

Abschlusspräsentation

Netz- und Fahrplandynamisierung

Luzern, 22.05.2026

Lars Ghezzi, Flurin Käch, Sinan Grüter



- 01** Auftrag & Vorgehen
- 02** Daten, Bereinigung & Dashboard
- 03** Wirtschaftlichkeitsrechnung
- 04** Empfehlung & nächste Schritte

01 Auftrag & Vorgehen

Anliegen

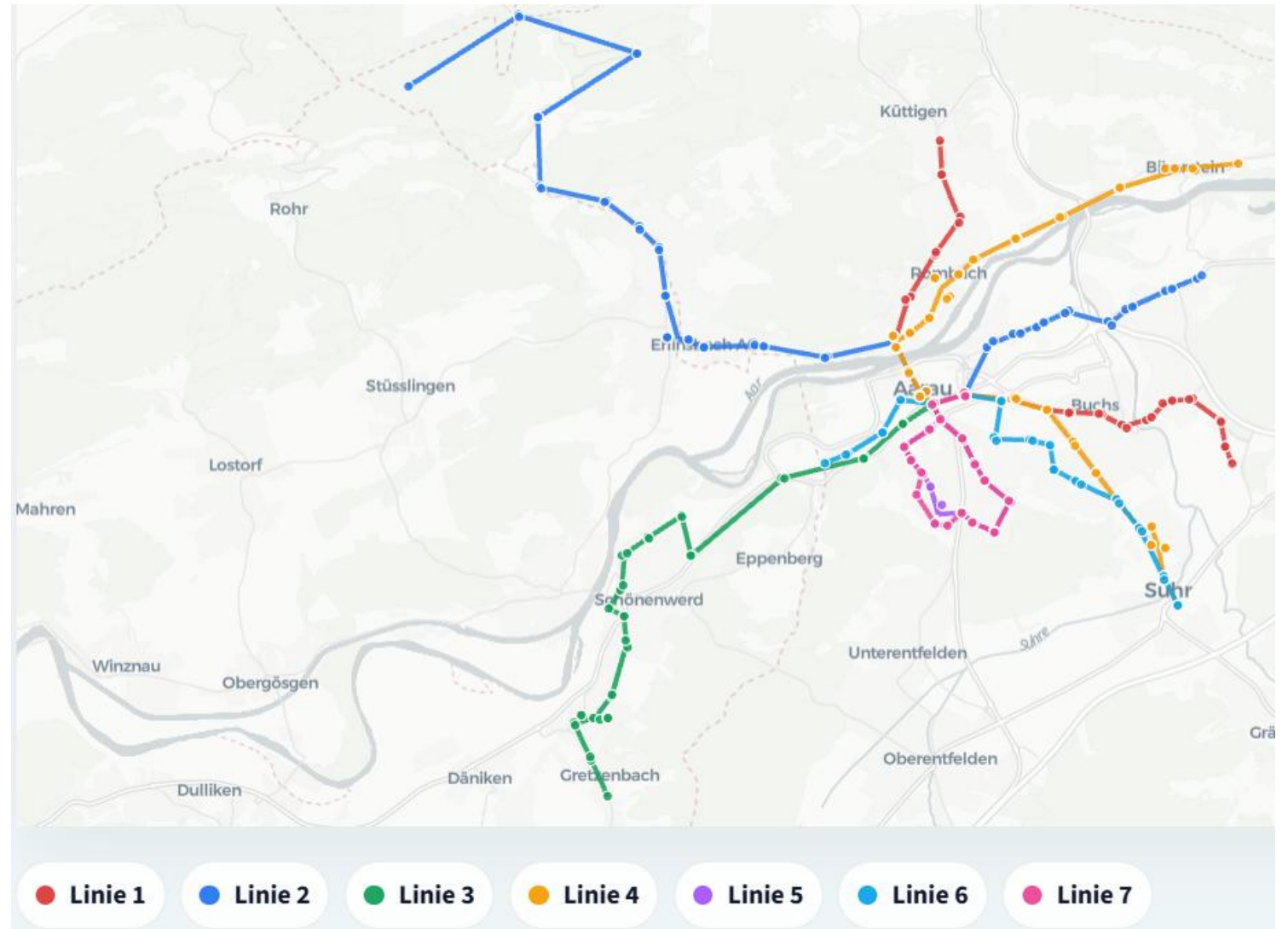
Im Zentrum gibt es mehr Einsteiger als gegen Ende der Linien.

Herausforderungen

Auslastungen unterscheiden sich innerhalb einer Linie = Randabschnitte können unwirtschaftlich sein.

Lieferobjekt

Empfehlungen zur Netz- und Fahrplangestaltung auf Basis von Daten.



Dashboard: Linienübersicht als Ausgangspunkt der Netzsicht

Welche Netz- oder Fahrplanänderung verbessert die Erschliessung, ohne die Wirtschaftlichkeit zu verschlechtern?

Datenfrage

Wo fahren viele Menschen mit, wo steigen sie ein/aus, und welche Gebiete haben Nachfragepotenzial?

Businessfrage

Lohnt sich die Verlängerung nach Hunzenschwil unter realistischen Nachfrageannahmen?

Entscheidung

Pilot, Linien-Split, Vollausbau oder kein Ausbau?

02 Daten, Bereinigung & Dashboard

Datensatz	Wie eingebunden	Was wird abgerufen	Funktion im Dashboard
Haltepunkte_Information.xlsx	Lokal über pd.read_excel()	Haltestellen, Linien, Reihenfolge, Koordinaten, Haltepunktnamen	Linienverlauf, Kartenpunkte, Streckenabschnitte, Liniennetz und Stationsauswahl
Fahrgastzahlen_bereinigt.csv	Lokal über pd.read_csv()	Linie, Datum, Kurs, Fahrzeug, Zeit, Ein-/Ausstiege, Besetzung	Auslastung pro Kurs, Zeitraffer, Abschnittsbelegung und Fahrgastzahlen-Tabelle
ch.bfs.volkszaehlung-bevoelkerungsstatistik_einwohner.csv	Lokal über pd.read_csv()	Rasterpunkte mit E_KOORD, N_KOORD, NUMMER	Zeigt Wohnbevölkerung als orange Layer, für Gebietsanalyse
STATENT_*.xlsx	Lokal über pd.read_excel(sheet_name="Daten")	E_KOORD, N_KOORD, B08 VZAT	Zeigt Beschäftigte/Arbeitsplätze als blauer Layer, wird ebenfalls für Gebietsanalyse und Radiusauswertung summiert
ÖV-Güteklassen AG	Online über AGIS MapServer: avk_oevgueteklassen/MapServer/212/query	GeoJSON-Polygone mit OBJECTID, OEVGUETE KL und Geometrie	Zeigt ÖV-Erschliessungsqualität A-F als farbige Polygonflächen unter den Linien

Negativ Werte

1. Sicherstellung, dass die Anzahl Fahrgäste im ersten Streckenabschnitt den Einsteigenden an der Starthaltestelle entspricht.
 2. Kurse mit einer negativen Auslastung von mehr als 10% über den gesamten Kurs wurden ausgeschlossen.
 3. Verbleibende negative Werte wurden durch den Median desselben Kurses an derselben Haltestelle auf Basis der vergangenen fünf Wochen ersetzt.
- Datei: Aufbereitung_Daten.ipynb

Linienkarte

- Einzelkurs oder Durchschnitt anzeigen
- Auslastung je Abschnitt
- Zusatzlayer: Bevölkerung, Beschäftigung, ÖV-Güteklassen

Liniennetz

- Haltestellen und Strecken anzeigen
- Radiusanalyse um Stationen

Gebietsanalyse

- Gebiet auf Karte einzeichnen
- Bevölkerung und Arbeitsplätze summieren

Hunzenschwil

- Punkte in Hunzenschwil setzen
- Radius auswerten
- Bevölkerung und Arbeitsplätze im Einzugsgebiet für Potenzialanalyse und Wirtschaftlichkeitsrechnung

Zeitraffer

- Tagesverlauf der Auslastung

Streckenabschnitte

- Zeitraum und Wochentage filterbar
- Ø Belegung je Streckenabschnitt

Fahrgastzahlen DF

- Rohdaten anzeigen, Daten kontrollieren

Seite

- ☒ Linienkarte
- ☐ Liniennetz
- ☐ Gebietsanalyse
- ☐ Hunzenschwil
- ☐ Zeitraffer
- ☐ Streckenabschnitte
- ☐ Fahrgastzahlen DF

- ☒ Einzelkurs
☐ Durchschnitt

Linie

1



- ☒ Volkszählungs-Layer
☒ Beschäftigungs-Layer
☒ ÖV-Güteklassen AG

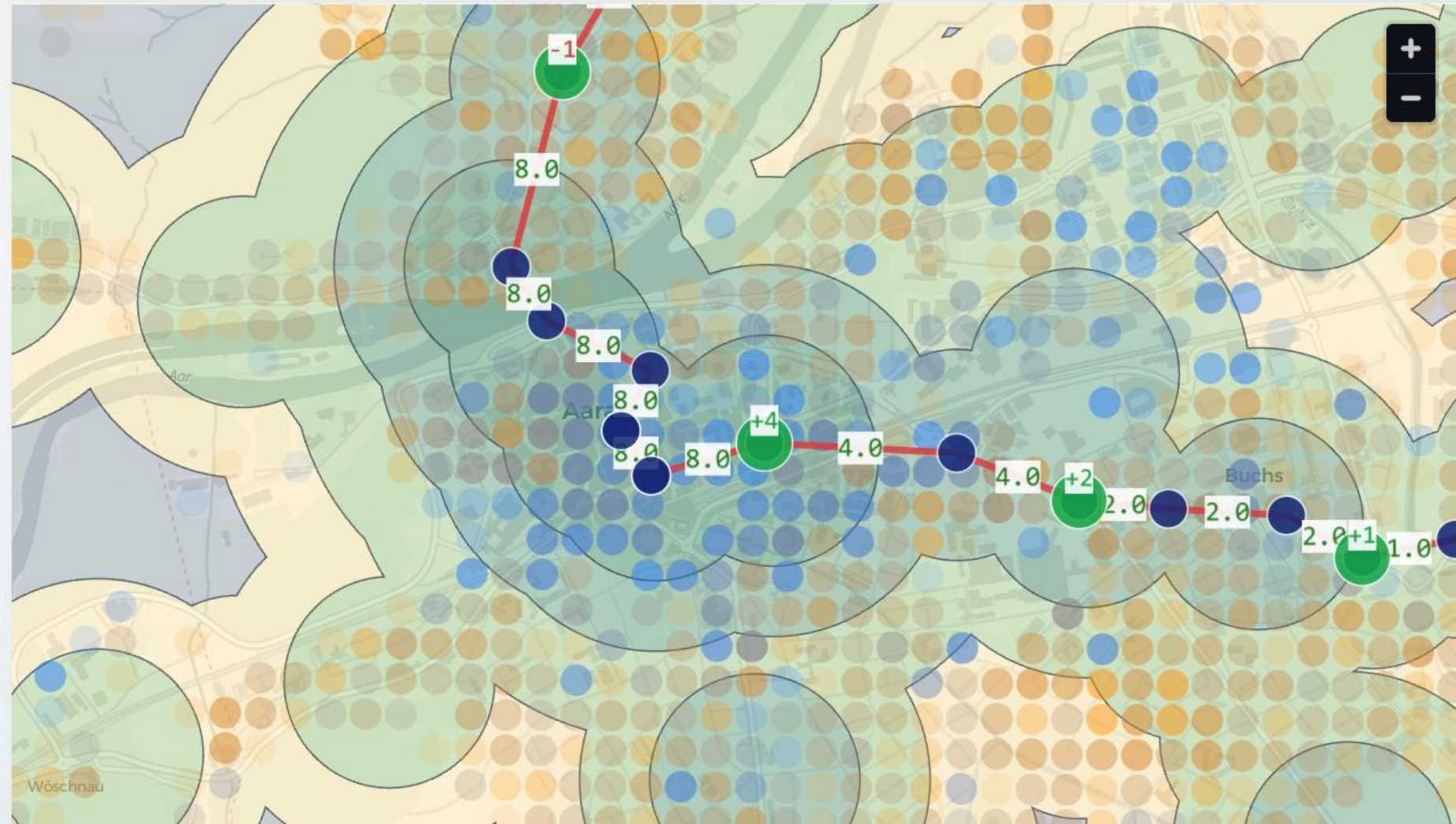
Datum

2025-01-05

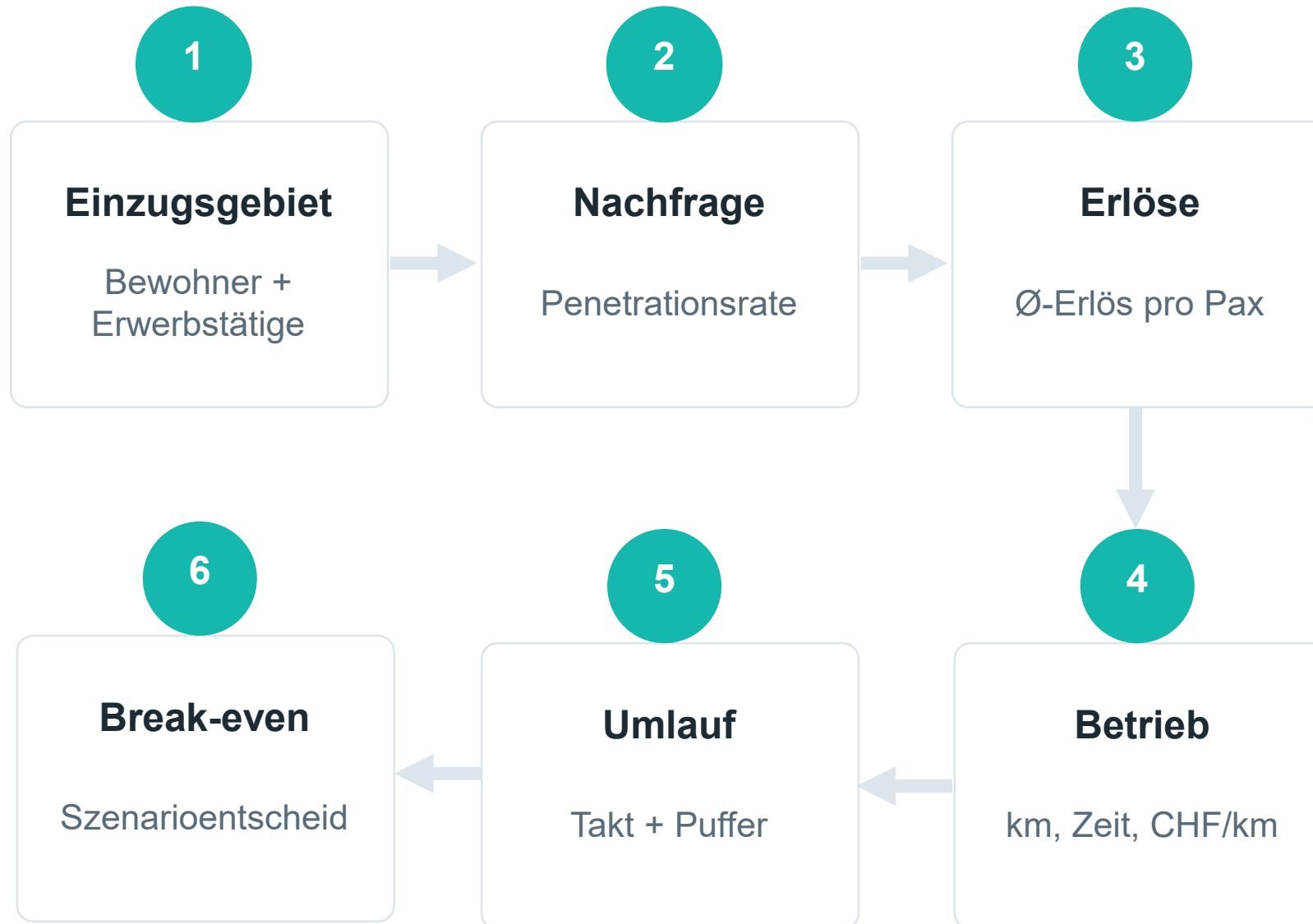


Kurs

108 - 19:06



03 Wirtschaftlichkeitsrechnung Hunzenschwil



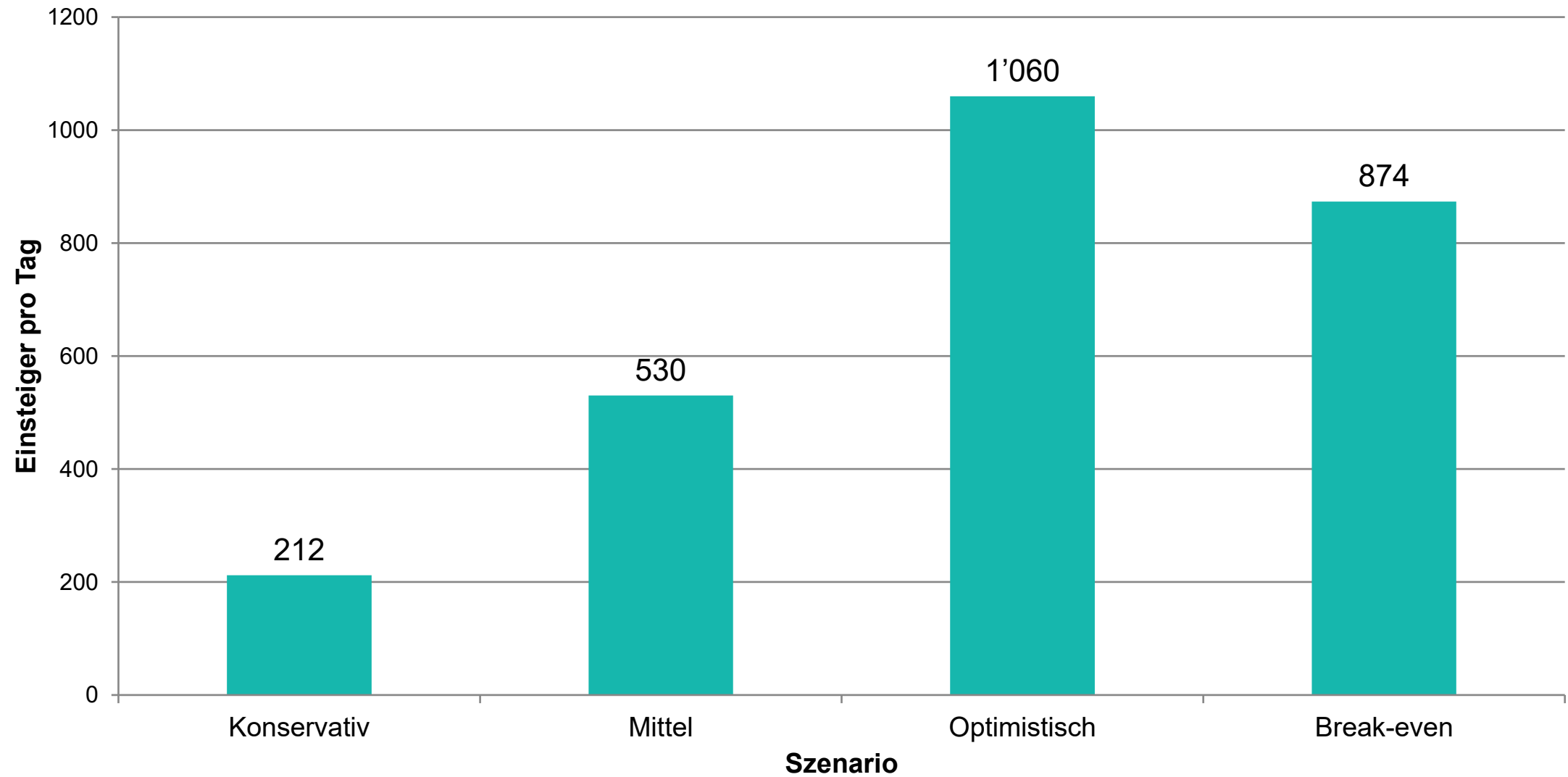
Parameter	Wert	Einheit	Bemerkung / Formel
A. Einzugsgebiet Hunzenschwil (Nachfrage-Basis)			
Wohnbevölkerung im neuen Einzugsgebiet	5400	Personen	Quelle: Eigenes Dashboard / ARE-Daten
Erwerbstätige im neuen Einzugsgebiet	5200	Personen	Quelle: Eigenes Dashboard / BFS-Pendlermatrix
Total Potenzielle Nutzer:innen (Einw.+Erwerb.)	10600	Personen	Wohnbevölkerung + Erwerbstätige
B. Penetrationsrate & Nachfrage			
Penetrationsrate Szenario Optimistisch	10.0%		Quelle: MZMV 2021
Penetrationsrate Szenario Mittel	5.0%		Quelle: MZMV 2021
Penetrationsrate Szenario Konservativ	2.0%		Quelle: MZMV 2021
Tägliche Einsteiger opt. (Hunzenschwil)	1060	Pax/Tag	Total Nutzer × Penetrationsrate opt.
Tägliche Einsteiger mittel (Hunzenschwil)	530	Pax/Tag	Total Nutzer × Penetrationsrate mittel
Tägliche Einsteiger konserv. (Hunzenschwil)	212	Pax/Tag	Total Nutzer × Penetrationsrate konserv.
Betriebstage pro Jahr	365	Tage/Jahr	Basis für Jahresnachfrage
C. Erlösparameter			
Durchschnittserlös pro Fahrgast	3.20	CHF/Pax	Mittlerer Ertrag nach Abzug Verbundanteil // Zwischen 1.50 und 5.00 CHF
D. Betriebskosten – Linienverlängerung			
Zusätzliche Streckenlänge (eine Richtung)	3.2	km	Verlängerung bis Hunzenschwil // ca. 2–5 km
Anzahl Fahrten pro Tag (beide Richtungen)	112	Fahrten/Tag	Abfahrten Richtung Hunzenschwil + Rückfahrten (bei Halbstundentakt sind es 56 Fahrten, bei Viertelstundentakt sind es 112 Fahrten)
Zusätzliche Fahrzeit pro Fahrt (eine Richtg.)	10	Minuten	Reine Fahrzeit Verlängerung // ca. 5–12 min
Kosten pro Fahrzeugkilometer	3.90	CHF/km	Quelle: BBA, Chauffeur CHF 70/h -> CHF 1.4/km, Elektro-Gelenkbus CHF 2.46/km
Zusätzliche Fahrzeug-km pro Tag	716.8	km/Tag	Strecke × 2 (hin+zurück) × Fahrten
Zusätzliche Fahrzeug-km pro Jahr	261632	km/Jahr	km/Tag × Betriebstage
Zusätzliche Fahrzeit pro Tag (total)	37.3	Stunden/Tag	Minuten × 2 × Fahrten / 60
Betriebskosten Verlängerung pro Jahr	1'020'365	CHF/Jahr	km/Jahr × Kosten/km

10'600**Potenzielle Nutzer:innen**

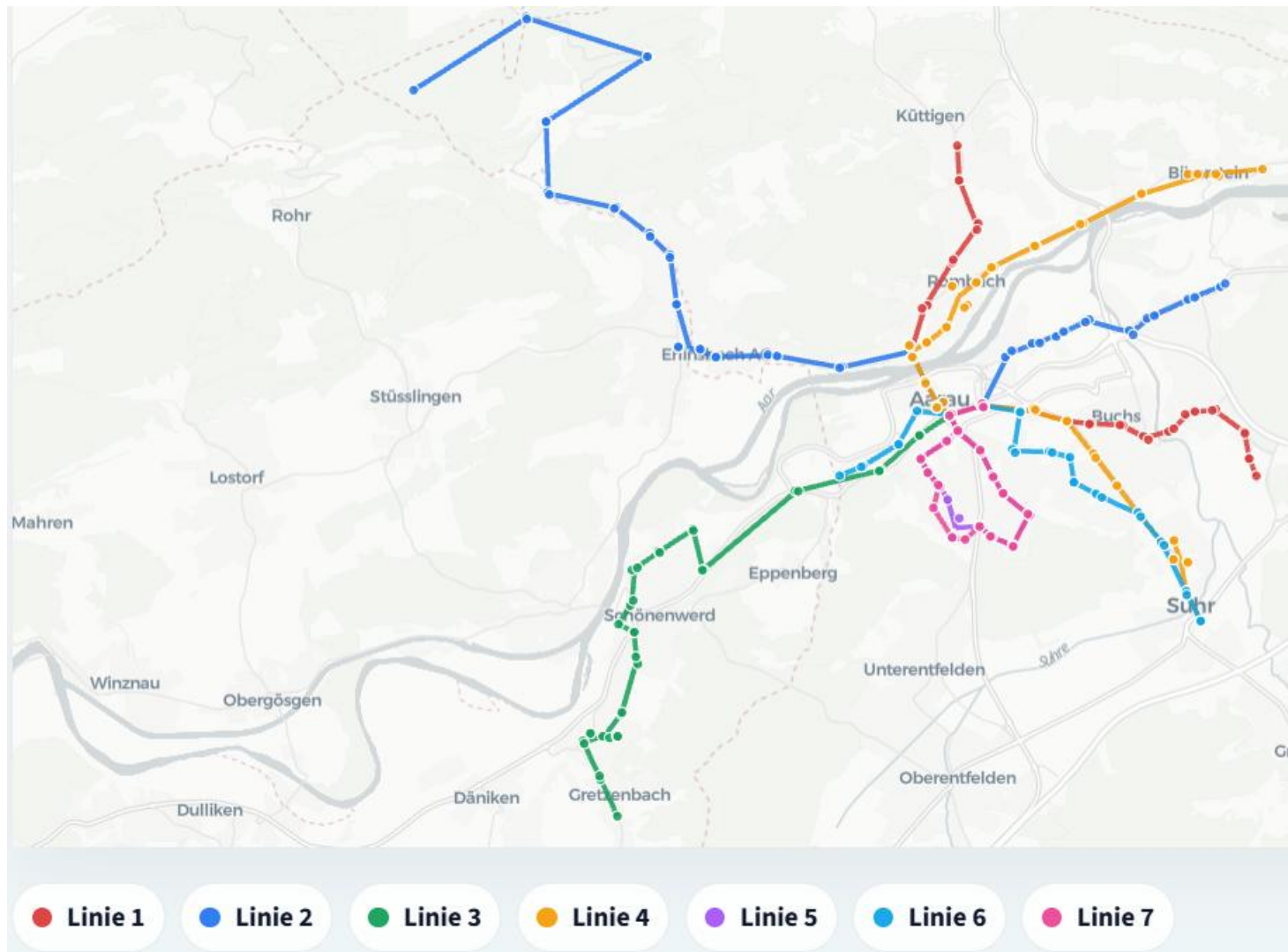
5'400 Bevölkerung + 5'200 Erwerbstätige

3.20 CHF**Durchschnittserlös pro Fahrgast****3.2 km****zusätzliche Strecke je Richtung****3.90 CHF/km****Kosten pro Fahrzeugkilometer**

Schritt 3 – Umlaufprüfung			
Parameter	Wert	Einheit	Bemerkung / Formel
A. Bestehender Umlauf			
Aktuelle Umlaufzeit	52.	Min	Aus Inputs
Takt der Linie	15.	Min	Aus Inputs
Bestehender Reservepuffer	5.	Min	Aus Inputs
B. Verlängerung: neue Umlaufzeiten			
Zusätzliche Umlaufzeit	20.	Min	Fahrzeit * 2 Richtungen
Neue Umlaufzeit (mit Verlängerung)	72.	Min	Alt + Zusatz
Benötigte Fahrzeuge heute / nach Verlängerung	4 Fzg → 5 Fzg	Fzg	CEILING(UZ/Takt) alt vs. neu
Mehrumschlauf (Differenz Fahrzeuge)	1	Fzg	Positiv = Mehrumschlauf nötig
C. Umlaufentscheid (Hauptszenario)			
Mehrumschlauf erforderlich?	JA – 1 Zusatzfahrzeug(e) nötig		
D. Alternativszenario: Auslassen einer Haltestelle			
Zeitersparnis durch Auslassen Haltestelle	3.	Min	Aus Inputs
Neue Umlaufzeit (ohne Haltestelle)	69.	Min	Mit Auslassen
Benötigte Fahrzeuge (ohne Haltestelle)	5	Fzg	Aus Inputs
Mehrumschlauf noch nötig (ohne Haltestelle)?	JA – Mehrumschlauf bleibt nötig		
E. Kosten des Mehrumschlaufs (falls erforderlich)			
Jährl. Abschreibung Zusatzfahrzeug	37'500	CHF/Jahr	Aus Inputs
Jährl. Betriebskosten Zusatzfahrzeug	85'000	CHF/Jahr	Aus Inputs
Totale jährl. Mehrkosten Fahrzeug	122'500	CHF/Jahr	Abschreibung + Betrieb



Parameter	Optimistisch	Mittel	Konservativ
A. Kostenübersicht (jährlich)			
Betriebskosten Verlängerung (CHF/Jahr)	1'020'385	1'020'385	1'020'385
Zusatzkosten Mehrumlauf (CHF/Jahr, falls nötig)	122'500	122'500	122'500
Totale Jahreskosten der Verlängerung	1'142'865	1'142'865	1'142'865
B. Erlöse (Szenarien)			
Jahreserlöse Hunzenschwil (CHF/Jahr)	1'238'080	619'040	247'616
C. Break-Even Rechnung			
Deckungsbeitrag (Erlöse – Kosten)	95'215	(523'825)	(895'249)
Durchschnittserlös pro Fahrgast	3.20	3.20	3.20
Break-Even Einsteiger/Tag (Hunzenschwil)	978.5	978.5	978.5
Break-Even Einsteiger/Jahr (Hunzenschwil)	357'145	357'145	357'145
D. Vergleich: Prognose vs. Break-Even			
Prognostizierte Einsteiger/Tag	1'060.0	530.0	212.0
Break-Even Einsteiger/Tag	978.5	978.5	978.5



Kannibalisierungsrisiko

Wenn die neue Verbindung nicht schneller oder deutlich komfortabler ist, kann sie bestehende Nachfrage nur verschieben statt zusätzliche Nachfrage zu erzeugen.

Fahrzeitrisiko

Eine längere Linienführung kann bestehende Fahrgäste belasten. Das ist besonders kritisch, wenn der Puffer im Umlauf klein ist (Verspätungen).

04 Empfehlung & nächste Schritte

1. Kein sofortiger Vollausbau

Unter Mittel- und konservativem Szenario ist der Case klar negativ. Vollausbau nur bei gesicherter Nachfrage.

2. Pilot / Linien-Split prüfen

Mögliche Variante (Linien-Split):
Küttigen–Aarau Bhf &
Aarau Bhf–Hunzenschwil
mit eigenständiger Prüfung.

3. Dashboard operationalisieren

Nachfrage, Potenziale und
Kostenannahmen regelmässig
aktualisieren; Szenarien im Excel
nachführen.

Datenqualität

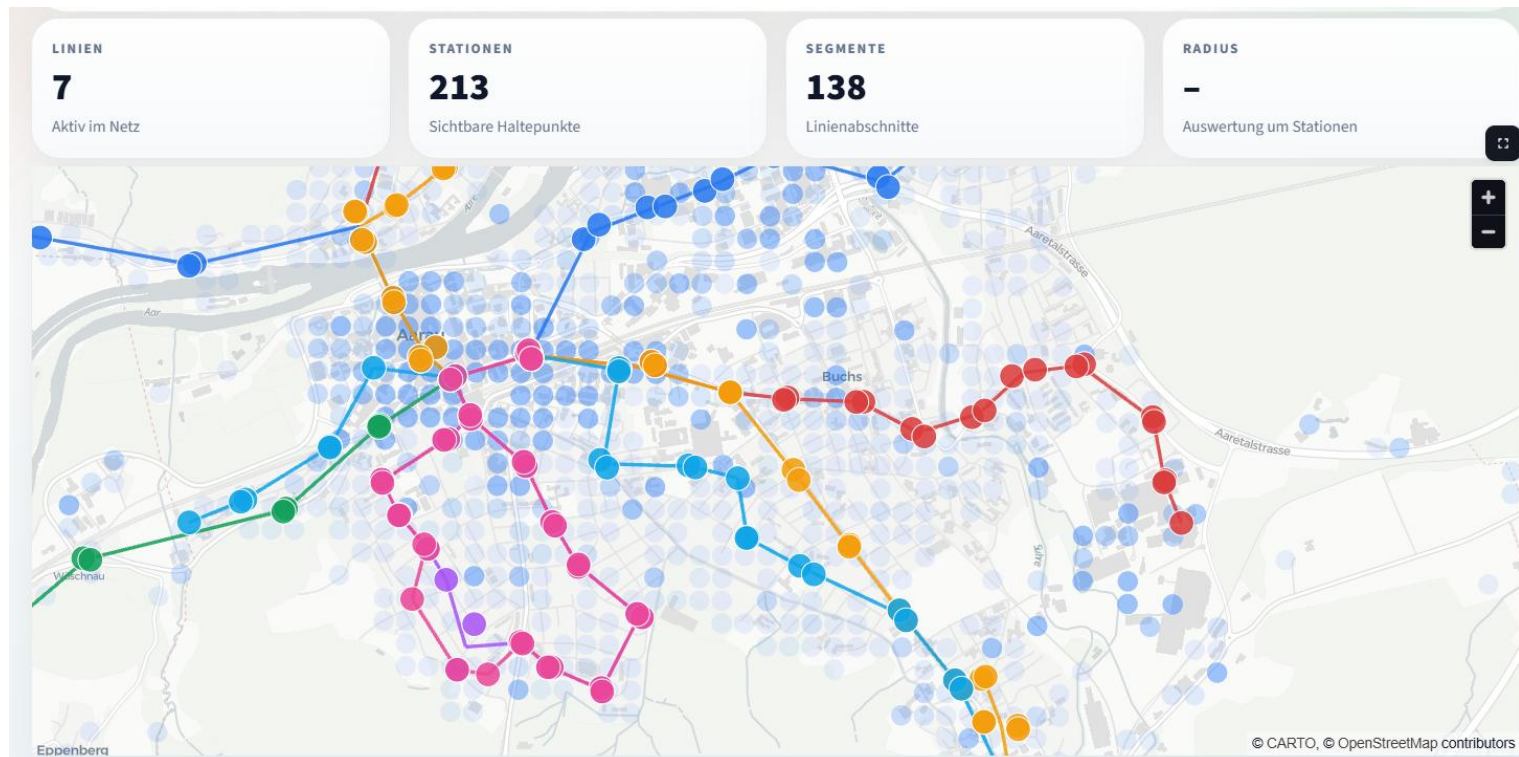
NaN-Werte sind nicht pauschale Fehler. Interpretation muss im Code und Dashboard transparent bleiben.

Unsicherheit

Penetrationsrate, Durchschnittserlös und Nachfrageverlagerung dominieren das Ergebnis.

Betrieb

Umlaufpuffer ist klein. Fahrzeitabweichungen können die Machbarkeit verändern.



Dashboard als Prüf- und Monitoringtool

Unsere Schlussfolgerung

1

Das Dashboard macht die räumlichen Potenziale und Linienmuster sichtbar.

2

Der Hunzenschwil-Case ist nur bei hoher Nachfrage wirtschaftlich positiv.

3

Empfohlen wird ein validierbarer Pilot statt ein sofortiger Vollausbau.

Entscheidungsvorschlag: Pilot- oder Linien-Split-Variante vorbereiten und mit Dashboard/Excel monatlich validieren.

Fragen & Diskussion
