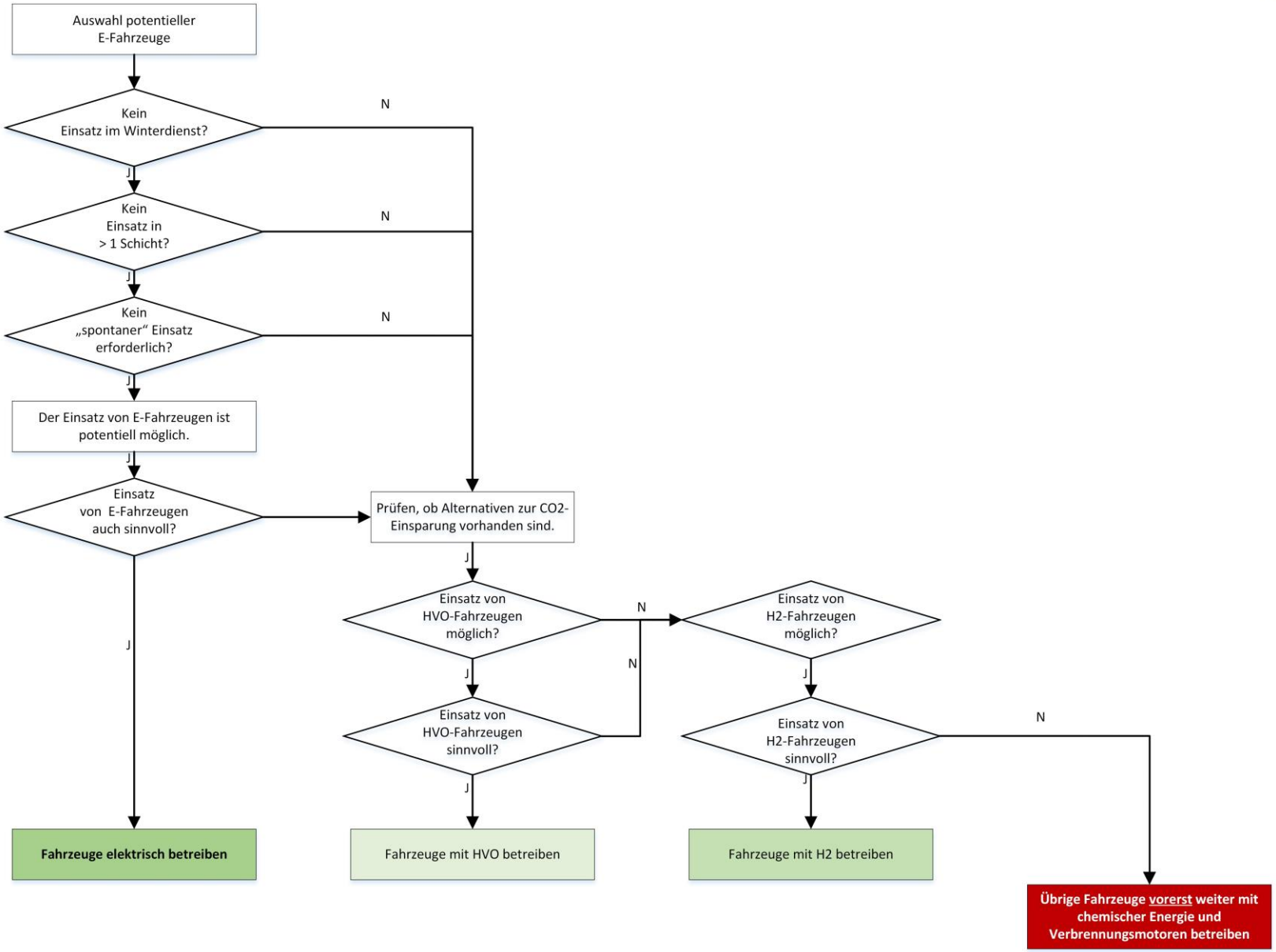
3 Vorgehensweise

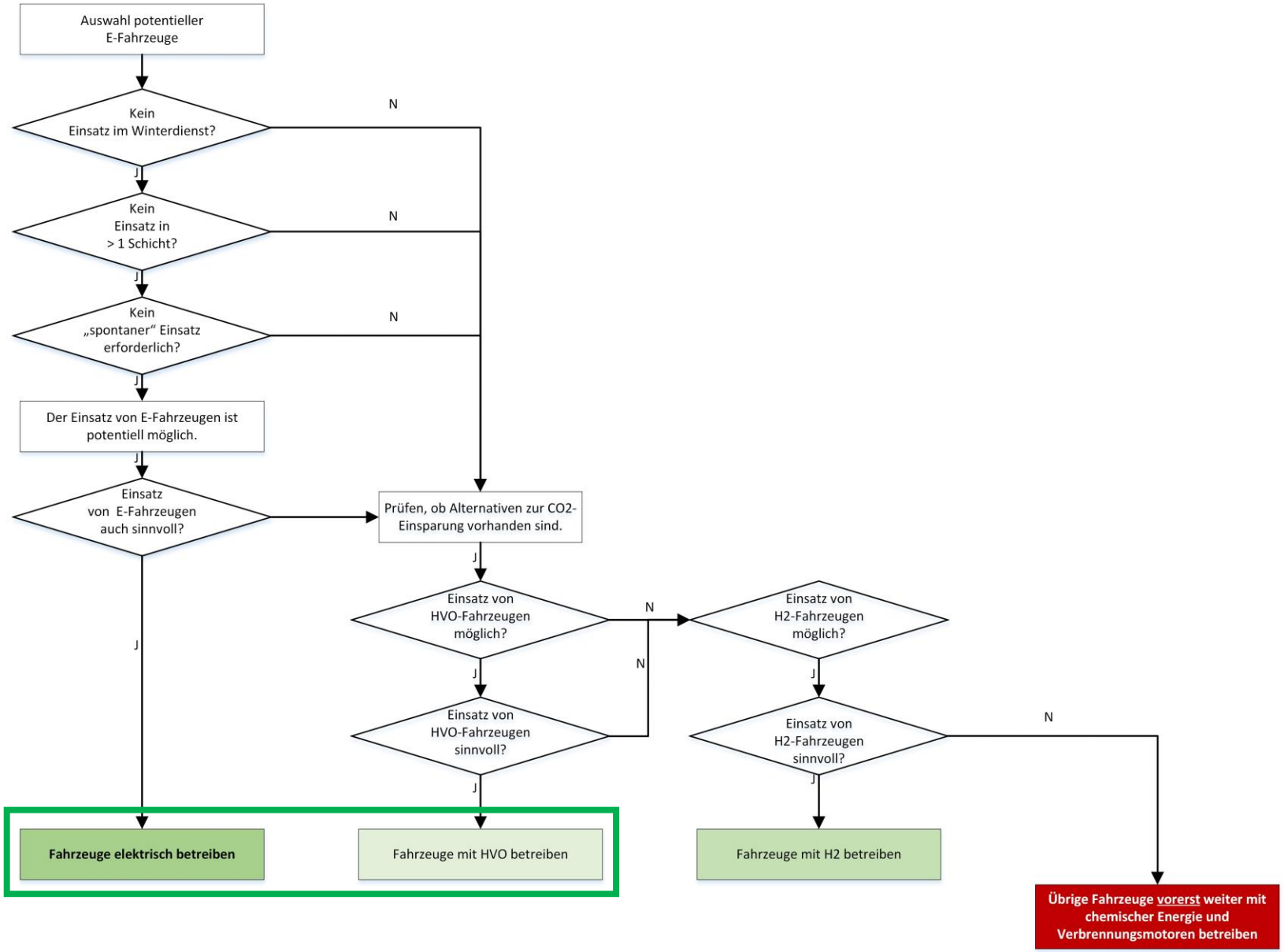
Vorgehensweise

- Welche Fahrzeuge kommen nicht in Betracht (Negativ-Selektion)
- Welche Kriterien?
  - Vorrangige Betrachtung (zunächst) von Elektroantrieben
  - geeignete Einsatzbedingungen für Elektrofahrzeuge
  - Einsatzverfügbarkeit
  - Kategorisierung von E-Fahrzeugen
    - Laufleistung je Fahrzeug und Jahr
    - Größenkategorie der zu ersetzenden Fahrzeuge
    - Alter der zu ersetzenden Fahrzeuge
    - …
  - Nicht zu vergessen: die Ladekapazität und –leistung!
- Insgesamt sind **48 Fahrzeuge** als potentiell geeignet identifiziert worden.

Vorgehensweise

- Lademöglichkeiten für neue E-Fahrzeuge
- Bestehende Ladepunkte sind gerade ausreichend für PKW-Flotte und stehen daher nicht zur Diskussion
- Neue Anschlüsse sind erforderlich für Ausweitung des E-Fuhrparks
- Eigene Trafostation
  - derzeit bestellte/ verfügbare Leistung: 360 kVA (≈ 170 kVA genutzt)
  - potentiell möglich: bis 630 kVA
  - Erweiterung also möglich, auch hinsichtlich der Mittelspannungsleitungen des Energieversorgers zum Betriebsgelände
- Weitere **Investitionen in Ladeinfrastruktur** daher noch zu ermitteln.


Auswahl potentieller E-Fahrzeuge
Kein Einsatz im Winterdienst?
Kein Einsatz in > 1 Schicht?
Kein „spontaner“ Einsatz erforderlich?
Der Einsatz von E-Fahrzeugen ist potentiell möglich.
Einsatz von E-Fahrzeugen auch sinnvoll?
Prüfen, ob Alternativen zur CO2-Einsparung vorhanden sind.
Einsatz von HVO-Fahrzeugen möglich?
Einsatz von HVO-Fahrzeugen sinnvoll?
Einsatz von H2-Fahrzeugen möglich?
Einsatz von H2-Fahrzeugen sinnvoll?
J
N
Fahrzeuge elektrisch betreiben
Fahrzeuge mit HVO betreiben
Fahrzeuge mit H2 betreiben
Übrige Fahrzeuge vorerst weiter mit chemischer Energie und Verbrennungsmotoren betreiben


Auswahl potentieller E-Fahrzeuge
Kein Einsatz im Winterdienst?
Kein Einsatz in > 1 Schicht?
Kein „spontaner“ Einsatz erforderlich?
Der Einsatz von E-Fahrzeugen ist potentiell möglich.
Einsatz von E-Fahrzeugen auch sinnvoll?
Prüfen, ob Alternativen zur CO2-Einsparung vorhanden sind.
Einsatz von HVO-Fahrzeugen möglich?
Einsatz von HVO-Fahrzeugen sinnvoll?
Einsatz von H2-Fahrzeugen möglich?
Einsatz von H2-Fahrzeugen sinnvoll?
N
J
Fahrzeuge elektrisch betreiben
Fahrzeuge mit HVO betreiben
Fahrzeuge mit H2 betreiben
Übrige Fahrzeuge vorerst weiter mit chemischer Energie und Verbrennungsmotoren betreiben

Vorgehensweise

Welche Alternativen sind als E-Fahrzeuge z.B. möglich?

		Akkukapazität der E-Fhz	max. mögl. Ladeleistung je Fhz.	empf. Ladeleistung
		kWh	kW	kW
"Groß"	E-Econic/ E-Actros	315	150	40
"Groß"	E-Ravo	100	100	22
"Groß"	Volvo-/ Renault-16-Tonner	264	150	22
"Groß"	Volvo-/ Renault-12-Tonner	264	150	22
"Klein"	Renault Kangoo electric	45	22	11
"Mittel"	Gazelle 3,5-Tonner von Orten	80	22	22
"Mittel"	Schmidt E-Swingo	75	22	11
"Mittel"	Vito elektrisch	60	110	11
"PKW"	*Nissan E-NV 200 5-Sitzer (ohne/19) WB 396E*	*40*	*7,5*	*7,5*
"PKW"	*VW E-Golf (ohne-18) WB 44E*	*35,8*	*11*	*11*
"PKW"	*Nissan E-NV 200 Kipper (68/19) WB 696E*	*40*	*7,5*	*7,5*
"PKW"	*VW E-Golf (02/19) WB 88E*	*35,8*	*11*	*11*
"PKW"	*Renault ZOE (ohne/21) WB 99E*	*52*	*22*	*11*

4 Ergebnisse

Ergebnisse

› Die Ausschöpfung der maximal möglichen Neu- bzw. Ersatzbeschaffung mit E-Fahrzeugen (Stand Juli 2022) würde bedeuten:

		entspricht
Gesamt-Akku-Kapazität	> 12.000 kWh	> 12 MWh
Gesamt-Ladeleistung*	> 6.700 kW	> 6,7 MW
Ladedauer pro Tag (bis 80%-Akku-Kapazität)	rd. 112 h	

* bei gleichzeitiger Ladung mit max. möglicher Ladeleistung je Fahrzeug

→ allein die **Anforderungen** an die **Ladekapazität** aller theoretisch ersetzbaren Einsatzfahrzeuge übersteigt die theoretischen Möglichkeiten bei Weitem!

Reichweiten und Akkukapazitäten

- **Die im Konzept genannten Reichweiten sowie Akkukapazitäten beruhen - mangels ausreichender Erfahrungswerte – weitgehend auf Herstellerangaben.**
- Die Verbräuche der Abfallsammelfahrzeuge hingegen beruhen auf Erfahrungswerten von bereits aktiv im Einsatz befindlichen Abfallsammelfahrzeugen.
- - WBD Duisburg
- - USB Bochum
- - Messwerte Faun Umwelttechnik

Die weiteren Verbräuche sind ebenfalls aus Herstellerangaben berechnet.

Ergebnisse

Eingrenzung der potentiellen E-Fahrzeuge

- Aus den bisherigen Diesel-Verbrauchsangaben wurden die CO_2-Emissionen der Fahrzeuge berechnet
  - je Liter Diesel wurde ein CO_2-Ausstoß von rund 3 kg CO_2/l Diesel angesetzt (je nach Quelle 3,31 – 2,63 kg CO_2/l Diesel)
- Der CO_2-Ausstoß der insgesamt potentiell ***sinnvoll*** mit E-Antrieb ersetzbaren Fahrzeuge beträgt > 1.100 Tonnen CO_2 pro Jahr
- Bei Ersatz möglichst vieler der größten CO_2-Emittenten – in unserem Beispiel **17 Müllsammelfahrzeuge** „Hecklader, groß“ – ergibt sich eine **CO_2-Ausstoßreduzierung von rd. 476.000 kg CO_2/a** gegenüber dem Dieselbetrieb (bei 0,401 kg CO_2-Ausstoß/kWh Strom im derzeitigen Strom-Mix (Stand: Juli 2022))
- Zum Vergleich: Beim **Betrieb mit HVO** ergäbe sich für die gleichen Fahrzeuge eine jährliche CO_2-Ausstoßreduzierung von **rd. 461.000 kg CO_2/a**.

Ergebnisse

Eingrenzung der potentiellen E-Fahrzeuge

Allerdings:

- Auch die Umstellung auf E-Antrieb bei diesen 17 Müllsammelfahrzeugen bedeutet bezüglich der Ladeinfrastruktur
  - eine tägliche Ladekapazität von rund 4.800 kWh
  - die tägliche Ladedauer beträgt **bei max. Ladeleistung** rund **2 h/Fhz**. Jedoch ist die max. Ladeleistung nicht dauerhaft empfohlen.
  - **bei empfohlener Ladeleistung** (22 kW) rund **10 h/Fhz**
  - bei angenommener **verfügbarer Ladezeit von 16 Uhr bis 6 Uhr** morgens am Folgetag (14 h) wären – bei geeignetem Lademanagementsystem – 1,4 Fahrzeuge je Ladestelle bis mind. 80% der Akkukapazität wieder aufladbar.
- daraus ergeben sich **mind. 16 neue Ladepunkte mit mind. 22 kW Ladeleistung**, sowie mind. 2 neue Ladesäulen á 150 kW für Notfälle und Zwischenladung. Siehe Beschreibung.

Ergebnisse

Kostenvergleich für 17 „Hecklader, groß“ – E- vs. Diesel-Fahrzeuge

Kostenerwartung:

- Strompreis 08/2022 (EVO-Rechnung): rd. 0,2446 €/kWh netto
- bei 4.820 kWh/d rd. 1.179 €/d netto
- bei 220 Werktagen/a rd. 259.416 €/a netto

- Zum Vergleich:
- Dieselkosten (Stand: 05.09.2022): 1,70 €/l netto
  - Jahresverbrauch Müllfahrzeuge (2021) 214.509 l/a
  - Nettopreis Diesel pro Jahr rd. 364.665 €/a

- Ersparnis: rd. 105.249 €/a

Ergebnisse

Ladeinfrastruktur

Anzahl		„Hardware“			
22		Profi-Ladestelle - netto -	1.142,00 €	25.124,00 €	
11		Standfuß, für 2 Ladesäulen	550,00 €	6.050,00 €	
2		150-kW-Schnellladesäule DC - netto -	30.000,00 €	60.000,00 €	
				91.174,00 €	
50%		Förderung, sofern verfügbar		-45.587,00 €	
				45.587,00 €	
		„lfd. Kosten“			
22		Profi-Ladestelle - netto -			
22	12	pro Monat und Nutzer für (2)	10,00 €	2.640,00 €	pro Jahr
22	12	Anschluss - je Monat und Ladestellen	6,90 €	1.821,60 €	pro Jahr
22	12	Lastmanagement je Monat und Ladestelle	1,90 €	501,60 €	pro Jahr
				4.963,20 €	
50%		Förderung, sofern verfügbar		-2.481,60 €	
				2.481,60 €	

Ergebnisse

Beispiel: Investitionsbedarf

17x	**Hecklader, groß – elektrisch**	
Ladeinfrastruktur		**91.174 €****
Betrieb Ladepunkte		**4.963 €/a****
Leistungsbedarf pro Tag	4.820 kWh	
Arbeitstage pro Jahr	220 d	
Leistungsbedarf pro Jahr	1.060.400 kWh	
Preis je kWh – netto -	0,2446 €/kWh	
Preis für **Strom pro Jahr – netto -**		**259.416 €/a**
Fahrzeugbeschaffung „17x Hecklader, groß“		**4.475.250 €***
Gesamtinvest "17x Hecklader, groß" **im 1. Jahr**		**4.830.803 €**

* Eigenanteil bei Förderung (90% der Differenz E-Fhz - Diesel-Fhz.)

** ohne Fördermittel

Ergebnisse

Beispiel: Investitionsbedarf für empfehlenswerte 48 E-Fahrzeuge

	Handelspreis E-Fhz	Handelspreis Diesel-Fhz	Fördermittel	Eigenanteil
Fahrzeugpool	301.000	196.000	120.400	180.600
Hecklader, groß	8.032.500	4.080.000	3.557.250	4.475.250
Hecklader, klein	1.050.000	525.000	472.500	577.500
Kehrmaschinen	1.560.000	840.000	648.000	912.000
Kleinkehrmaschinen	640.000	280.000	324.000	316.000
LKW 3,5 bis 7,5 to.	1.050.000	525.000	472.500	577.500
LKW bis 3,5 to.	1.486.000	756.000	664.400	821.600
Marktmüllwagen	350.000	175.000	157.500	192.500
PKW	215.000	140.000	86.000	129.000
	14.684.500	**7.517.000**	**6.502.550**	**8.181.950**

5 Fazit

Fazit

- Der sukzessive Umstieg auf E-Antrieb ist hinsichtlich der **Reduzierung des CO_2-Ausstoßes bei großen Müllsammelfahrzeugen** („Hecklader, groß) mit den aktuell am Markt verfügbaren E-Fahrzeugen **am vielversprechendsten**
- aufgrund der begrenzten Stromverfügbarkeit, trotz noch vorhandener „Ausbaureserven“, ist ein **intelligentes Lademanagementsystem** zur optimalen Nutzung der Ladeleistung bei gleichzeitiger Minimierung der Ladestromspitzen **unabdingbar**.
  - Die Erweiterung/ Erneuerung der **PV-Anlage** ist im Hinblick auf die Ladekapazitäten nicht zielführend, da eher geeignet zur Abdeckung des Verwaltungsbedarfs (s. Gutachten).

Fazit

- Weitere **Reduzierungen des CO_2-Ausstoßes** sind vergleichsweise einfach realisierbar durch Ersatz des bisher genutzten fossilen Dieseltreibstoffs **durch HVO 100** [„Hydrotreated Vegetable Oils“]**)**.

- Damit würde eine **sofortige CO_2-Reduzierung** auf den kompletten Fuhrpark der WBO GmbH im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten **ohne umfangreiche Investitionen** in neue Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur - zumindest für eine Übergangszeit - **möglich**.
- **CO_2-Reduzierung durch Einsatz von HVO 100** bei allen bisher mit fossilem Diesel betriebenen Fahrzeugen beträgt **mind. 1.400 t CO_2/Jahr bis zu 2.100 t CO_2/Jahr**.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ihre Ansprechpartner:

Claus Jung

Telefon: 0211 43077-218
jung@kommunalagentur.nrw

Dr. Steffen Genieser

Telefon: 0211 43077-104
genieser@kommunalagentur.nrw