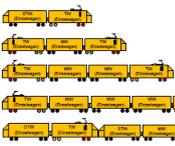
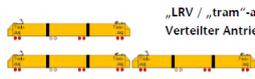
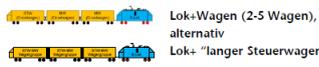


## Antriebssysteme-ZVB

### Untersuchung möglicher Antriebssysteme für die Zillertalbahn abseits dieselgetriebener Varianten

Ein Projekt gefördert im Rahmen der 6. Ausschreibung  
des Programms **Mobilität der Zukunft**  
Fahrzeugtechnologien

Im Zuge des FFG Antrags „Untersuchung möglicher Antriebssysteme für die Zillertalbahn abseits dieselgetriebener Varianten (Kurzbezeichnung: Antriebssysteme-ZVB)“ sollen mögliche Antriebskonzepte für den Schienenverkehr im Zillertal von Jenbach nach Mayrhofen hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit, der Verfügbarkeit der Technik und ihren Kosten untersucht werden. Derzeit wird die ca. 33 km lange Nebenstrecke Jenbach-Mayrhofen mit Dieseltriebzügen älterer Bauart (Planung ebenfalls durch Molinari GmbH) betrieben. Diese sind aufgrund des Dieselbedarfs und des erhöhten Wartungsaufwands nur bedingt wirtschaftlich und nähern sich ihrem Lebenszeitende. Die bestehende Bahn soll aufgrund der angespannten Verkehrslage im Zillertal erhalten und entsprechend modernisiert werden. Aufgrund ökologischer und ökonomischer Überlegungen soll das Neubausystem mit einem elektrischen Antriebssystem versehen werden. Dieses soll es ermöglichen die Fahrzeit der Bahn zu reduzieren und das Gesamtsystem für den Kunden zu attraktiveren. Es wurden vier unterschiedliche Zugkonzepte hinsichtlich ihrer Eignung nach verschiedenen Kriterien untersucht und bewertet (siehe **Abbildung 1**).

|  | Ergebnis: | Pro:   | Kontra:  |
|--|-----------|--|--|
|  <p>Einzelwagen mit Trieb und ggf. Steuerwagen</p>                  | 71 %      | Hohe Flexibilität, Nachnutzung der „Vrutky“-Wagen denkbar                              | mehr technische Komponenten pro Zuglänge, Für Triebwagen keine 760mm-Referenz am Markt   |
|  <p>Triebzug, Antrieb am Wagenende</p>                              | 73 %      | 760mm-Referenz am Markt (Stadler/Mzb)  | Gefäßgröße nur Einfach-/Doppeltraktion, „Vrutky“-Wagen sind ggf. als „Anhänger“ nachnutzbar (Themenkomplex Kompatibilität, Schnellkupplung etc...) |
|  <p>Triebzug, mittiger Abtrieb</p>                                  | 66 %      | Trennung Antrieb/Passagier   | Gefäßgröße nur als Einfach-/Doppeltraktion, ggf. nur von Stadler-Rail (GTW-Patente)  |
|  <p>„LRV / „tram“-artige, Verteilter Antrieb/Gelenkwg.</p>          | 73 %      | Höherer Niederflur-Anteil, oberbau-schonend (zb.: als Gelenkfahrzeug)                  | Gefäßgröße nur als Einfach-/Mehrfachtraktion, keine 760mm-Referenz am Markt  |
|  <p>Lok+Wagen (2-5 Wagen), alternativ Lok+ „langer Steuerwagen“</p> | 64 %      | Last-Mile Güterverkehr möglich, hohe Flexibilität, Nachnutzung „Vrutky-Wagen“ denkbar. | Oberbaubelastend (Lok), keine 760mm-Referenz für Lok am Markt  |

**Abbildung 1: Ergebnisse Fahrzeugkonzepte**

Auf Grundlage des Zugkonzeptes wurde durch GPS Messungen und Datenanalyse der Energieverbrauch, sowie die Systemleistung bestimmt. Ausgehend von diesen Daten wurden die verschiedenen Energieversorgungen dimensioniert und eine Bewertung vorgenommen. Aus technischer Sicht wurden sowohl Oberleitungsvarianten, wie auch Akkulösungen mit Schnellladung mit guten Realisierungschancen bewertet (siehe **Abbildung 2**).

|   | Ergebnis:   | Hinweise:   | Kosten  |
|---|-------------|---|---|
| <b>Oberleitung DC 1500V</b><br>DC 1,5kV ab Landesnetz-Mittelspannung mit symmetrisch belastenden Gleichrichter-Unterwerken schneidet als beste*) der fünf betrachteten EN50163-Spannungen in punkto Unterwerksanzahl, Spannungsabfällen in Relation zu Spannung und Stromart, Kosten, Betriebssicherheit, Luftstrecken, 760mm-Fahrzeugbau („kein Trafo“) und „Energieautonomie 2050 mit Landesnetz“ ab.<br><br>*)Einphasige 50Hz-Fahrdrahtspannungen ab Landesnetz haben eine in den meisten Aspekten eine schlechtere Bewertung erhalten. Aufgrund höherer induktiver Spannungsabfälle ist 50Hz erst ab rd. 6kV oder höher sinnvoll. | <b>84 %</b> | Erprobt, Fzg. am Markt (Beispiel Stadler/Mzb, Spannung änderbar)<br><br>Alternative ÖBB 15kV 16,7Hz ab Inntal: Keine Redundanz bei Oberleitungs-Kurzschluss bzw. zusätzliche 16,7Hz Umrichter zur Eigenenerzeugung aus Landesnetz sehr kostenintensiv Energieautonomie Tirol mit ÖBB-Strom „offen“.   | (Grundstücks- und Finanzierungskosten nicht inbegriffen)<br><b>DC1,5kV:</b><br>Errichtung 19Mio€, Gesamt 30Jahre <b>79Mio€</b><br><br><b>ÖBB AC 15kV/16,7Hz (Ohne Redundanz)</b><br>Errichtung 14Mio€, Gesamt 30Jahre <b>77Mio€</b> |
| <b>Akku-Schnellladung (in ausgewählten Stationen)</b><br>Mit DC 1,5kV oder DC 3kV Oberleitung via Landesnetz, ggf. mit >AC 6kV 50Hz ab Landesnetz 1phasig (Nachteil: unsymmetrische Landesnetzlast und „Trafo“ am Fahrzeug notwendig)   | <b>70 %</b> | Beschleunigung/Fahrt über Fahrdraht möglich (Akkuschonung / 100%-Oberleitungsfahrzeug) „Kurze Wende“ bei reiner Stationsladung nicht ausreichend -> „lange Wende“-> zusätzliche Fahrzeuge ! Akkutausch ~ 6 Jahre  | Gesamt 30 Jahre <b>97Mio€</b> , Konzept ist <u>ggfs. besser zu bewerten</u> , wenn <u>Fördermittel</u> für die Innovative Technologie generiert werden können !   |
| <b>Akku-Endbahnhofladung</b><br>Mit DC 1,5kV oder DC 3kV Oberleitung via Landesnetz, alternativ mit >AC 6kV 50Hz ab Landesnetz 1phasig (Nachteil unsymmetrische Landesnetzlast und „Trafo“ am Fahrzeug notwendig), alternativ mit Hochstrom-Ladestecker   | <b>55 %</b> | „Kurze Wende“ zur Wiederaufladung nicht ausreichend, „lange Wende“ im Endbahnhof -> zusätzliche Fahrzeuge notwendig ! Für Akkutausch bis zu ~ 6 Jahre: zusätzlicher Akkutrailер oder ggf. nur als Hochflurfahrzeuge!  | Gesamtkosten 30 Jahre <b>126Mio€</b> (teures Akkusystem nach ~6 Jahren je Fzg. zu tauschen)   |
| <b>Brennstoffzelle (Wasserstoff)</b><br>Mit Onboard-Akku  | <b>55 %</b> | Fehlende Normenlage, Neuland. Alstom „iLint“ Prototyp (Vollbahnförderprojekt) geht Ende 2017 in Zulassung. Erfahrung mit 2 Prototypen im Fahrgastbetrieb 2018-2019 zu erwarten ! Wasserstoffdistribution oder ggf. Elektrolysewerk vor Ort bei ZVB zu klären. Antriebsleistung mit Spitzenleistung aus Akku orientiert sich beim iLint an Diesel-Version. | Gesamtkosten 30 Jahre <b>88Mio€</b> . (Wasserstoff-Schienenfahrzeuge werden dzt. um ca. 1 Mio€ teurer als E-Fahrzeuge in der Anschaffung geschätzt) Zusätzliche 12 Monate für Prototypentwicklung im Liefertermin einzuplanen       |

**Abbildung 2: Ergebnisse Fahrzeugkonzepte**

Aufgrund der Bewertungen wurde ein dreiteiliger Triebzug mit 1500 VDC Oberleitung als bester Konzept für die Zillertalbahn ausgewählt. Weiters wurden die erforderlichen Anpassungen der Infrastruktur beschrieben. Dazu zählen die Errichtung der Oberleitung, die Nachrüstung von Erdungsmaßnahmen, Bau von Gleichrichteranlagen, Prüfung von Anschluss-Struktur an die lokalen Energienetze, und der Erwerb von Bauplätzen. Ebenso wurden die Kosten für die zuvor angeführten Punkte ermittelt und im Bericht detailliert dargestellt und vermitteln einen Eindruck der Größenordnung und des Umfangs der erforderlichen Maßnahmen des Projektes.

Abschließend wurden die LCC Kosten für den Erwerb der Fahrzeuge und der Oberleitungsinfrastruktur (ohne Energiekosten, ohne Barwertberechnung) für 30 Jahre mit ca. 79 Mio. € ermittelt. Auf zusätzliche Kosten für Grundstückserwerb, Nachrüstung der Erdungsbürsten für Dampf- und Dieselfahrzeuge wurde hingewiesen.

## Kontaktdaten:

Stefan Wechner, Molinari Rail GmbH ([stefan.wechner@molinari-rail.com](mailto:stefan.wechner@molinari-rail.com))

Christoph Hametner, TU Wien ([christoph.hametner@tuwien.ac.at](mailto:christoph.hametner@tuwien.ac.at))

Helmut Schreiner, ZVB AG ([helmut.schreiner@zillertalbahn.at](mailto:helmut.schreiner@zillertalbahn.at))



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN