



Interreg
Austria-Hungary

European Union – European Regional Development Fund



Low Carb Mobility

Studie

„Alternative Antriebe im öffentlichen Verkehr“

ATHU114 “Low Carb Mobility”

Präsentation der Ergebnisse anlässlich der Veranstaltung

Klimafreundliche Mobilität in der grenzüberschreitenden Region Burgenland/Westungarn

Eisenstadt, 09.03.2022



Agenda

Begrüßung

Arbeitspakete

A – Rahmenbedingungen

B – Bahnverkehr

C – Busverkehr

D – Synergiepotential

Fazit und Diskussion

Agenda

Begrüßung

Arbeitspakete

A – Rahmenbedingungen

B – Bahnverkehr

C – Busverkehr

D – Synergiepotential

Fazit und Diskussion

Agenda

Begrüßung

Arbeitspakete

A – Rahmenbedingungen

B – Bahnverkehr

C – Busverkehr

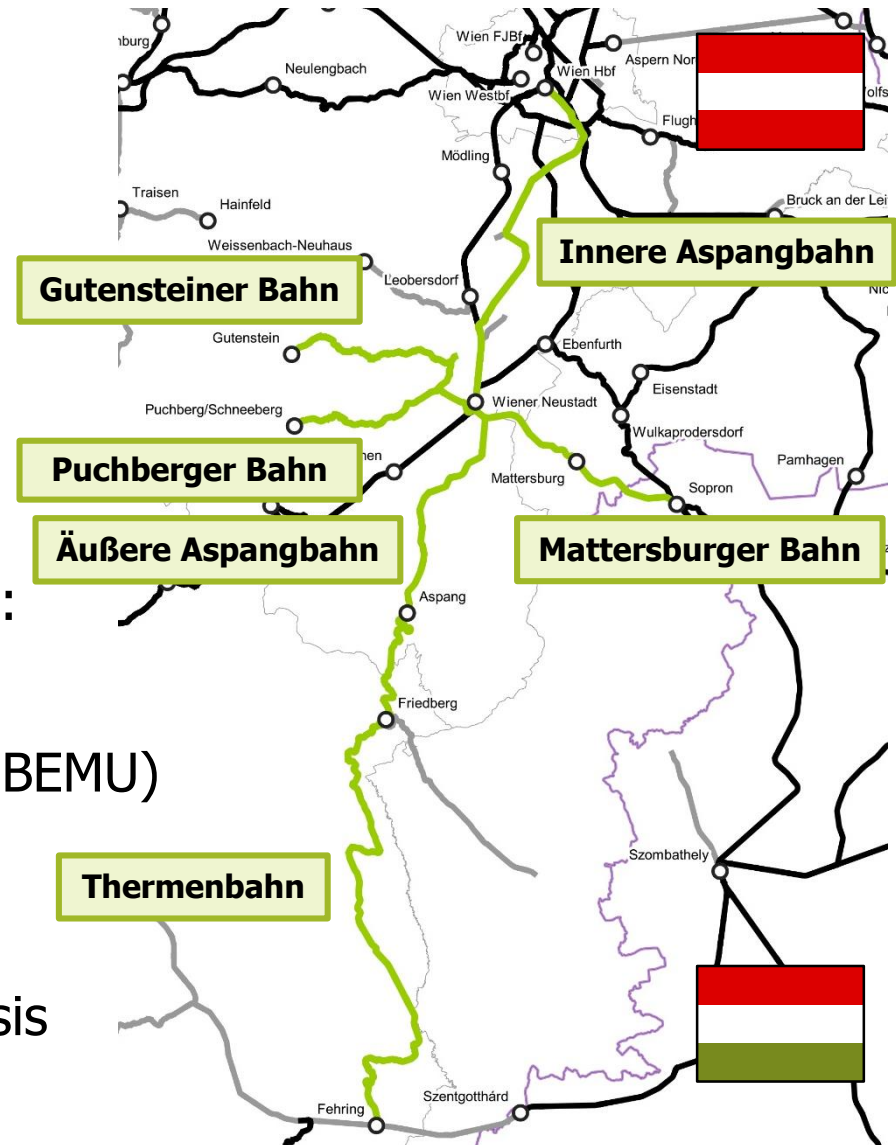
D – Synergiepotential

Fazit und Diskussion

Bahnverkehr

Untersuchungsgebiet

- Nicht elektrifizierte Strecken in NÖ, Bgl. und Ungarn
- Betriebsprogramm 2027 hinsichtlich Umstellung auf alternative Antriebe untersucht:
 - Wasserstoffbetrieb (H2MU)
 - Batterieelektrischer Betrieb (BEMU)
 - Vollelektrifizierung (EMU)
- Dieselbetrieb (DMU) als Referenzszenario/Vergleichsbasis



Quelle: VOR, eigene Darstellung auf Basis von OpenStreetMap (© OpenStreetMap-Mitwirkende)

Bahnverkehr

Vier verschiedene Antriebskonzepte



Diesel
DMU



Konventionell elektrisch
EMU



Batterieelektrisch
BEMU



Wasserstoff/Brennstoffzelle
H2MU

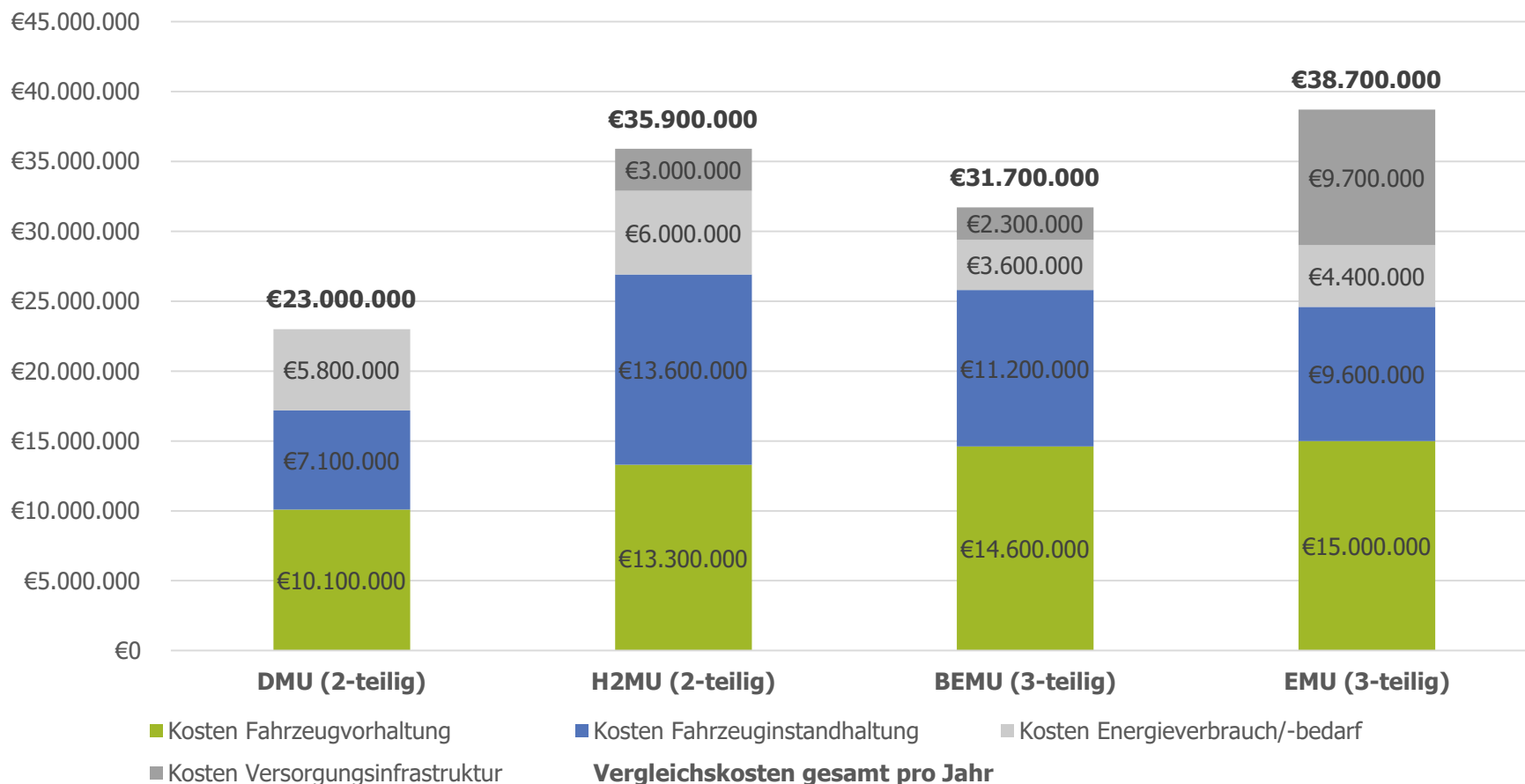
- Bestimmung kostenrelevanter Mengen: Fahrzeuganzahl, Instandhaltung des Fahrzeugparks, Energiebedarf, Investitionen Versorgungsinfrastruktur

Bahnverkehr

Vergleichskosten gesamt

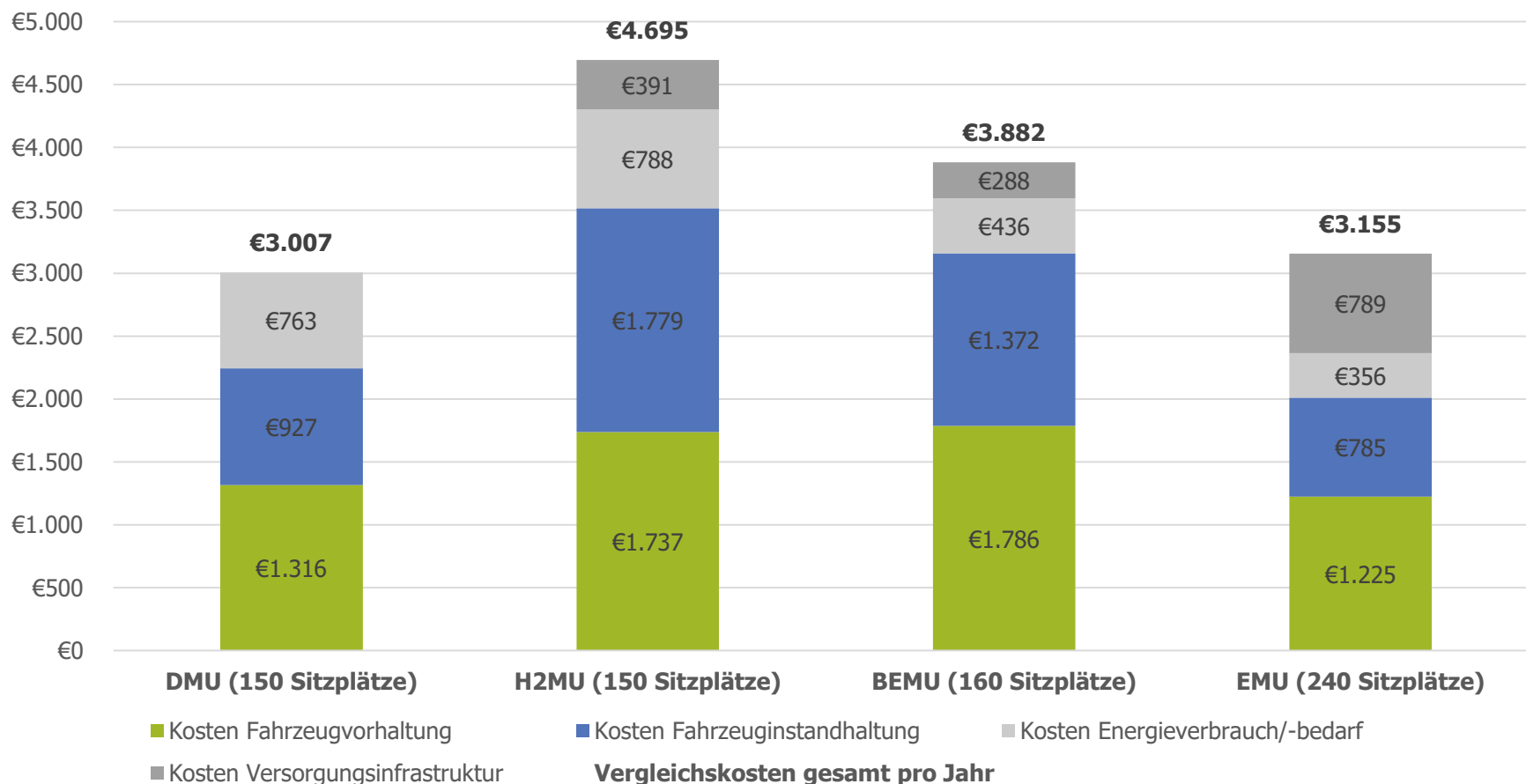
Stand Anfang 2021

Vergleichskosten annuitätisch im Mittel über 25 Jahre (für die untersuchten Strecken, vgl. Folie 5)



Vergleichskosten je Sitzplatz und Jahr

Vergleichskosten pro Sitzplatz und Jahr (für die untersuchten Strecken, vgl. Folie 5)



Bahnverkehr

Zwischenfazit Bahn

- Alternative Antriebe mit Mehrkosten im Bereich Investitionen – aber:
 - Investitionen in Oberleitungsinfrastruktur relativieren sich, wenn Planungen hinsichtlich Durchbindungen nach Wien konkretisiert werden (Stärkung Stadt-Umland-Beziehung in der Grenzregion)
 - Investitionen in Oberleitungsinfrastruktur relativieren sich über die Zeit bei Berücksichtigung des Energiebedarfs
- Energiekosten:
 - BEMU und EMU wesentlich vorteilhafter gegenüber DMU
 - H2MU teurer als andere Szenarien: begründet insbesondere in Wirkungsgradverlusten von Elektrolyse und Brennstoffzelle
- Austauschrunden mit ÖBB, SCHIG und BMK
→ im Ergebnis ähnliche Schlussfolgerungen

Agenda

Begrüßung

Arbeitspakete

A – Rahmenbedingungen

B – Bahnverkehr

C – Busverkehr

D – Synergiepotential

Fazit und Diskussion

Busverkehr

Untersuchungsgebiet

Quelle: KCW, eigene Darstellung
auf Basis von OpenStreetMap
(© OpenStreetMap-Mitwirkende)

Wiener Neustadt Umland
91 Fahrzeuge

Ostbahnshuttle
62 Fahrzeuge

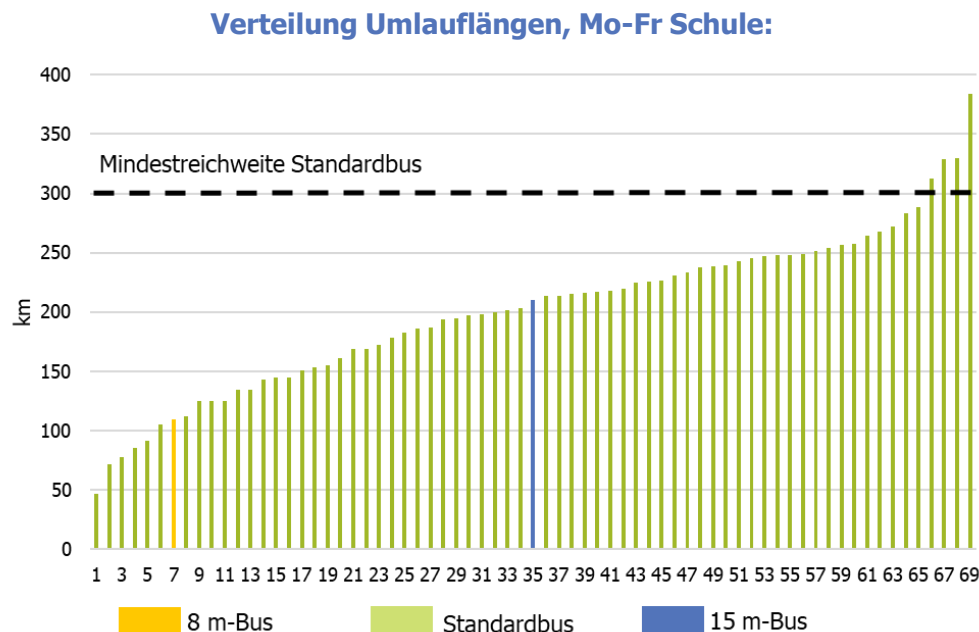
Nordburgenland
28 Fahrzeuge

Wiener Neustadt Stadtverkehr
43 Fahrzeuge

Busverkehr

Analyse Umlauflängen – Ostbahnshuttle

- Wenige Umläufe **über 300 km** Länge
- Sehr hoher Anteil der Umläufe **unter 250 km** Länge
- → Keine betrieblichen Mehrbedarfe bei Umstellung auf Brennstoffzellenbusse zu erwarten



	Mo-Fr Schule	Mo-Fr Ferien	Sa	So
Anzahl Umläufe >300 km	4	7	3	0
% Umläufe >300 km	6 %	15 %	14 %	0 %
Anzahl Umläufe <250 km	56	29	14	3
% Umläufe <250 km	81 %	59 %	67 %	75 %

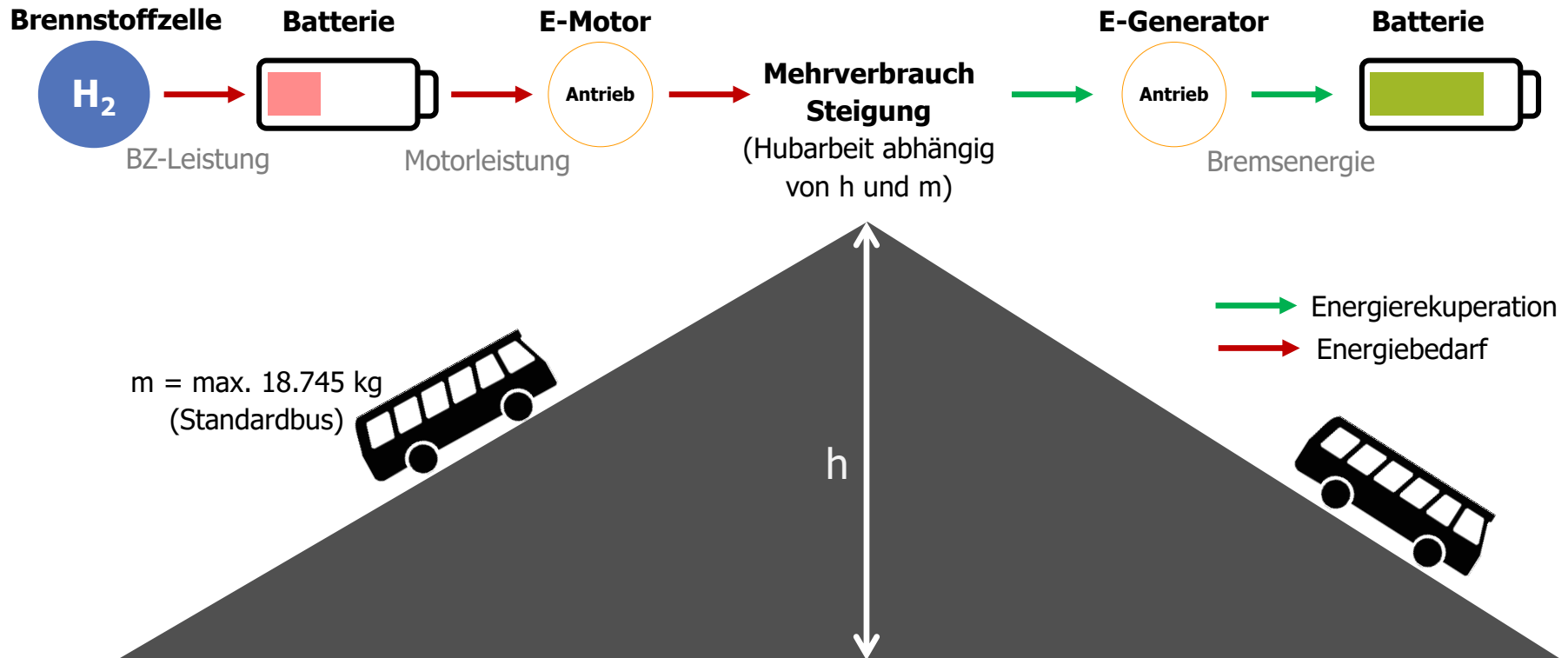
Busverkehr Topographie

Steigung

Wenn die maximale BZ-Leistung < Motorleistung:
Ladezustand Batterie sinkt

Gefälle

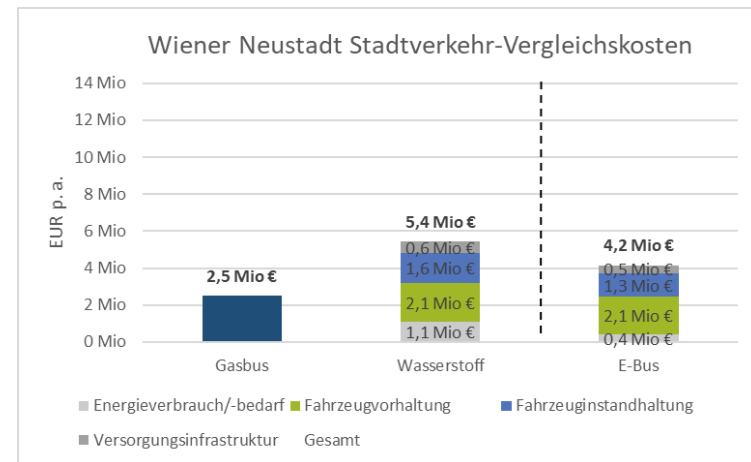
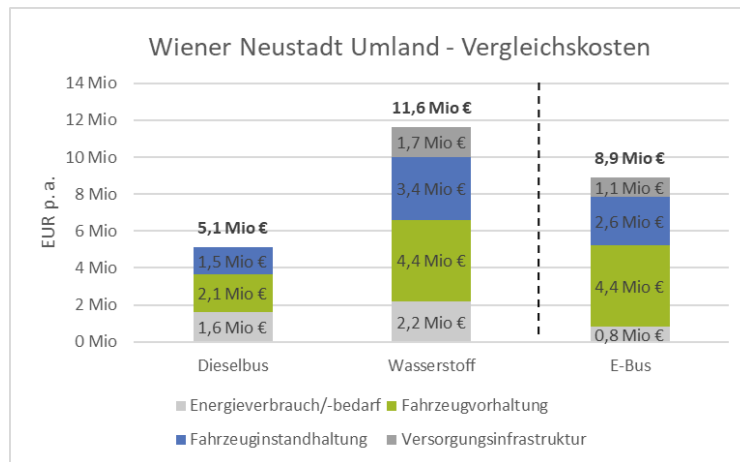
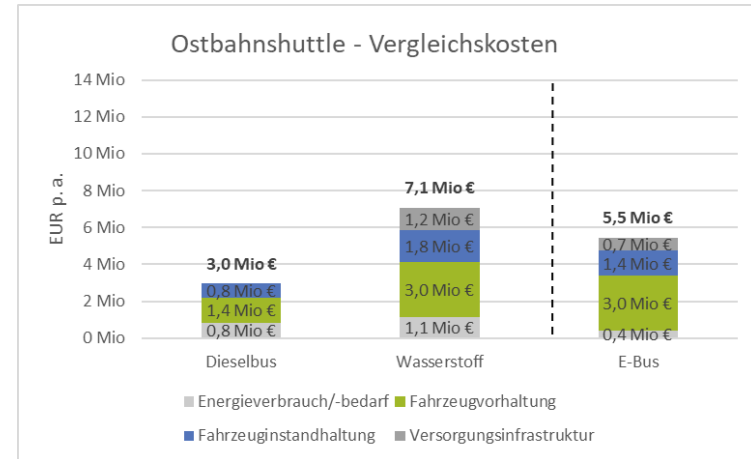
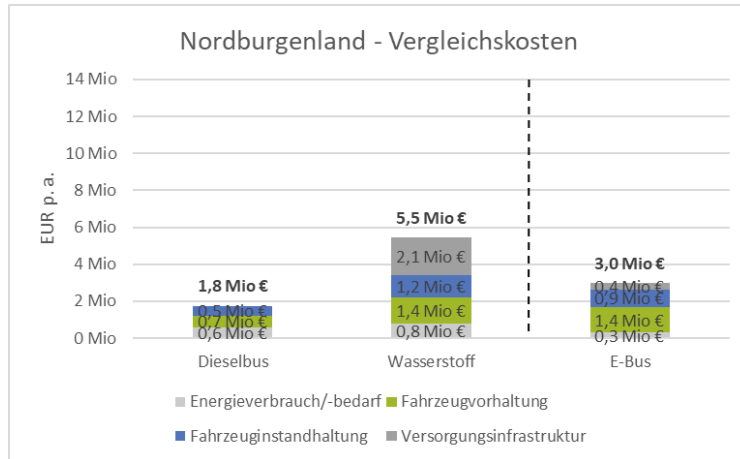
Die Bremsenergie wird zurückgewonnen:
Ladezustand Batterie steigt (bis zur Vollladung)



Quelle: eigene Darstellung KCW

Busverkehr

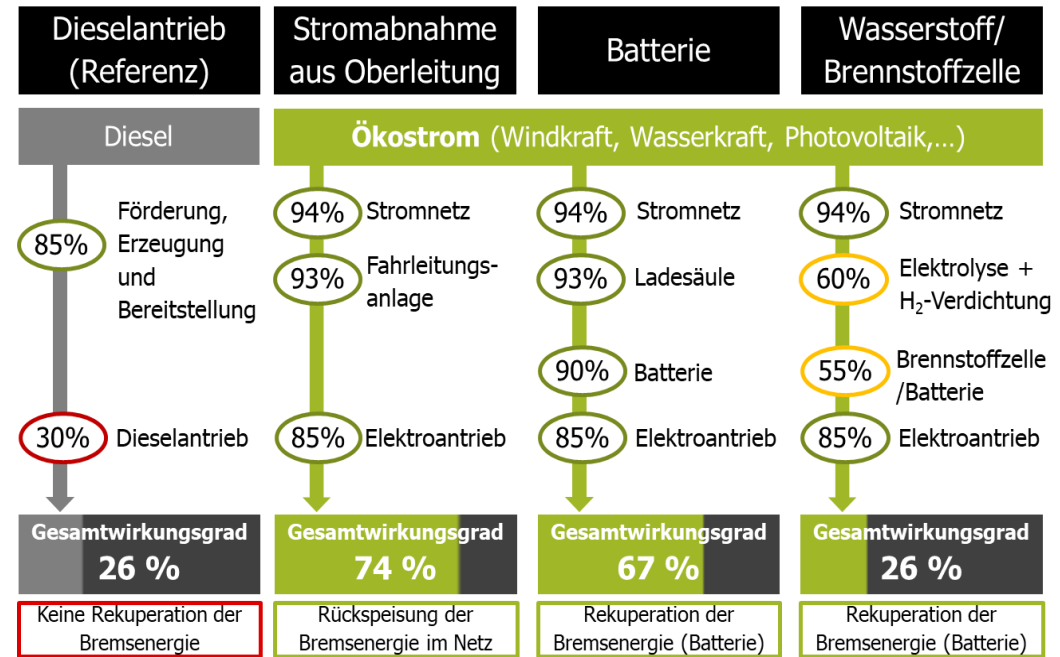
Jährliche Vergleichskosten je Gebiet



Busverkehr

Umwelteffekte

- Dekarbonisierung kann nur gelingen, wenn ausreichend erneuerbare Energien zur Verfügung stehen
- Sonne, Wind und Wasserkraft sind endlich → sparsamer Ressourceneinsatz erforderlich
- Elektrofahrzeuge sind etwa 2,5 bis 3 Mal effizienter als Diesel- bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge



Darstellung Gesamtwirkungsgrade gilt in diesen Dimensionen ähnlich für die Eisenbahn

Busverkehr

Leitfaden

Darstellung der Schritte und Rahmenbedingungen für eine strategische Umstellungsplanung:

- Analyse der gesetzlichen Verpflichtungen zur Einführung von dekarbonisierten Technologien
- Analyse der bestehenden Verkehre (Anforderungen des Angebots, Liniennetzstruktur) und Ermittlung der betrieblichen Bedarfe
- Analyse der räumlichen Rahmenbedingungen (Topographie, lokale Energiequellen)
- Marktanalyse Wasserstoffbusse
- Analyse der infrastrukturellen Anforderungen an den Betrieb von Wasserstoffbussen
- Umgang Mehrkosten



Busverkehr

Zwischenfazit Bus

- Deutliche Steigerung der investiven und konsumtiven Kosten durch die Umstellung auf Wasserstoffbusse
- Anpassung der betrieblichen Abläufe erforderlich, aber voraussichtlich kein signifikanter Fahrzeugmehrbedarf (Reichweite von 300 km)
- Neue Wasserstoff-Versorgungsinfrastruktur müsste geschaffen werden:
 - Tankstellen an strategischen Verkehrsknoten oder Lenkdienststellen
 - Zwei zentrale Elektrolyse-Anlagen zur Versorgung mehrerer Tankstellen empfehlenswert
- Einige Linien im südlichen Umland von Wiener Neustadt hinsichtlich Topographie kritisch → detaillierte Untersuchung sinnvoll
- Aus Sicht der Wirtschaftlichkeit und der Umweltutzen (Stichwort Energieeffizienz) sollten E-Bus-Konzepte genauer betrachtet werden

Agenda

Begrüßung

Arbeitspakete

A – Rahmenbedingungen

B – Bahnverkehr

C – Busverkehr

D – Synergiepotential

Fazit und Diskussion

Synergiepotential

Gemeinsame Erzeugung Wiener Neustadt

- Betrachtung einer gemeinsamen Wasserstoffversorgungsinfrastruktur (Erzeugung/Elektrolyse + Tankstelle) im Bereich Wiener Neustadt



Quelle: eigenes Bild, Tamás Diebel



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

- Prüfung des Synergiepotentials für
 - Erzeugungskosten und
 - Investitionskosten

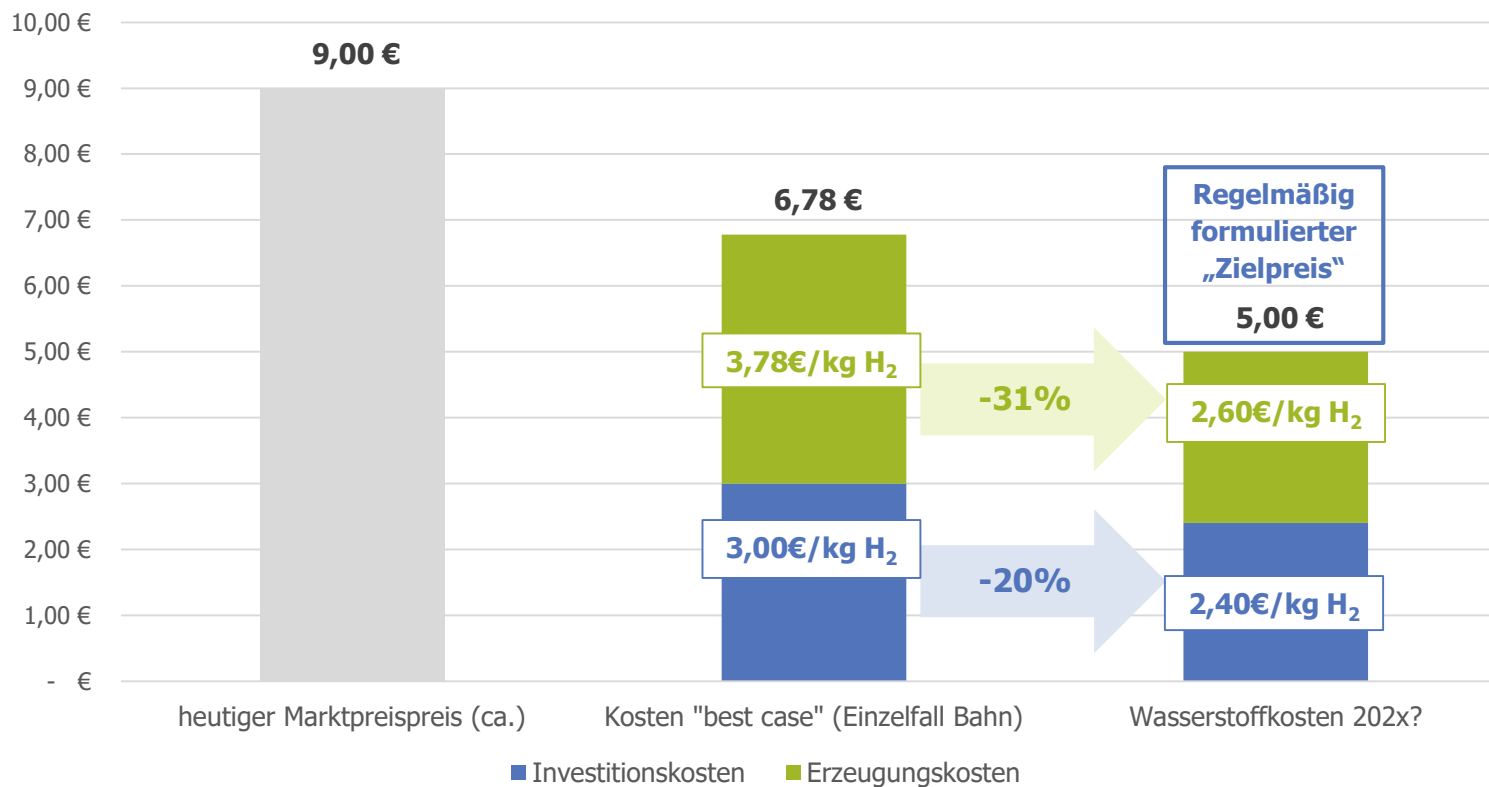
Synergiepotential

Ergebnisse

- **Erzeugungskosten** für grünen Wasserstoff unterscheiden sich insbesondere aufgrund der **Struktur der Netzentgelte** (verschiedene Spannungsebenen → unterschiedliche Entgelte): Bus profitiert von günstigeren Netzentgelten bei synergetischer Erzeugung
- **Kaum Losgrößenvorteile für Investitionen** (Elektrolyse und Tankstelle)
- **Ergebnisse für den Standort Wiener Neustadt:**
 - Synergiepotential im untersuchten Fall vergleichsweise überschaubar: <3% der jährlichen Wasserstoffkosten für Bus und Bahn am Standort Wiener Neustadt
 - Mögliche rechnerische Einsparung im Jahr in Summe ca. 330.000 EUR → mit gegenläufigen Effekten zu verrechnen

Synergiepotential

Wasserstoff – Kostenentwicklung je Kilogramm?



Darstellung zeigt mögliche Kostenentwicklung (netto)
→ weitere preisbildende Elemente (Marge, Vertrieb) unberücksichtigt

Agenda

Begrüßung

Arbeitspakete

A – Rahmenbedingungen

B – Bahnverkehr

C – Busverkehr

D – Synergiepotential

Fazit und Diskussion

Fazit und Diskussion

Alternative Antriebe im öffentlichen Verkehr

- Sowohl wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenfahrzeuge als auch batterieelektrische Fahrzeuge sind geeignet, die Dekarbonisierung des öffentlichen Verkehrs zu forcieren
- Wasserstofffahrzeuge (noch?) mit erheblichen Mehrkosten gegenüber Dieselbetrieb
 - Erzeugungskosten müssen gesenkt werden
 - Investitionskosten durch Förderungen zu unterstützen
- **Wasserstoff = „Champagner unter den Energieträgern“¹⁾**
- Im Bahnbereich stellen schon jetzt batterieelektrische Fahrzeuge (BEMU) eine sinnvolle und wirtschaftlichere Alternative dar
- BEMU können zudem Brückentechnologie auf dem Weg zur Vollelektrifizierung sein → Vollelektrifizierung bietet weitere Vorteile: sowohl kostenseitig für den Besteller (VOR) als auch betrieblich (Durchbindungen von/nach Wien)

¹⁾ Quelle: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/wasserstoff-technologie-101.html>

Kontakt

Julian Nolte
Berater

KCW GmbH

+49 30 4081768-72

Bernburger Str. 27
D - 10963 Berlin

nolte@kcw-online.de
www.kcw-online.de