

Wirtschaftlichkeit von BEV-Sattelzugmaschinen (N3 Fahrzeug) Betrachtung am Praxisbeispiel

1. Konkreter Anwendungsfall

Eine Spedition aus dem Raum Regensburg kam auf uns zu, um die Wirtschaftlichkeit zur Umstellung auf eine batterieelektrische Sattelzugmaschine (BEV-SZM) prüfen zu lassen. Es handelte sich um einen Konkreten Anwendungsfall, welcher im weiteren Fall genauer untersucht wurde.

Vom Kunden übermittelte Randbedingungen und Annahmen:

- Preis 1 Liter Diesel: Durchschnittswert Dieselindeks für November 1,45 €/Liter Netto
- Kosten für Maut: pro Jahr 2.000€
- Jährliche Fahrleistung: 21.300 km
- KFZ-Steuer für Diesel Fahrzeug: 556€ (40 Tonnen Zulässige Gesamtmasse)
- Anteil Depotladen: 100%
- Strompreis für Depotladen: 0,27€/kWh Netto
- Verbrauch Diesel LKW: 29 Liter / 100km
- Verbrauch Strom für BEV-SZM: Wird mit 120kWh/100km abgeschätzt
- Aufpreis für BEV-SZM: 100.000€ pro LKW aus gängigen Fahrzeugbörsen
- Wartungskosten aktuell: 4.200€ pro Jahr
- Reduzierte Wartungskosten BEV-SZM: 1/3

Anschließend wurden die jährlichen Betriebskosten eines Diesel- und einer BEV-SZM berechnet und verglichen.

Betriebskosten Diesel-SZM:

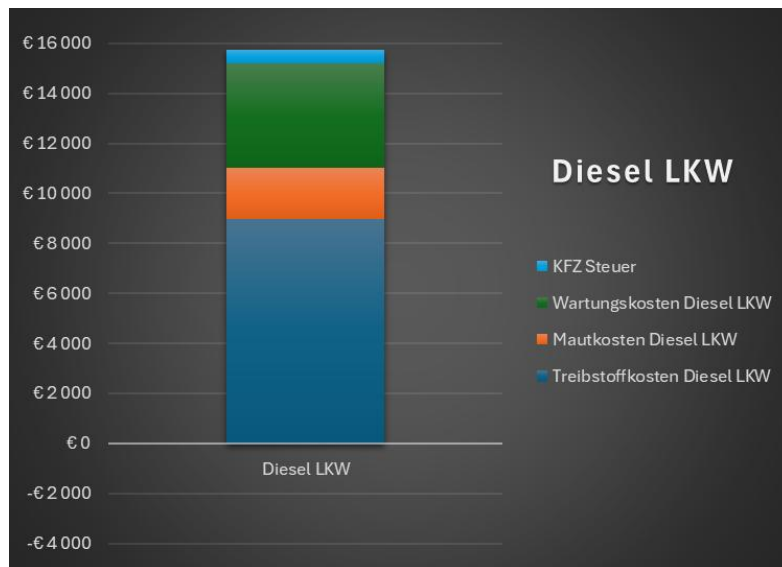


Abbildung 1: Betriebskosten des Diesel Sattelzug pro Jahr in Höhe von 15.757€

Bei dem Diesel LKW teilen sich die Kosten wie folgt auf.

57% Treibstoffkosten (ohne AdBlue gerechnet)

13% Mautkosten

27% Wartungskosten

4 % KFZ-Steuer

Betriebskosten BEV-SZM:

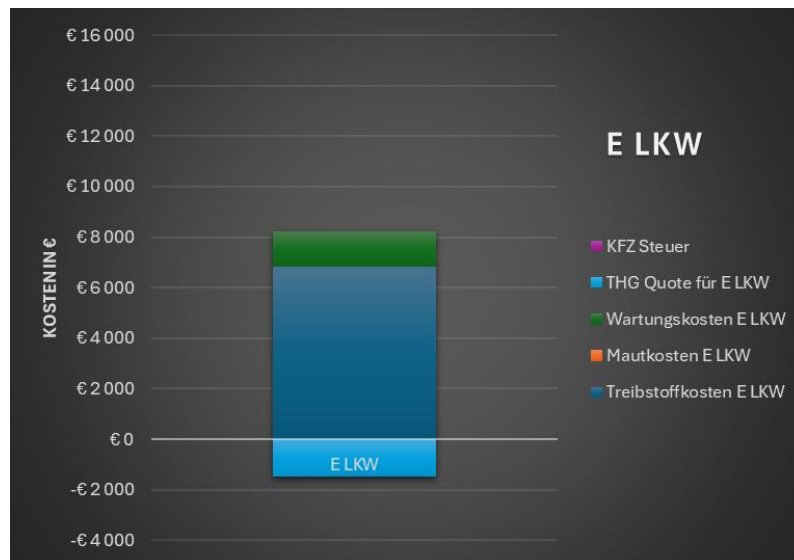


Abbildung 2: Die Betriebskosten liegen bei einem BEV-SZM in diesem Fall bei ca. 8230 € pro Jahr. Hiervon kann man noch die THG Quote abziehen. Es wurde ein eher konservativer Wert für die THG Quote mit einer Höhe von 1500€ angenommen. Es können deutlich höhere Quoten im Bereich von > 2000€ bis 5000€ für ein N3 Fahrzeug erzielt werden. Zieht man die 1500€ noch von den Betriebskosten ab verbleiben Betriebskosten von maximal 6730€.

Cashflow Berechnung

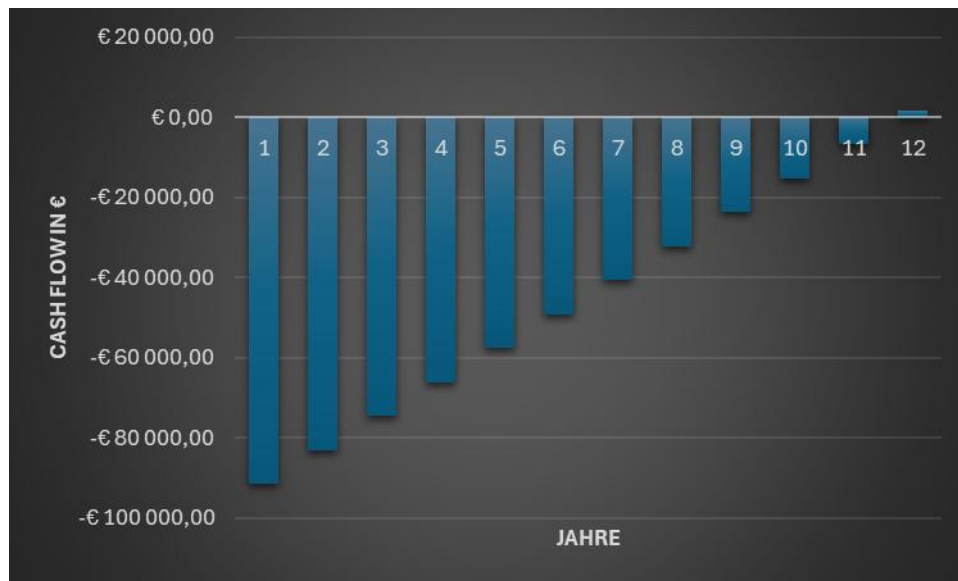


Abbildung 3: Unter den oben genannten Randbedingungen lohnt sich die Mehrkosten erst im 12 Jahr nach der Anschaffung.

2. Weitere Betrachtungen

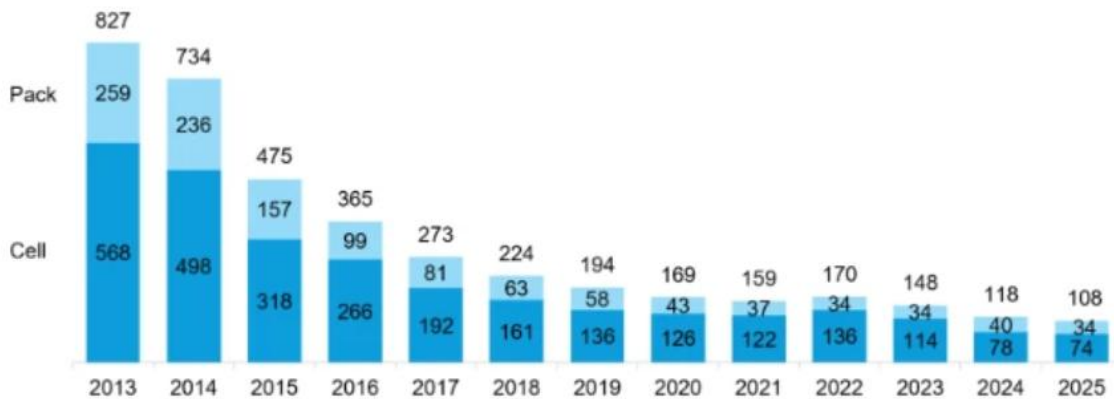
1.1. Anschaffungskosten.

Der aktuell angenommene Aufpreis von 100.000 € für einen gebrauchten batterieelektrisch betriebenen Sattelzug ist eine aktuelle Momentaufnahme.

Der Gebrauchtmarkt für **BEV-SZM ist noch sehr klein** bzw. es sind kaum Angebote vorhanden. Auch sind im letzten Jahr die Preise für Batteriezellen noch mal stark gesunken. Insbesondere der stärkere Einsatz von LFP (Lithium Eisenphosphat Zellen) führt zu einer deutlichen Kostenreduktion. Hinzu kommt, dass die großen Hersteller wie Mercedes nicht nur auf LFP setzen, sondern auch in Richtung Cell to Pack gehen. Also Integration der Batteriezellen direkt in die eigentliche Batterie und nicht wie üblich über eine Modulebene. Auch dies führt zu einer Reduktion der Kosten. Mehrere Analysen zeigen, dass die Kosten für LFP Batteriepacks zukünftig im Bereich von ca. 100€ pro kWh liegen werden.

Volume-weighted average lithium-ion battery pack and cell price split, 2013-2025

Real 2025 \$ per kilowatt-hour



Source: BloombergNEF 2025 lithium-ion battery price survey. Note: Historical prices have been updated to reflect real 2025 dollars. Weighted average survey value for 2025 includes 320 data points from passenger cars, buses, commercial vehicles, two- and three-wheelers and stationary storage. In EVs, the packs consist of cells, module housing, battery management system (BMS), wiring, pack housing and thermal management system. For stationary storage, we consider the battery rack, which holds stacked cells, modules, or packs, including the BMS, wiring and the rack housing.

Abbildung 4: Quelle Analyse von BloombergNEF zu durchschnittlichen Batteriepackpreisen. In 2026 sind weitere Preis Reduktionen zu erwarten.

Ein 400kWh-Batteriepack für einen Sattelzug wird künftig etwa 40.000 € kosten. Einsparungen beim Antrieb deuten darauf hin, dass eine BEV-SZM bald nicht mehr als 40.000 € teurer sein wird als eine Diesel-SZM.

Verwendet man die Mehrkosten von 40.000€ ergibt sich folgender Cashflow.

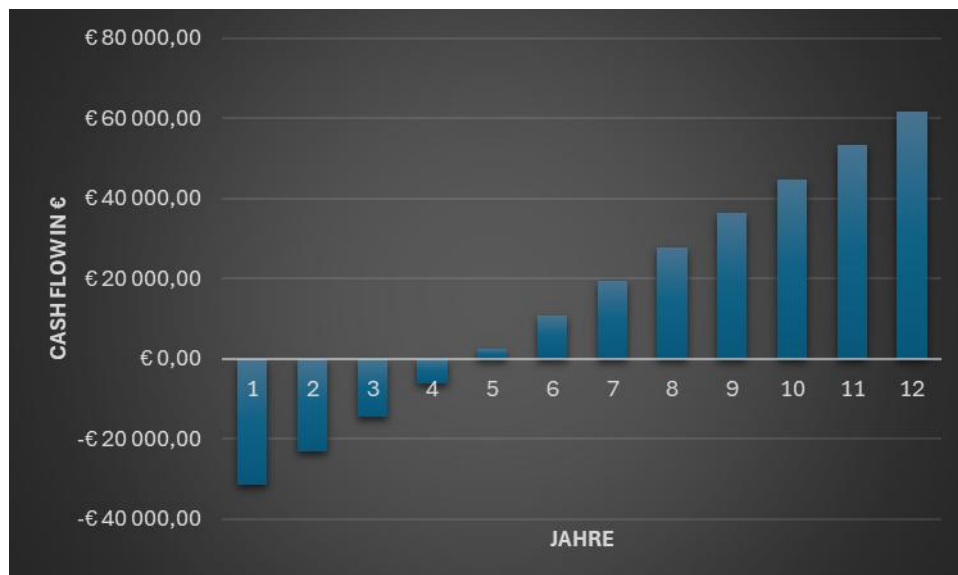


Abbildung 5: Cashflow bei einem Aufpreis von 40.000€ für einen BEV-SZM

2.1. THG-Quote

In dieser Untersuchung wurde ein konservativer Preis für ein N3 Fahrzeug (> 12 Tonnen) von 1500€ pro Jahr für die THG-Quote herangezogen. Für das Jahr 2026 werden für N3 Fahrzeuge Preise z.B. Check24 in der Höhe von 4.425€ angeboten.

Die Höhe der generellen THG-Quote ist im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) definiert und steigt linear an (siehe Bild unten), um die Klimaziele zu erreichen. Dies wird voraussichtlich auch zu höheren Prämien pro Fahrzeug führen, da voraussichtlich weniger elektrische N3 Fahrzeuge zugelassen werden als notwendig sind, um die Ziele zu erreichen.

Ab dem Kalenderjahr 	Gesetzliche THG-Quote (Minderungsziel in Prozent)
2024	9,0 % (aktuell)
2025	10,5 %
2026	12,0 %
2027	14,6 %
2028	17,6 %
2029	21,1 %
2030	25,1 %

Abbildung 6: Quelle: Zoll.de: Entwicklung der Minderungsziele in Prozent im Verkehrssektor.

Aus diesem Grund wurde eine neue Cashflow Berechnung durchgeführt um den Effekt einer steigenden THG Quote darzustellen (siehe unten).

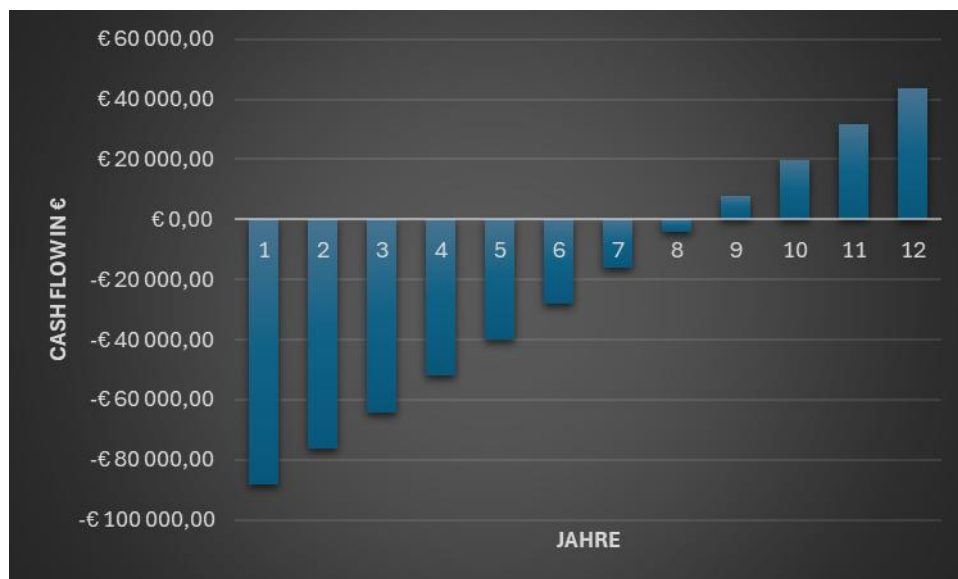


Abbildung 7: Cashflow Berechnung mit einer jährlichen THG Quote von 5.000€. Aufpreis für BEV-SZM analog wie in erster Kalkulation von 100.000€.

3.1. Strompreis

Für die Berechnung wurde ein Nettostrompreis von 0,27 €/kWh zugrunde gelegt. Da die Strompreise gesunken sind und N3-Fahrzeuge einen hohen Energiebedarf haben, lohnt sich eine gründliche Marktanalyse. Eine aktuelle Analyse belegt, dass erhebliche Einsparungen möglich sind. Wer einen speziellen Ladetarif für Elektrofahrzeuge abschließt (mit eigenem Zähler), kann deutlich sparen. Ein Vergleich auf einem bekannten Portal ergab einen Nettostrompreis von 0,195€/kWh.

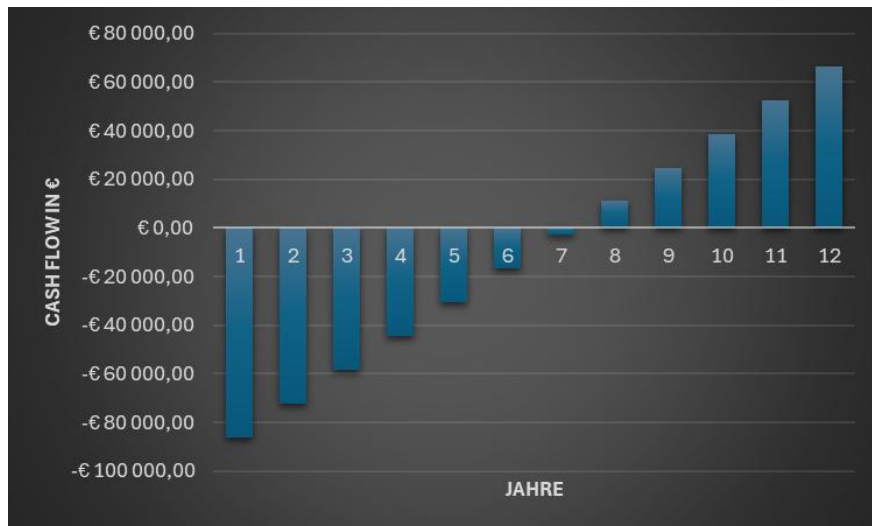


Abbildung 8: Cashflow Berechnung bei einem Strompreis von 0,195€/kWh und einer THG Quote von 5000€. Zusatzkosten für BEV-SZM 100.000€.

4.1. Ausblick konkreter Anwendungsfall

Nimmt man alle Optimierungsmaßnahmen und zukünftigen Preisentwicklungen

- Mehrkosten für E-SZM 40.000 €
- Günstigerer Strompreis: 0,20 €/kWh
- THG Quote: 5000 €

ergibt sich folgender Cashflow.

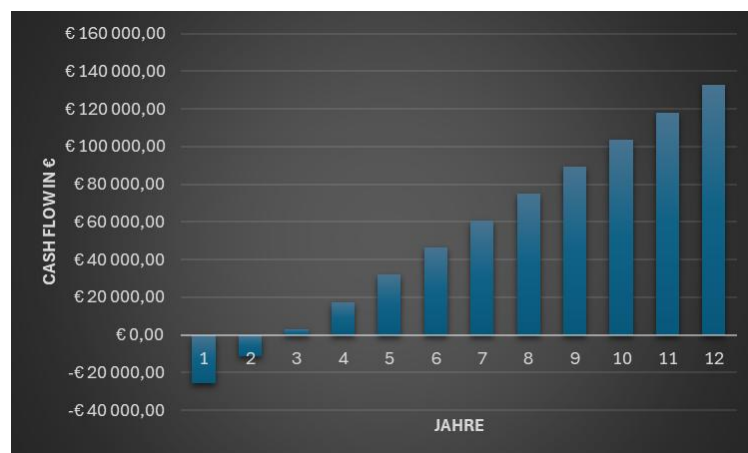


Abbildung 9: Zieht man in die Kalkulation die zukünftigen Entwicklungen und Optimierungen mit ein ergibt sich eine Amortisation der Zusatzkosten schon nach drei Jahren.

5.1. Betrachtung Anwendung mit höherem Anteil an Mautstraßen

Der in dem konkreten Anwendungsfall anfallenden Mautkosten sind gering. Aus diesem Grund wurde zusätzlich ein geändertes (rote Schrift) Anwendungsprofil untersucht.

- Preis 1 Liter Diesel: Durchschnittswert Dieselindex für November 1,45 €/Liter Netto
- **Kosten für Maut: pro Jahr 12.199 € (24,2Cent/km / 70% Anteil Mautstraßen)**
- **Jährliche Fahrleistung: 72.000 km**
- Anteil Depotladen: 100%
- **Strompreis für Depotladen: 0,20 €/kWh Netto**
- Verbrauch Diesel LKW: 29 Liter / 100km
- Verbrauch Strom für BEV-SZM: 120kWh/100km (realistische Abschätzung)
- Aufpreis für BEV-SZM: 100.000€ pro LKW aus gängigen Fahrzeugbörsen
- Wartungskosten aktuell: 14.197€ pro Jahr
- Reduzierte Wartungskosten BEV-SZM: 1/3
- THG-Prämie 4.425€ pro Jahr

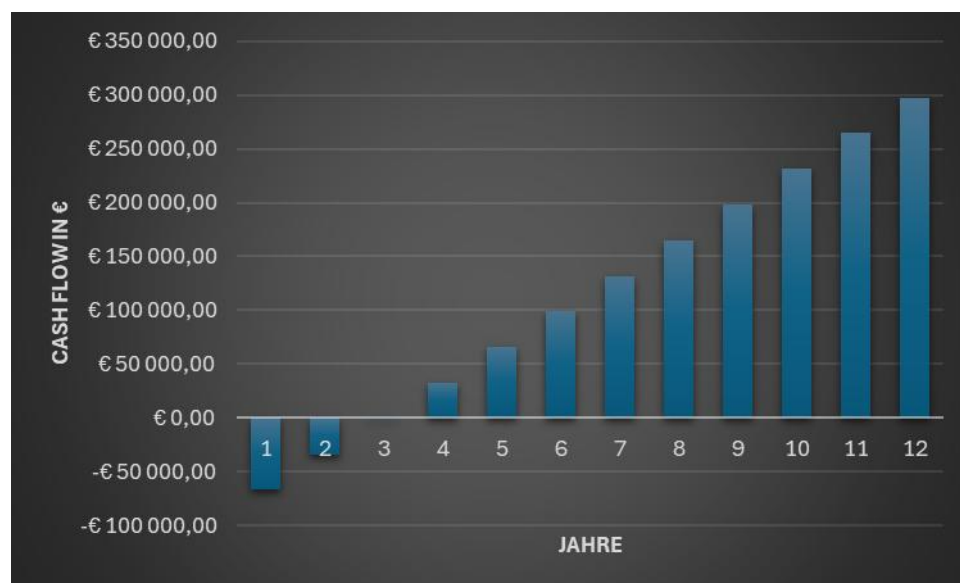


Abbildung 10: Passt der Einsatz des LKW besser zu den aktuellen Gegebenheiten, können innerhalb drei Jahren Zusatzkosten in Höhe von 100.000 € für die Anschaffung eines BEV-SZM amortisiert werden.

6.1. Infrastruktur

Die Kosten für die notwendige Infrastruktur für das Depotladen wurde in der Cashflow Betrachtung nicht berücksichtigt, da die Abschreibungszeiten für Infrastruktur länger sind als für die Fahrzeuge. Der Abschreibungszeitraum für ein Nutzfahrzeug liegt bei 9 Jahren. Infrastruktur für Stromanschluss und Laden des E-LKW liegen bei 19 Jahren. Kosten für die Infrastruktur werden exemplarisch unten zusammengestellt.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| - DC-Ladesäule mit 50kW | ca. 20.000€ |
| - DC-Schnelladesäule mit 150kW | ca. 50.000€ |
| - Schaltschrank mit Unterverteilung | ca. 5.000€ bis 10.000€ |
| - Fundamentierung | ca. 5.000€ |
| - Kabel pro Meter ca. | ca. 7€ pro Meter |
| - Arbeitskosten Elektriker | ca. 7.500€ |
| - Baukostenzuschuss | 125€ pro kW in der MS und 50€ pro kW in der NS |

Eine 50kW-Ladeinfrastruktur kostet etwa 40.000 €, eine 150kW rund 90.000 €. Die meisten 150kW-Ladesäulen bieten zwei Ladepunkte: Werden beide genutzt, stehen je 75kW zur Verfügung, bei Einzelbetrieb 150kW. Ein zusätzlicher Mittelspannungstrafo (1 MW) kostet ca. 100.000–150.000 €. Die Angaben sind **Näherungswerte** und dienen **nur als Orientierung** für die Infrastrukturkosten.

3. Zusätzliche zukünftige Einnahmequellen

Der Umbau der elektrischen Energieversorgung in Europa hin zu dezentralen Erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne führt zu einer hohen Schwankung in der Erzeugung. Um das Stromnetz zu stabilisieren, benötigt man **mehr Flexibilität**, sowohl in der **Erzeugung** als auch im **Verbrauch**. Ladeparks von Speditionen haben diese Flexibilität, welche man über Drittanbieter verkaufen kann. Die aktuellen Rahmenbedingungen für diesen Markt werden aktuell durch Änderungen im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) geschaffen bzw. sind schon umgesetzt.

Beispiel §14a EnWG: Durch den §14a im EnWG gibt man dem Netzbetreiber die Möglichkeit auf die Verbraucher einzuwirken, um somit die Leistung temporär zu reduzieren. Die zeitliche Reduzierung ist limitiert. Diese mögliche Reduzierung muss dann im Lademanagement berücksichtigt werden.

Einführung **Redispatch 3.0:** Durch Redispatch 3.0 sollen Netzengpässe frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen getroffen werden. Es zielt darauf ab auch kleinere Erzeugungsanlagen aber zukünftig auch Verbraucher darin einzubinden. Der Gedanke ist das steuerbare Verbrauchseinrichtungen in Cluster zusammengefasst und diese Flexibilität an einem Markt angeboten werden. Ein konkretes Beispiel wäre ein sonniger Sonntag im Juni. In der Regel kommt es in den Mittagsstunden zu einer Abschaltung von PV-Anlagen aufgrund einer drohenden Netzüberlastung, da zu wenige Verbraucher im Netz sind. E-SZM, welche nun im Depot stehen könnten diese Spitzen abfangen und somit ein Abschalten der PV-Anlagen vermeiden. Diese Flexibilität wird dann am Markt bezahlt.

Vehicle To Grid (VTG): Zusätzlich zur Reduzierung der Leistung kann man begrenzte Kapazitäten in den Batterien der E-SZM dem Netz gegen ein Entgelt zur Verfügung stellen. Hat nun der E-SZM die Energie vom vorherigen Beispiel am Sonntag zur Mittagszeit aufgenommen, kann er diese auch wieder z.B. um 18 Uhr, wenn die PV-Energie zurück geht und die Lasten im

Netz erfahrungsgemäß wieder steigen diese Energie in das Netz zurückgeben. Zusätzliche Einnahmen durch den E-SZM werden dadurch ermöglicht. Wichtig ist, dass das Fahrzeug zu Arbeitsbeginn den notwendigen Ladezustand hat. Dies kann z.B. durch Vorgaben in einer App des Anbieters eingestellt werden.

Diese Einnahmen oder Einsparungen sind teilweise noch nicht gesetzlich umgesetzt, sollten aber in der Entscheidung berücksichtigt werden.

4. Fazit

Berücksichtigt man die **aktuellen Rahmenbedingungen** wie Strompreise, THG-Prämie und Mehrkosten für E-SZM, ist ein Wechsel auf E-SZM **nicht wirtschaftlich**. Werden jedoch **bessere Bedingungen** geschaffen – etwa durch eine gute Vermarktung der THG-Prämie und günstigere Strompreise – ergibt sich im konkreten Fall eine **Amortisationszeit (ROI) von rund acht Jahren** bei **Mehrkosten von 100.000€**.

Eine mögliche Dieselpreiserhöhung wurde nicht berücksichtigt, da sie derzeit schwer vorhersehbar ist. Medien berichten, dass der Preis bis 2026 stabil bleibt und erst ab 2028 durch das ETS2 steigen wird.

Es existieren **Anwendungsprofile** für E-SZM, bei denen bereits heute ein **ROI von drei Jahren** mit einem **Aufpreis von 100.000 € pro SZM** erzielt werden kann. Speditionen, deren Profil überwiegend Depotladen ermöglicht und einen hohen Anteil mautpflichtiger Straßen aufweist, können die zusätzlichen Kosten sehr schnell kompensieren.

Daraus könnte folgen, dass Hersteller die **Preise für E-SZM erst senken**, wenn **Speditionen mit geeigneten Anwendungsprofilen** ihre Flotten umgerüstet haben oder der Wettbewerb bei BEV-SZM steigt.

Durch zusätzliche Möglichkeiten der **Teilnahme am Energiemarkt** ergeben sich für Speditionen **neue Einkommensquellen**.

Die **Umstellung** von Diesel-SZM auf E-SZM bedeutet einen **erheblichen Aufwand für Infrastruktur und Netzanschluss**. Dies stellt eine **große Herausforderung** dar.

Partnerschaften mit attraktiven Standorten für Netzanschluss und günstigen Strompreisen könnten ein möglicher Lösungsansatz sein.