

# eObus im Praxiseinsatz

Dekarbonisierung nach einem Jahr Praxis



## LINIENNETZ

		2019	2020*
Obus	Fahrgäste	43.052.000	30.050.000
	Linien	12	12
	Linienlänge	126,0 km	128,0 km
	Fuhrpark	112	124
	Fahrplankilometer	5.690.759 km	5.498.556 km

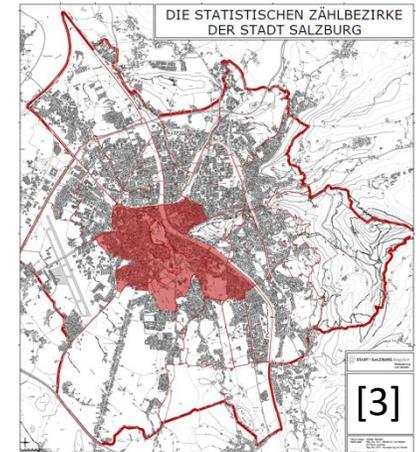


\* rückläufige Kennzahlen aufgrund der CoV-19-Pandemie



## STATUS QUO DIE ÖKOLOGISCHE BEDEUTUNG

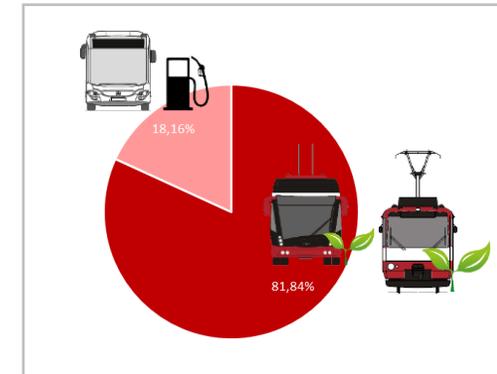
- › Der elektrische Nahverkehr in der Stadt Salzburg ermöglicht bereits heute eine jährliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 42.500 Tonnen gegenüber dem Individualverkehr.
- › Durch die Steigerung des Anteils elektrisch beförderter Personen auf den Zielwert von 100% steigt die jährliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter an.
- › Wie viele Bäume bzw. wie viel Quadratmeter Wald müsste man anpflanzen, um 42.500 Tonnen CO<sub>2</sub> aus der Luft zu binden? [2]
  - › Eine Buche, die 23 Meter hoch ist und auf einer Stammhöhe von 1,30 Meter einen Durchmesser von etwa 30 Zentimetern besitzt, speichert nach etwa 80 Jahren eine Tonne CO<sub>2</sub> – sie speichert also pro Jahr 12,5 Kilogramm CO<sub>2</sub>.
  - › Es müssten also 3,4 Millionen Bäume gepflanzt werden, um jährlich 42.500 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Bäume wieder zu kompensieren.
  - › Das entspricht bei einem idealen Pflanzabstand von 2,0 Metern einer Fläche von knapp 7 Quadratkilometern einer Fläche so groß wie das Zentrum der Stadt Salzburg



## STATUS QUO

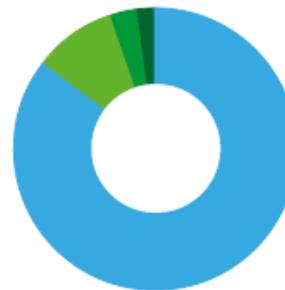
# 100% ERNEUERBARE ENERGIE

- › Die Salzburg AG betreibt seit 1907 elektrischen Bahnverkehr und seit 1940 elektrischen Verkehr auf der Straße (Obus).
- › In 2019 wurden 81,92% der Fahrgäste rein elektrisch befördert.
- › Die elektrische Energie zum Antrieb der Verkehrsmittel stammt zu 100% aus erneuerbaren Energiequellen.



### STROMKENNZEICHNUNG

gem. § 78 Abs. 1 und 2 EIWOG 2010 und StromkennzeichnungsVO 2011 für den Zeitraum 1.1. 2017 bis 31.12. 2017



Energieträger	Versorgermix in Prozent
Wasserkraft	85,28
Windenergie	9,47
Feste und flüssige Biomasse	3,29
Sonstige Ökoenergie	1,96
<b>Erneuerbare Energien</b>	<b>100,00</b>

#### Bei der Erzeugung entstanden folgende Umweltauswirkungen

CO <sub>2</sub> -Emissionen	0,00 g/kWh
Radioaktiver Abfall	0,000000 mg/kWh

Die Nachweise stammen zu 66,03 % aus Österreich und zu 33,97 % aus Norwegen.

# VON DER IDEE BIS ZUR UMSETZUNG

- › Zielsetzung
- › Verkehrssituation zu Beginn des Projekts
- › Planung der Umsetzung
- › Betriebsaufnahme

## ZIELSETZUNG

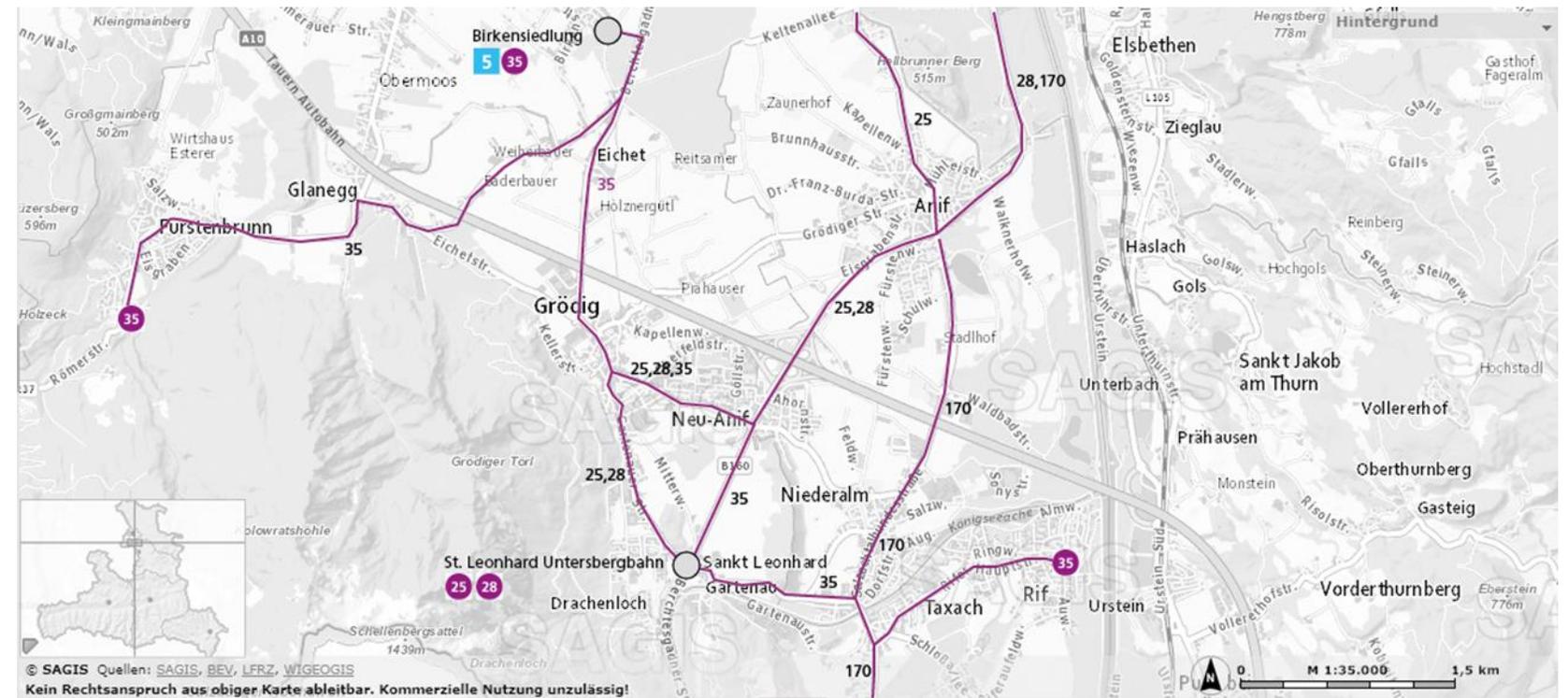
- › Die Gemeinde Grödig ist eine aufstrebende Gemeinde im Ballungsraum Salzburg und setzt auf ökologischen öffentlichen Verkehr.
- › Die Gemeinde Grödig zählt rund 7.000 Einwohner und hat eine starke Pendler-verflechtung mit der Stadt Salzburg (sowohl Berufs- als auch Ausbildungspendler). Diese verlangen eine direkte, schnelle Direktverbindung zwischen der Gemeinde Grödig und der Stadt Salzburg.
- › Im Bereich der Berchtesgadener Straße entlang der bestehenden Linienführung befindet sich ein räumliches Entwicklungsgebiet der Stadt Salzburg, in welchem in den nächsten Jahren mehr als 300 Wohnungen entstehen bzw. bereits entstanden sind.
- › Die Untersbergbahn ist Ausgangsort vieler Tagestouristen, der benachbarte Busterminal wurde von der Gemeinde Grödig als Umsteigeknoten adaptiert und attraktiv gestaltet.
- › Zahlreiche Nächtigungsbetriebe im Gemeindegebiet von Grödig sorgen zudem für erheblichen touristischen Verkehrs in die Stadt Salzburg.

## ZIELSETZUNG

- › Die Obuslinie 5 endet kurz vor der Gemeindegrenze zwischen Stadt Salzburg und Gemeinde Grödig und nur 2,5 km vor dem Gemeindezentrum von Grödig an der Haltestelle Birkensiedlung.
- › Der fehlende Lückenschluss wird derzeit von der Regionalbuslinie 35 im 30' bzw. 60'-Takt bedient, an der Haltestelle Birkensiedlung muss umgestiegen werden
- › Die Hohe Akzeptanz des öffentlichen Verkehrs und die Beliebtheit des Obusses gehen aus einer Bürgerbefragung der Gemeinde Grödig hervor, in der die Einwohner als dringlichste verkehrliche Maßnahme die Verlängerung der Obuslinie 5 bis in den Ortskern von Grödig fordern.
- › Logische Konsequenz aus diesen Eckpunkten ist eine Verlängerung der Obuslinie 5 über das bestehende Linienende hinaus und bis ins Gemeindezentrum bzw. sogar darüber hinaus.
- › Gemäß der Zielsetzung wurden zunächst alle Varianten in Bezug auf Streckenführung und Energiebereitstellung untersucht.

## VERKEHRSSITUATION ZU BEGINN DES PROJEKTS

› Liniennetz vor Eröffnung der Linie 5 nach Grödig (bis 09/2019)



## PLANUNG DER UMSETZUNG

- › Die Planung von Linienweiterungen erfolgt idealerweise in vier wesentlichen Stufen
  - › Erhebung der Betriebsdaten (z.B. Fahrplan, Haltestellenabstände, Höhenprofil, Verspätungsstatistik);
  - › Erhebung der technischen Parameter der bestehenden und neuen Infrastruktur (z. B. Elektrifizierungsgrad, Gleichrichterunterwerke, Fahrleitungsspannung, Systemwechselstellen);
  - › Erhebung weitgehend standardisierter Fahrzeugausführungen am freien Markt (Flottenmanagement, Fahrgastkapazität, Größe der Traktionsbatterien);
  - › Simulation des Betriebs der unterschiedlichen Varianten und Auswahl eines idealen Subsystems
- › Das Resultat des Planungsprozesses unter Beachtung des Betriebs, der Fahrzeuge und der Infrastruktur ist eine optimierte Systemauswahl hinsichtlich technischer Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.
- › Aufgrund der Fahrzeuglebensdauer von bis zu 25 Jahren, der Umrichterstationen von bis zu 30 Jahren und der Oberleitung selbst von bis zu 40 Jahren ist daher eine Life-Cycle-Cost-Betrachtung unumgänglich.
- › **Aus 12 Varianten mit unterschiedlichen Betriebs- und Energiekonzepten fiel die Wahl auf die Verlängerung der Linie 5 bis Grödig Untersbergbahn mit reinem Batteriebetrieb über das bestehende Streckenende an der Haltestelle Birkensiedlung hinaus.**



## BETRIEBSAUFNAHME

- › Seit dem Fahrplanwechsel im Dezember 2019 sind die Fahrten nach Grödig vollständig in den Fahrplan der Linie 5 integriert. In der Hauptverkehrszeit fährt jede zweite Fahrt weiter nach Grödig (alle 20' oder 30') und in Schwachstunden und sonntags fährt jede Fahrt weiter nach Grödig (alle 20').
- › Neu und innovativ ist der Betrieb der Linie 5 mit eObussen mit Traktionsbatterie über das bisherige Streckenende an der Haltestelle Birkenried bis zum Busbahnhof in Grödig hinaus. Die Traktionsbatterien werden während der Fahrt im bestehenden Oberleitungsnetz vollständig geladen, das zur ausreichenden Energieversorgung durch ein neues Umspannwerk in der Nähe des städtischen Friedhofs ergänzt wurde.
- › Zum Einsatz kommen fabrikneue Fahrzeuge des Typs BGT-N1D des Schweizer Herstellers Carrosserie Hess AG, die nach einem EU-weiten Vergabeverfahren Ende 2018 bestellt wurden.
- › Im Nachtbetrieb endet die Linie 5 auch in der Salzburger Innenstadt, die Ladezeit wird dadurch deutlich verkürzt. Im Normalbetrieb fährt die Linie mindestens 15,6 km bzw. 62 Minuten (inkl. Wendezeit) unter Oberleitung und 8,4 km bzw. 28 Minuten Fahrzeit im Batteriebetrieb. Im Abendverkehr verkürzt sich die Fahrt unter Oberleitungen auf 11,4 km bzw. 32 Minuten.

# ONE YEAR OF OPERATIONS

- › Betriebserfahrungen nach einem Jahr
- › Energiemanagement
- › Schlüssel zum Erfolg

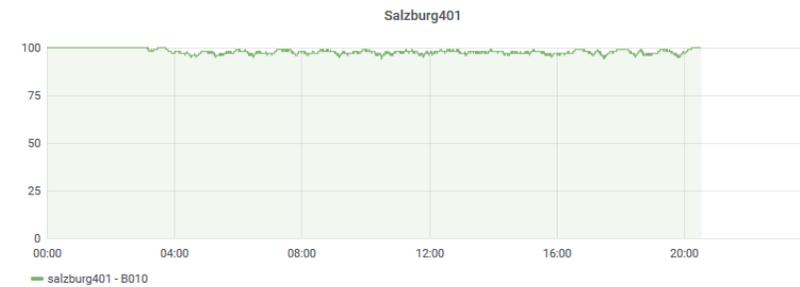
## BETRIEBSERFAHRUNGEN NACH EINEM JAHR

- › Nach mehr als einem Jahr Praxis können die Simulationen bestätigt werden. Die Dimensionierung der Batteriepacks mit 60 kWh erweist sich heute als gut dimensioniert, jedoch ist die Zuverlässigkeit der Linie 5 (z.B. Verspätungen, Kurzwenden) sehr hoch. Außerdem ist der Alterungsprozess der Batterie noch nicht eingetreten.
- › Der Einsatz großzügig dimensionierter Batteriepacks mit geringem Gewicht in Verbindung mit einem intelligenten Energiemanagement der Fahrzeuge garantiert einen wirtschaftlichen Betrieb.
- › Der Verbrauch von ca. 2 kWh/km eines knapp 19 m langen Gelenk-Bus im Alltag sind ein unschlagbar niedriger Wert. Auch die Zuverlässigkeit des bewährten Obus-Systems in Kombination mit dynamischem Laden beweist eindrucksvoll nach einem Jahr Betriebszeit: Keine einzige Fahrt scheiterte an nicht funktionierenden Traktionsbatterien oder an zu kleinen Batteriepacks.
- › Es war übrigens immer das Ziel, eine homogene Flotte unter Berücksichtigung der Entwicklungen in der Zukunft zu betreiben. So könnte künftig nahezu jede dieselbetriebene Buslinie im Stadtverkehr mit den gleichen Trolleybussen mit 60-kWh-Batteriepacks auf Elektroantrieb umgerüstet werden. Dies trägt auch dazu bei, Reserveflotten zu minimieren.

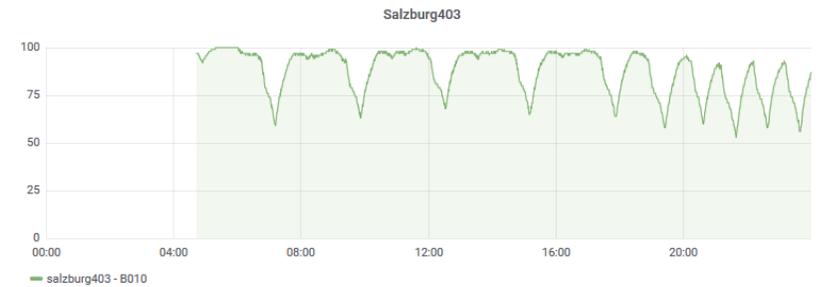
## ENERGIEMANAGEMENT

- › Der mittlere spezifische Energiebedarf für den gesamten Betrieb des Obussystems in Salzburg lag im Zeitraum Jänner und Dezember 2020 bei ca. 2,28 kWh/km.
- › Inklusiv der Fahrleitungsheizung im Winter, der Leitungswiderstände und anderer Verbraucher im Netz beträgt der Gesamtverbrauch ca. 2,44 kWh/km.
- › Nur die Linie 5 betrachtet, beläuft sich der spezifische Energiebedarf im gleichen Betrachtungs-zeitraum auf ca. 2,04 kWh/km. Der unterdurchschnittliche Energieverbrauch der eObus-Linie 5 im Vergleich zum Gesamtnetz liegt zum einen in der Liniencharakteristik mit geringem Staurisiko, gut gewählten Haltestellenabständen und wenigen Fahrtunterbrechungen (z.B. VLSA).
- › Zum anderen wird jedoch die beim Bremsen zurückgewonnene Energie vollständig im Fahrzeug für die Nebenverbraucher, das Heiz- und Kühlsystem sowie zum Laden der Traktionsbatterie genutzt. Die Traktionsbatterie unterstützt zusätzlich als Zwischenpuffer beim Anfahren und Bremsen und vermeidet dadurch Spannungsabfälle bzw. –spitzen in der Fahrleitungsversorgung.
- › Auch die Kälteperiode im Februar 2021 war kein Problem. Allerdings stieg der Energieverbrauch am kältesten Tag auf 3,51 kWh/km.

# ENERGIEMANAGEMENT



› SOC during operations fully under catenaries – battery packs are used to smooth tips



› Typical SOC during operations on line 5 with shortend services in the evening to Rathaus stop.

Fahrverhalten bei Verzögerung in Anteil Rekuperation (elektrische Rückspeisung) und pneumatische Bremse (Wärmeverlust)



› Recuperated brake energy for period January to December 2020.

## DER SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG

- › Bei der Umsetzung des Projektes kommen für alle Zwecke Standardkomponenten zum Einsatz, was sich auch in der hohen Verfügbarkeit der Fahrzeuge und im Zusammenspiel von Infrastruktur und Fahrzeugen widerspiegelt.
- › Bei der Umsetzung der Clean Vehicle Directive (CVD) in Salzburg ist der eObus mit dynamischer Ladung der Schlüssel zum Erfolg für einen rein elektrischen ÖPNV mit ausgereiften Komponenten in Kombination mit innovativer Batterietechnologie.



# ZUSAMMENFASSUNG

## ZUSAMMENFASSUNG



Rund 82 % der Fahrgäste in der Stadtregion Salzburg nutzen bereits elektrischen öffentlichen Nahverkehr.

Elektrische Energie ist bei der Salzburg AG zu 100 % erneuerbare Energie.

Einführung von eObussen mit dynamischer Ladung bei der Linie 5.

Strategie zur Erfüllung der Richtlinie für saubere Fahrzeuge und nationaler Gesetze für Stadtbuslinien (heute Diesel und CNG).

## KONTAKT

### **DI Christian Osterer**

Head of Department Technisches Asset Management  
Betriebsleiter Obus gemäß StrabVO  
Betriebsleiter-Stv. Haupt- und Nebenbahnen gem. § 21 EisbG  
Person gemäß §40 EisbG 1957 für Fachgebiet Maschinentechnik

Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation  
Plainstraße 70, 5020 Salzburg, Österreich  
T +43/662/8884-6113, M +43/676/86826113  
christian.osterer@salzburg-ag.at, [www.salzburg-ag.at](http://www.salzburg-ag.at)