

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

MACHBARKEITSSTUDIE

Busse mit emissionsfreien Antrieben

Untersuchtes Unternehmen:

Husmann Reisen GmbH GmbH
Eilersweg 6
48485 Neuenkirchen
Deutschland

Konzepterstellung

Wendlandt Unternehmensberatung GmbH
Gerichtsstraße 4
56410 Montabaur

IZAAC. ENERGY GmbH
Bei den Mühlen 69A
20457 Hamburg

1 ZUSAMMENFASSUNG

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Husmann Reisen GmbH beauftragte eine umfassende Machbarkeitsstudie zur sukzessiven Elektrifizierung ihrer Busflotte. Ziel war die Entwicklung eines technisch realisierbaren und wirtschaftlich darstellbaren Konzepts für die Umstellung auf emissionsfreie Antriebe unter Berücksichtigung der bestehenden Umläufe, der erforderlichen Infrastruktur und der lokalen Energiebereitstellung im Rahmen eines geplanten Betriebshofneubaus.

1.2 Technische Machbarkeit

Die Analyse der bestehenden Umläufe zeigt eindeutig, dass eine vollständige Elektrifizierung ohne Fahrzeugmehrbedarf technisch realisierbar ist. Alle Dieselumläufe können durch geringfügige Anpassungen so gestaltet werden, dass sie mit dem aktuellen Stand der Batterietechnologie fahrbar sind. Das empfohlene Ladekonzept als Depotlader kann als zukunftssichere Lösung implementiert werden.

Die aktuellen Fahrleistungen mit ihren teilweise langen Stand- bzw. Ladezeiten der Fahrzeuge über Nacht bieten ausreichend Spielräume, um marktpreisorientiert laden zu können. Jedoch bleibt der Faktor der Zwischenladung im Tagesverlauf als großes Potential der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.

1.3 Stufenweise Umsetzung

Stufe 1 (ab 2025): Teilausbau mit 5 E-Bussen (Umstellung von 5 Kombibussen)

- Fokus auf ausgewählte Umläufe mit höchster Fahrleistung (ca. 386.000 km/Jahr)
- Aufbau der Grundinfrastruktur mit 630 kVA Netzanschluss und 6 Ladepunkten
- Gesamtenergiebedarf: ca. 485 MWh elektrische Energie
- Fahrzeugauswahl: IVECO LE Elec unter Berücksichtigung der Bestandsfahrzeuge

Stufe 2 (ab 2035): Vollausbau auf 21 Elektrobusse am Betriebshof

- Komplette Flottenerweiterung auf alle Fahrzeugkategorien
- Gesamtenergiebedarf: ca. 906 MWh elektrische Energie
- Energieeffizienzsteigerung um über 57% gegenüber Dieselbetrieb
- Optimale Ausnutzung der Infrastrukturinvestitionen (700 kVA Netzanschluss erforderlich)

1.4 Energiesystemvarianten

Vier verschiedene Energiesystemkonfigurationen wurden detailliert analysiert:

- **Variante 1:** Reiner Netzbezug (kurzfristig wirtschaftlichste Lösung)
- **Variante 2:** Netzbezug mit stationärem Batteriespeicher (540 kWh Stufe 1, 540 kWh Stufe 2)
- **Variante 3:** Netzbezug mit 40 - 200 kWp (Stufe 1) bzw. 200 kWp (Stufe 2) PV-Anlage
- **Variante 4:** Netzbezug mit PV-Anlage und Batteriespeicher

Die Modellierung zeigt, dass durch eigene PV-Stromerzeugung Eigenverbrauchsquoten von bis zu 13% (Stufe 1) bzw. 29% (Stufe 2) möglich sind. Der Autarkiegrad erreicht jedoch lediglich 1% (Stufe 1) bzw. 6% (Stufe 2), kann aber durch Batteriespeicher auf 20% bzw. 14% gesteigert werden. Dies verbessert die Wirtschaftlichkeit und Unabhängigkeit des Systems erheblich.

1.5 Wirtschaftliche Bewertung

Das elektrische Energieversorgungssystem weist aufgrund höherer Investitionskosten einen Kostennachteil gegenüber dem aktuellen Dieselsystem auf. Die Energiekosten sinken jedoch um bis zu 18%, während der Gesamtenergiebedarf durch die höhere Effizienz der Elektromotoren um über 57% reduziert wird.

Mehrkostenanalyse Stufe 1:

- Ohne Förderung: +44,2% gegenüber Dieselbetrieb
- Mit Landesförderung NRW (90% Infrastruktur): +34,4%
- Mit vollständiger Förderung (Fahrzeug + Infrastruktur): +10,5%

Beim Vollausbau (Stufe 2) verbessert sich das Verhältnis deutlich, da die Infrastrukturinvestitionen über eine größere Fahrzeugflotte amortisiert werden und die spezifischen Kosten pro Bus sinken.

1.6 Ökologischer Nutzen

Die Elektrifizierung führt zu einer CO₂-Reduktion von 94% (Stufe 2) bei Bezug von zertifiziertem Grünstrom mit Herkunftsnachweisen. Durch die Integration eigener PV-Erzeugung wird der ökologische Fußabdruck zusätzlich verbessert und die lokale Wertschöpfung erhöht. Die jährlichen CO₂-Emissionen sinken von ca. 560 t auf ca. 23 t durch die verbleibenden Dieselsatzheizungen.

1.7 Empfehlungen

1. **Kurzfristig:** Start mit Variante 1 (reiner Netzbezug mit Spotmarkt-Preisen) für optimale Wirtschaftlichkeit in der Anfangsphase. Bei Wunsch nach Planungssicherheit mit Festpreis.
2. **Langfristig:** Ausbau zu Variante 3 (PV) oder Variante 4 (PV + Batterie) für erhöhte Wirtschaftlichkeit und Eigenversorgung bei optimierter Umlaufplanung
3. **Infrastruktur:** Vorausschauender Aufbau der gesamten Infrastruktur bereits in Stufe 1, um Folgekosten zu minimieren und 630 kVA-Netzanschluss frühzeitig beantragen
4. **Fahrzeugauswahl:** Empfehlung für Fahrzeuge mit Zusatzheizung zur Erhöhung der Betriebsflexibilität und Reichweitensicherheit, auch wenn diese zunächst nicht genutzt werden
5. **Förderung:** Beantragung der Landesförderung NRW (90% Infrastruktur) zur Kostenreduzierung
6. **Vergütung:** Dialog mit Aufgabenträgern / Auftraggeber über Vergütungsanpassung zur wirtschaftlichen Darstellbarkeit
7. **Werkstattqualifikation:** Aufbau eigener Kompetenzen zur Reduzierung der Standzeiten und Abhängigkeiten