



Universität St.Gallen

Institut für Systemisches Management
und Public Governance



Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2023

Herausgeber:

Prof. Dr. Christian Laesser

Prof. Dr. Thomas Bieger

Prof. Dr. Kay W. Axhausen

Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2023

Herausgeber:

Prof. Dr. Christian Laesser

Prof. Dr. Thomas Bieger

Prof. Dr. Kay W. Axhausen

ISBN-Nummer
3906532-35-6
ISSN 1423-4459

Alle Rechte vorbehalten
Copyright © 2023
Institut für Systemisches Management
und Public Governance
der Universität St.Gallen

SVWG Schweizerische Verkehrs-
wissenschaftliche Gesellschaft
IMP-HSG Institut für Systemisches
Management und Public Governance
der Universität St.Gallen

Inhaltsverzeichnis

<i>Peter Hummel</i> Ein Jahrhunderttraum ist wahr geworden	7
<i>Thomas Hurter</i> Digitalisierung – Chancen und Risiken für den motorisierten Individualverkehr	17
<i>Kurt Metz</i> ATO für Normal- und Schmalspur - Viele Wege führen zur Bahnautomation in der Schweiz	21
<i>Kurt Metz</i> Verkehrsverlagerung international: Wie die Schweiz in ausländische Güterbahn-Infrastruktur investiert	43
<i>Maleika Wörner, Anne Greinus</i> Was nichts kostet, ist nichts wert? Die Wirkungen eines Gratis-ÖV und des 9-Euro-Tickets in Deutschland	59
<i>Simon Kuster</i> Optionswert im Schweizer Personenverkehr: Relevante Grösse für wirtschaftliche und politische Entscheide	69
Autorenverzeichnis	87

Ein Jahrhunderttraum ist wahr geworden

Peter Hummel

Abstract

98 Jahre nach dem ersten Plan wurde die Idee einer umsteigefreien Verbindung zwischen Montreux und Interlaken realisiert – zwar nicht als Dreischienengleis wie 1924 angedacht und 1987 wieder in Planung genommen, sondern mit umspurbaren Drehgestellen.

Der neue Zug heisst Goldenpass Express und besteht aus einem Prestige-/1.-Klass- und einem Prestige-/2.-Klass-Steuerwagen, und einem normalen 1.- und 2.-Klasswagen. Dazu kommt von Interlaken bis Zweisimmen der vorgespante Interfacewagen, der an einem Wagenende mit Normalspur-Puffern versehen ist. Zum bequemen Einstieg am höheren Normalspurperron in Interlaken wird die Höhe der GPX-Wagen um knapp 20 cm angehoben und ein Schiebetritt ausgefahren, um die geringere Wagenbreite auszugleichen.

In Zweisimmen durchfährt die ganze Komposition mit 15 km/h die Umspurrampe innert weniger als einer halben Minute: Nachdem jeweils ein Wagenkasten auf Spreizarme abgestützt ist, kann der Abstand der vier Einzelräder hydraulisch um 435 mm auf die Meterspur verringert werden.

In der zweiten Februarhälfte wurden auf dem normalspurigen BLS-Abschnitt erhöhte Weichenabnützungen entdeckt. Mit der Verringerung der Radabstände konnte die Ursache aber mit bescheidenem Aufwand behoben werden.

Die Einführung des Goldenpass Express stellt einen Quantensprung dar. Die MOB erhofft sich eine Steigerung der 5 Mio Passagiere im Jahr 2019 um 30 Prozent.

Keywords Weltpremiere, Direktverbindung, umspurbare Drehgestelle, neue Prestige-Klasse

1 Einleitung

Die BLS und die MOB haben mit einer umsteigefreien Verbindung von Interlaken nach Montreux ein Generationenprojekt verwirklicht: Der neue Goldenpass Express kann von Normal- auf Meterspur umgespurt werden – eine internationale Neuheit.

"Das ist eine Weltpremiere!" verkündete Georges Oberson, Direktor der Montreux Berner Oberland Bahn (MOB) bei der ersten Medienpräsentation mit Stolz. Seit seinem Amtsantritt vor elf Jahren hat er die Idee einer transitierenden Verbindung von Montreux nach Interlaken trotz verschiedener Rückschläge beharrlich zum Ziel geführt. Die Lancierung des neuen direkten Zuges erfolgte nun aber nicht unter dem jahrelang verwendeten Projektnamen TransGoldenPass, der 2014 bei einer Wagentaufe auch feierlich aufs Tapet gehoben wurde (und selbsterklärend wäre), sondern als „Goldenpass Express“. Wie Marketingchef Frédéric Delachaux ausführte, wurde nämlich Goldenpass zur neuen Dachmarke erkoren, unter der auch die bisherigen beiden Goldenpass-Züge Panoramic und Belle Epoque vermarktet werden (in den Nuller Jahren waren noch die Zentralbahn-Züge über den Brünig in dieses Label einbezogen). Als Gattungskürzel, wie es auch auf den Steuerwagen-Fronten prangt, wird GPX verwendet – dies in Analogie zu den im Schweizer Panoramazugangebot bereits etablierten GEX (Glacier Express), BEX (Bernina Express) und LIX (Luzern-Interlaken-Express).

2 Gastroangebot, aber kein Speisewagen

Die vier Kurspaare verkehren auf dem MOB-Abschnitt überlagert zum bisherigen Angebot an Goldenpass-Kursen mit nur wenigen Halten, sind aber gleichwohl keine eigentlichen „Schnellzüge“ und auch nur wenige Minuten rascher (Zweisimmen-Montreux in 1:54, ab Interlaken in 3:12).

Mit den 23 Waggonen von Stadler lassen sich vier Kompositionen bilden; für den Planbetrieb braucht es deren drei, eine bleibt in Wartung / auf Reserve. Eine GPX-Stammeinheit besteht zu Beginn aus einem Prestige-/1.-Klass- und einem Prestige-/2.-Klass-Steuerwagen, und einem normalen 1.- und 2.-Klasswagen. Dazu kommt von Interlaken bis Zweisimmen der vorgespannte sogenannte Interfacewagen, der an einem Wagenende mit Normalspur-Puffern versehen ist und unter anderem die Elektroinstallationen enthält, die für den Betrieb auf der Normalspur nötig sind. Als 2.-Klasswagen bietet er auch Kapazität für das lokale Passagieraufkommen im Simmental. Ab Ende 2023 folgt als fünfter Wagen für die Stammeinheit noch ein 2.-Klasswagen mit Niederflureinstieg. Ursprünglich war ja die Bildung von Sieben-Wagen-Garnituren vorgesehen, wovon aus Gewichtsgründen wieder Abstand genommen wurde; die Perronverlängerungen an verschiedenen Bahnhöfen sind deshalb vorerst unnötig. Fallengelassen wurde auch der Bau von Speisewagen, die eigentlich für diese längere neue Strecke prädestiniert gewesen wären, aber offenbar zu wenig profitabel schienen; stattdessen wurden mehr 2.-Klasswagen bestellt. Während etwa der Glacier Express seit jeher Speisewagen führt, der Luzern-Interlaken-Express mit den Adler-Kompositionen einen Bistrowagen bekam und der frühere „Superpanoramic“ der MOB einen Barwagen hatte, wird der GPX somit nicht mal eine Bartheke bieten; allerdings gibt es im 1.-Klasse-Wagen ein kleines Cateringabteil, in dem Speisen für einen à la Place - Service aufbereitet werden,

zwar in allen Klassen, aber nur auf Voranmeldung. Dazu wurden mehrere Kulinarikpartner aus der Region an Bord geholt.

3 Pininfarina-Design mit Panorama-Effekten

Wie schon in den Neunziger Jahren beim Crystal Panoramic verfügt eine GPX-Komposition also an beiden Enden einen Steuerwagen; anders als damals befindet sich aber die Lok nicht mehr in der Mitte, sondern je etwa hälftig an Zugspitze oder -schluss: Von Interlaken bis Zweisimmen zieht eine BLS-Lokomotive, von dort bis Montreux schiebt eine MOB-Maschine (und umgekehrt auf der Rückfahrt). Die MOB ist froh, dass sie von diesen einst vier Ge 4/4 der Serie 8000, die in den Neunziger Jahren eigentlich für die durchgehende 3-Schienen-Traktion bestellt wurden, nur eine an die Rhätische Bahn verkauft hat und nun für die GPX-Traktion darauf zurückgreifen kann, weil sich die Adhäsion der eigentlich dafür vorgesehenen neuen Triebwagen der Serie 9000 als ungenügend erwies.

Bemerkenswert ist noch eine zusätzliche Funktion des Steuerwagens Seite Interlaken: auf der Talfahrt muss der BLS-Lokführer darin nämlich die normalspurige BLS-Lok fernsteuern können (auf den beiden Streckenteilen setzen die jeweiligen Gesellschaften das eigene Personal ein).

Natürlich wartet der GPX auch mit einem bestechenden Design auf: Für die elegante Frontnase zeichnet wie schon beim "Crystal Panoramic" Pininfarina verantwortlich. Grosse Seiten- und Dachfenster sowie schmale Holme verleihen den Wagen eine eigentliche Panoramawirkung. Innen noch gesteigert wird dieser Eindruck in der neuen Prestige-Klasse, ein Abteil mit 9 Sitzen in beiden Steuerwagen, die auf einem Podest angeordnet sind, wodurch die Fenster bis zum Boden reichen und ein Blick durch die Führerkabine auf die Strecke möglich ist – wie das seit Einführung der ersten Panorama-Steuerwagen vor bald 40 Jahren bei der MOB Tradition hat (weil immer auf der Seite Zweisimmen eine Lokomotive vor- oder nachgespannt ist, ist eine ungehinderte Aussicht aber nur jeweils auf der halben Gesamtstrecke möglich). Diese Prestige-Überklasse ist wenn nicht vom Service, so doch vom Komfort mit der Excellence Class des Glacier Express vergleichbar: Die imposanten, an die Businessclass bei Airlines erinnernden Sessel sind drehbar, mehrfach verstellbar und mit Sitzheizung ausgestattet (die Reservierungsgebühr beträgt auch nur 35 CHF). Immerhin gehören auch die Abteile in der 1. Klasse mit grosszügigen Sitzteilern von 210 cm und in der 2. Klasse mit 180 cm zu den komfortabelsten in Europa (hier beträgt die Reservierungsgebühr je 20 CHF).

4 Spurwechsel innert Sekunden

Zum bequemen Einstieg am höheren Normalspurrperron in Interlaken wird die Höhe der GPX-Wagen um knapp 20 cm angehoben und ein Schiebetritt ausgefahren, um die geringere Wagenbreite auszugleichen. Bei der höheren Geschwindigkeit auf dem ersten, normalspurigen Streckenabschnitt ist ein gewisser höherer Geräuschpegel als üblich wahrnehmbar. Ingenieur Uwe Heinrich, der bei Alstom für die Konstruktion der Drehgestelle verantwortlich ist, erklärt dies mit dem Kompromiss, der bei der Radgrösse und -geometrie gefunden werden musste, um einen annehmbaren Komfort auf den unterschiedlichen Profilen des Normal- und Meterspurgleises zu erzielen. An sich ist es ja ein Glücksfall, dass überhaupt ein Anbieter für solch komplexe Spurwechseldrehgestelle gefunden werden konnte: Nachdem die MOB 2008 zusammen mit dem Winterthurer Engineering-Unternehmen Prose den Prototypen eines umspurbaren Drehgestells entwickelt und in Monteux eine Spurwechsel-Versuchsanlage errichtet hatte, musste nämlich erst ein industrieller Anbieter gesucht werden; damals bestand ja noch die Idee, bestehende Waggons umzubauen. Für Alstom mit der Drehgestell-Reputation der ehemaligen SIG Neuhausen schien dies ein gewisser Prestige-Auftrag zu sein; heutzutage wäre fraglich, ob sich für solche eine geringe Serie von 56 Drehgestellen (die Alstom schliesslich im Bombardier-Werk in Villeneuve produzierte), überhaupt noch ein Hersteller interessieren würde.

In Zweisimmen wurde anstelle der früheren Rollbockgrube, wo früher Normalspur-Güterwagen für den Weitertransport in die Lenk aufgebockt wurden, von den Firmen Steck AG (Metallurgie), ATP (Hydraulik), Prose (Steuerung), Gesa (Elektrik) eine Umspuranlage erstellt. Der Vorgang geht für die Passagiere kaum merklich vonstatten: Auf dem Gleis mit vier Schienen koppelt vorne die BLS-Lok mit Interfacewagen ab, die Fahrleitungsspannung wird von Wechselstrom auf Gleichstrom umgestellt und hinten dockt die MOB-Maschine an. Nach dem fahrplanmässigen zehninütigen Halt durchfährt die ganze Komposition mit 15 km/h die Umspurrampe im vordersten Perronbereich innert weniger als einer halben Minute: Nachdem jeweils ein Wagenkasten auf Spreizarme abgestützt ist, kann der Abstand der jeweils vier Einzelräder hydraulisch um 435 mm auf die Meterspur verringert werden. In einem kurzen Video soll den Passagieren dieser Spurwechsel veranschaulicht werden.

Die MOB nahm die Inbetriebnahme des GPX gleich zum Anlass, auch das restliche moderne Rollmaterial auf die automatische Kupplung des Systems Schwab/Faiveley umzurüsten.

5 Nachträglich nötige Radanpassung

Allerdings währte die Freude über diese Weltpremiere vorerst nur gut zwei Monate. In der zweiten Februarhälfte wurden im Rahmen der normalen Streckeninspektion auf dem normalspurigen BLS-Abschnitt ungewöhnliche Anfahrspuren an den Weichen und eine erhöhte Abnutzung von Herzstücken entdeckt, worauf der GPX-Einsatz umgehend auf die MOB-Strecke beschränkt wurde.

Nach umfangreichen Untersuchungen und Tests stellte sich heraus, dass glücklicherweise kein Wechsel des Radquerschnitts und damit aller Räder nötig war. Mit der Verringerung der Radabstände (sogenannter Radrückenabstand) um wenige Millimeter konnte das Zusammenspiel zwischen den Rädern und bestimmten Weichen auf dem BLS-Netz verbessert und die Ursache der erhöhten Abnutzung behoben werden. Zum Sommerfahrplanwechsel am 11. Juni verkehrte ein erster Zug wieder durchgehend; bis Ende Juli folgten die weiteren drei Kurse.

6 Direkte Züge sollen Nachfrage steigern

Die Einführung des Goldenpass Express stellt zweifellos einen Quantensprung dar. Es ist nicht einfach die Annehmlichkeit des wegfallenden Umstiegs und gelegentlichen Abwartens auf den Anschluss – es ist vor allem der Werbeeffect, welcher der neue Direktzug zwischen den beiden Touristenmagneten Interlaken und Montreux auslösen kann. Der GPX wird nun weltweit als einer der „Premium Trains of Switzerland“ vermarktet. MOB-Direktor Georges Oberson erhofft sich langfristig eine Steigerung der 5 Mio Passagiere im Jahr 2019 um 30 Prozent. Immerhin erhöhen die GPX-Kurse das Zugsangebot um 15 Prozent. Allerdings trägt die MOB nicht das alleinige Risiko: Im Gegensatz etwa zum Glacier Express erhält sie für den GPX Regionalverkehrsabteilung.

Auf absehbare Zeit dürfte es bei der jetzigen Direktstrecke bleiben. Die früher angedachte Verlängerung bis Luzern, die während rund eines Jahrzehnts mit Zentralbahn-Zügen in der goldenen Livree der „GoldenPass Panoramic“-Züge der MOB auch dem Publikum suggeriert wurde, scheint ad acta gelegt zu sein; die Ausrüstung umspürbarer Drehgestelle mit Zahnrad dürfte technisch/finanziell zu anspruchsvoll zu sein. Hingegen könnten sich bei Realisierung der Grimselbahn mit Anschluss an das alpenquerende Schmalspurnetz neue Perspektiven eröffnen; der einstellige Millionenbetrag für eine zweite Umspuranlage in Interlaken wäre dann noch die geringste Investition. Inzwischen hoffen die Promotoren, die von Alstom patentierte Technologie in andere Länder zu verkaufen, die von einer gleichen Umspurung profitieren könnten, etwa Spanien, in Osteuropa, Asien oder Afrika.

Kasten 1

Die 98-jährige Idee

Der Plan einer umsteigefreien Verbindung zwischen Léman und Brienzsee ist nun fast hundertjährig: Bereits 1924 wurde die Vereinigung „Golden Pass“ gegründet mit dem Ziel des Baus einer dritten Schiene zwischen Zweisimmen und Interlaken. Zusammen mit der „Compagnie Internationale des Wagons Lits“ (CIWL) wurde vorab schon mal die Einführung des Luxuszuges „Golden-Mountain-Pullman Express“ mit Salon- und Speisewagen auf der Meterspurstrecke beschlossen; angesichts der aufkommenden Weltwirtschaftskrise 1931 verkehrte dieser allerdings nur einen Sommer lang. Das Dreischienenprojekt aber schlummerte aufgrund zahlreicher technischer und finanzieller Hindernisse vor sich hin. MOB-Direktor Edgar Styger griff 1986 die Idee wieder auf, 1987 wurde in Interlaken die „Interessengemeinschaft 3. Schiene Golden Pass“ gegründet. Den Todesstoss erhielt die dritte Schiene 2006, als vertiefte Abklärungen ergaben, dass eine Durchquerung des Bahnhof Spiez nur mit einem Tunnel möglich ist, was aber weit über dem avisierten Kostenrahmen von 50 Mio CHF zu stehen gekommen wäre. Doch die MOB wollte das schon weit gediehene Projekt nicht mehr ersatzlos preisgeben und zauberte Plan B aus dem Hut: Die innovativen Werkstätten in Charnex entwickelten ein umspurbares Drehgestell, wie es noch nirgends existierte: Während für die russische und iberische Breitspur in der Regel die ganzen Drehgestelle ausgewechselt werden (Ausnahme Talgo) und die Spurdifferenz nur 85 oder 233 mm ausmacht, beträgt der zwischen MOB und BLS zu bewältigende Unterschied 435 mm; dazu wird erstmals auch die Höhe des Wagenkastens angepasst. Mit Alstom wurde zwar ein Hersteller gefunden, allein, aus der zeitnahen Realisierung wurde erneut nichts, weil der Kanton Bern 2014 seine finanzielle Beteiligung vorerst nicht guthieß. Es dauerte dann bis 2018, ehe die Umspurwagen bestellt werden konnten. Wegen Covid-bedingten Verzögerungen bei der Drehgestellproduktion musste die Inbetriebnahme schliesslich nochmals um ein Jahr verschoben werden.



Kasten 2

Die Finanzierung

Das Investitionsbudget des Goldenpass Express betrug 89 Mio CHF. Darin enthalten sind die 23 Waggons und 56 Drehgestelle. Die MOB ist Projektträger und Eigentümer des Rollmaterials; sie vermietet es auf der Strecke Zweisimmen – Interlaken an die BLS. Sie hat die Investition über ein Darlehen an den Finanzmärkten finanziert. Da der GPX als reines RPV-Produkt (Regionaler Personenverkehr) gilt, werden diese Kosten nach den geltenden ARPV-Bestimmungen auf die Transportangebote umgelegt, die von den durchquerten Kantonen (Bern, Waadt und Freiburg) und vom Bund finanziert werden.

Das Projekt umfasste auch Infrastrukturkosten (wie Umspuranlage, BehiG-Konformität, Erneuerung von Anlagen), die jedoch über die Leistungsvereinbarung aus dem FABI-Fonds finanziert wurden.

Abbildung 1: Neuer Anblick: Der Goldenpass Express der MOB startet in Interlaken und wird von einer BLS-Lok gezogen.



Abbildung 2: Von Interlaken bis Zweisimmen ist zwischen Steuerwagen und BLS-Lok der Interfacewagen eingereiht.



Abbildung 3: Die Fahrt über die Umspuranlage auf dem Vierschienengleis in Zweisimmen.



Literaturverzeichnis

- ARE (2022) Pilotstudie im Rahmen des Programms Verkehrsdrehscheiben, Verkehrsdrehscheiben im Handlungsraum Luzern, Synthesebericht
- ARE (2022) Gestaltung von Mobilität in Agglomerationen – Grundlagen der Mobilitätslenkung (Studie im Gang)
- ARE (2022) Gestaltung von Mobilität in Agglomerationen – Vertiefungsstudie zu den siedlungsstrukturellen Veränderungen und Verkehrsströme nach Verkehrsmittel im urbanen Gürtel (Studie im Gang)
- ARE (2021) Parkraummanagement
- ARE (2021): Sachplan Verkehr, Teil Programm / «Mobilität und Raum 2050», insbesondere das Kapitel 3 «Zielbild Mobilität und Raum 2050»
- ARE (2021). *Verkehrsdrehscheiben: Gute Beispiele aus der Schweiz und dem Ausland*. Bern.
- ARE (2020a): Gestaltung von Mobilität in Agglomerationen: Auswirkungen siedlungsstruktureller Veränderungen auf den Verkehr
- ARE (2020b): FORUM Raumentwicklung «Vernetzte Mobilität» mit verschiedenen Best-practice-Beispielen von Konzepten und Projekten von Drehscheiben
- ASTRA (2022) Studie zu dezentralen Autobahndrehscheiben
- ASTRA (2020b): Studie « Zentrumsnahe Autobahndrehscheiben»
- BAV (2021). *Perspektive BAHN 2050: Studie zum Kernsatz 2*. Bern.
- Schweizerischer Bundesrat (2020). *Schnittstellenproblematik zwischen Nationalstrassen und dem nachgelagerten Strassennetz lösen*. Bern.
- BAV (2020) Studie zu den Potenzialen der Digitalisierung und Vernetzten Mobilität

Digitalisierung – Chancen und Risiken für den motorisierten Individualverkehr

Thomas Hurter

Abstract

Die Digitalisierung schreitet in grossen und raschen Schritten voran und ist aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Sie ist auch nicht mehr aufzuhalten und bringt grosse gesellschaftliche Veränderungen mit sich, die alle Bereiche unseres Lebens tangieren. So hält sie natürlich auch im motorisierten Individualverkehr (MIV) immer mehr Einzug, beispielsweise bei den Assistenzsystemen in den Fahrzeugen. Zudem ist sie die Grundlage für die Entwicklung des automatisierten Fahrens und damit ein Pfeiler unserer zukünftigen, individuellen Mobilität.

Keywords Digitalisierung, Fahrassistenzsysteme, automatisiertes Fahren, motorisierter Individualverkehr

2 Einleitung

Die individuelle Mobilität ist eine der Voraussetzungen für eine florierende Wirtschaft und unseren Wohlstand. Dabei spielt der motorisierte Individualverkehr (MIV) eine massgebliche Rolle. Es muss deshalb sichergestellt werden, dass der MIV diese Rolle auch zukünftig einnehmen kann. Ohne digitale Systeme wird unsere individuelle Mobilität in der Zukunft nicht funktionieren. Bereits heute fahren wir teilautomatisiert, da unsere Fahrzeuge zunehmenden mit digitalen Assistenzsystemen ausgestattet sind.

2 Fahrassistenzsysteme – die intelligenten Fahrhelfer

Die modernen Motorfahrzeuge sind mit vielen, intelligenten Helfern ausgerüstet, die das Fahren für uns angenehmer, einfacher, bequemer und vor allem auch sicherer machen sollen. Mit diesen Fahrassistenzsystemen lässt sich die Verkehrssicherheit merklich verbessern. Gemäss dem Bundesamt für Unfallverhütung BfU liesse sich bereits heute jeder zweite Auffahrunfall verhindern, wenn alle Fahrzeuge mit einem Notbremsassistenten ausgerüstet wären. Das ist enorm. Für das BfU sind die folgenden zehn Fahrassistenzsysteme am sicherheitsrelevantesten: Der erwähnte Notbremsassistent, der Spurhalteassistent, Geschwindigkeitsassistent, der adaptive Tempomat, der Spurwechselassistent, der Lichtassistent, der Verkehrszeichenassistent, der

Müdigkeitswarner, der Nachtsichtassistent und der Einpark-assistent. Alle diese Fahrassistenten helfen uns, Unfälle zu verhindern und leisten damit einen grossen Beitrag an die Verbesserung der Verkehrssicherheit.

Dies können sie aber nur tun, wenn die Fahrerinnen und Fahrer trotz ihrer digitalen Helfer während des Fahrens ihre Aufmerksamkeit vollumfänglich auf den Verkehr richten und während der ganzen Fahrt konzentriert bleiben. Die Zahlen des BfU zeigen, dass 95% der Verkehrsunfälle auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen sind und sich bereits heute um die 50% der schweren Unfälle verhindern liessen, wenn alle Fahrzeuge über Fahrassistenzsystemen verfügen würden. Es steht also fest, dass die modernen Fahrassistenten einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit leisten. Für junge Lenkerinnen und Lenker gehören sie natürlich ganz selbstverständlich zu einem Fahrzeug dazu. Sie lernen bereits in der Fahrausbildung, den richtigen Umgang mit den Fahrassistenten. In der Fahrausbildung sollte aber auch sichergestellt werden, dass die Junglenkerinnen und Junglenker ebenfalls richtig reagieren können, wenn eines der Fahrassistenzsysteme einmal ausfallen sollte. Sie sollten während ihrer Fahrausbildung also auch das Fahren bei ausgeschalteten Systemen kennenlernen. Für ältere Fahrerinnen und Fahrer, die Jahrzehnte lang, ohne die Unterstützung durch Fahrassistenten gefahren sind, können sie aber auch zu einer Überforderung führen, was diese Fahrerinnen und Fahrer dazu bewegen kann, die digitalen Assistenten einfach auszuschalten. Hier könnte mit einem entsprechenden Kursangebot, das den Umgang mit den Fahrassistenzsystemen vermittelt und damit Ängste abbaut, Abhilfe geleistet werden.

Mit den modernen Fahrerassistenzsystemen werden unsere Fahrzeuge immer autonomer. Die Systeme sind also die Wegbereiter für das autonome Fahren, das den MIV in Zukunft prägen wird. Bis es aber soweit ist, gibt es noch einige Herausforderungen zu meistern und Hürden zu nehmen.

3 Automatisiertes Fahren – ein weiter Weg liegt noch vor uns

Die Schweiz ist eines der ersten Länder, welches eine gesetzliche Grundlage für die Förderung des automatisierten Fahrens geschaffen hat, das primär helfen soll, den Verkehrsfluss zu optimieren.

Wir alle kennen Animationen, die zeigen, wie Fahrzeuge ganz ohne Fahrer durch den Strassenverkehr navigieren. Die Vorstellung, dass uns Fahrzeuge zukünftig ganz selbständig von A nach B bringen und wir als Fahrgast den Sitz drehen und so die Fahrt von der Strasse und vom Fahrgeschehen abgewendet geniessen können, ist sehr verlockend, aber vermutlich doch noch etwas in weiter Ferne. Das automatisierte Fahren wird der individuellen Mobilität ganz neue Möglichkeiten eröffnen. So wird beispielsweise Seniorinnen und Senioren, die nicht mehr Autofahren können oder dürfen oder Menschen, die in ihrer

physischen Mobilität eingeschränkt sind, die Möglichkeit geboten, mobil zu bleiben und so ihren Bewegungsradius entsprechend gross zu erhalten. Ganz abgesehen davon, dass das autonome Fahren diversen Bevölkerungsgruppen, einen neuen Zugang zur Mobilität geben wird, soll es vor allem das Instrument sein, um die zukünftig weiterwachsenden Verkehrsströme zu optimieren und so den Verkehrsfluss sowie die Verkehrssicherheit zu garantieren. Bis es soweit ist, liegt aber noch ein weiter Weg vor uns. Experten rechnen damit, dass es noch Jahrzehnte dauern könnte, bis alle Hürden genommen und alle Herausforderungen im Zusammenhang mit dem automatisierten Fahren gemeistert sind. Markus Deublein, BFU-Experte für das Thema «automatisiertes Fahren» sieht in erster Linie in der langen Übergangsphase, in der autonome und nicht autonome Fahrzeuge in Koexistenz auf den Strassen verkehren, grosse Herausforderungen, vor allem im Bereich der Verkehrssicherheit. Dieser Mischverkehr birgt Gefahren, da nicht alle Fahrzeuge miteinander und untereinander sowie mit den mit anderen Verkehrsteilnehmenden, wie Fussgängerinnen und Fussgängern sowie Motorrädern und Velos, etc. kommunizieren können. Um dieses Problem zu lösen, müssen die existierenden Technologien weiterentwickelt werden. Dies geschieht nicht von heute auf morgen. Zudem sind noch viele rechtliche und versicherungstechnische Fragen offen. So gibt es beispielsweise noch keine Lösungen für die Haftungsfragen bei Unfällen oder bezüglich der Besitzverhältnisse dieser autonomen Fahrzeuge. Damit alle Verkehrsteilnehmenden miteinander kommunizieren können, braucht es auch Anpassungen an der Strasseninfrastruktur, was ebenfalls längere Zeit in Anspruch nehmen wird. Im Raum stehen aber auch ethische Fragen, wie beispielsweise diese, wie die Systeme in Notsituationen «entscheiden» sollen. Das klassische Beispiel, das hier jeweils aufgeführt wird, ist die Situation, dass das autonome Fahrzeug «entscheiden» muss, ob es bei einer drohenden Kollision das kleine Kind oder die Grosseltern verschont, wenn es keine Möglichkeit hat, alle Personen vor der Kollision zu bewahren.

Ein weiterer Aspekt, den es zu berücksichtigen gilt, ist der, dass das automatisierte Fahren länderübergreifend funktionieren muss. Die einzelnen Länder müssen also in diesem Bereich eng zusammenarbeiten, damit der grenzüberschreitende Verkehr möglich bleibt. Dies ist in erster Linie für unsere Versorgung unerlässlich, denn ohne grenzüberschreitenden Güterverkehr, kann die Versorgung unseres Landes mit den Gütern des täglichen Bedarfs nicht gewährleistet werden.

4 Digitalisierung bedeutet Datenaustausch

Wo Licht ist, ist bekanntlich auch Schatten. So ist es auch bei der Digitalisierung. Sie kann nur funktionieren, wenn Daten ausgetauscht und gespeichert werden. Was aber geschieht mit diesen Daten? Genau hier verbergen sich die Risiken der Digitalisierung. Je mehr unsere Fahrzeuge und unsere Verkehrsinfrastruktur digitalisiert werden, desto mehr Daten werden generiert, während wir uns fortbewegen. Damit werden wir zunehmend zu «gläsernen Bürgerinnen und Bürgern». Denn durch die Datenerfassung kann beispielsweise jederzeit erfasst werden, wo, wie lange und wie schnell wir unterwegs sind. Diese Daten eröffnen ganz unterschiedliche Möglichkeiten. So können sie zum Beispiel die Grundlage für Geschwindigkeitskontrollen sein, ganz ohne, dass die Fahrerinnen und Fahrer diese wahrnehmen können. Die digitalen Systeme können aber auch Türöffner für die Einführung von Roadpricing sein, was es auf jeden Fall zu verhindern gilt, da sonst der MIV gegenüber dem öV benachteiligt würde. Ein weiterer Aspekt, den es natürlich auch nicht zu vernachlässigen gilt, ist die Datensicherheit in Bezug auf die Cybersicherheit. Ein Thema, das immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Digitalisierung einerseits grosse Chancen und Erleichterungen mit sich bringt, andererseits aber auch gewisse Gefahren birgt, die rechtzeitig erkannt und denen entgegengewirkt werden muss.

ATO für Normal- und Schmalspur

Viele Wege führen zur Bahnautomation in der Schweiz

Kurt Metz

Abstract

Nachdem das Branchenprogramm «Smartrail 4.0» zur schrittweisen Weiterentwicklung des Schweizer Bahnsystem im Juli 2020 durch das Bundesamt für Verkehr BAV aus Komplexitäts- und Kostengründen gestoppt wurde, haben Schweizer Privatbahnen begonnen, auf ihre Bedürfnisse angepasste Lösungen zur Automatisierung der Betriebsabläufe zu entwickeln. Der Beitrag präsentiert einen Tour d'Horizon laufender Projekte und ihrer Perspektiven bei den Appenzeller Bahnen, Basler Verkehrs-Betrieben, dem Regionalverkehr Bern Solothurn, der Schweizerischen Südostbahn und der Rhätischen Bahn. Ergänzt wird der Artikel durch kurze Exkurse zum Stand der Dinge bei der SBB, der Haltung der Lokführergewerkschaft VSLF und den Nutzen, der Siemens für die S-Bahn Hamburg aus den Smartrail 4.0-Erfahrungen und den Tests in der Romandie ziehen konnte.

Keywords: Automatic Train Operation (ATO), Grade of Automation (GoA), Fahrassistenz, Hinderniserkennung, Raumüberwachung, Radar, Einzäunung, Sicherheitsnachweis, Gefährdungen, Arbeitsplatz, Wirtschaftlichkeit, Test- und Schattenfahrten, Fahrplanstabilität, Umsteigezeiten, Pünktlichkeit, Frequenzen, Fahrgastkomfort, Automation Infrastruktur – Rollmaterial, Tempomat, adaptive Lenkung, optimiertes Fahrprofil autonomes Garagieren, Zugwenden, Standards Meterspurbahnen, gesellschaftliche Akzeptanz

Abbildung 1: Keywords und Glossar

Glossar Bahnautomation ATO - wie weiter?

Abkürzung	Beschreibung	Abkürzung	Beschreibung
ADL	Adaptive Zuglenkung	GSM-R	Global System for Mobile Communications - Rail (2G)
Agf	Arbeitsgruppe	LCC	Life Cycle Costing - Lebenszyklus-Kostenrechnung
AI	Artificial Intelligence	LEU	Lineside Electronic Unit (Signaladapter)
ATB	niederländische Zugbeeinflussungssystem	LF-Betrieb	Lokführer Betrieb
ATC	Automatic Train Control - Autom. Zugbeeinflussung	LP	Lokpersonal
ATO	Automated Train Operation	LTE	Long Term Evolution radio (5G)
ATO OBU	ATO on board unit - ATO Einheit zugseitig	LZB	Linienförmige Zugbeeinflussung
ATO TS	ATO trackside - ATO trassenseitig	MNR	Monetarisiertes kollektives Risiko
ATP	Automatic Train Protection, Zugüberwachung	NTO	Non automated train operation - Fahrt mit Zugbeeinflussung (GoA 1)
AVVO	Advanced vital vehicle operation - Autom. Zugbedienung	OB	On Board (Fahrzeugsseitig)
AZS	Automatische Zugsicherung	OCC	Operation Control Centre - Betriebsleitzentrale
BAV	Bundesamt für Verkehr	OD	Odometrie (Weg- und Geschwindigkeitsmessung)
BZ	Betriebsleitzentrale	ODAS	Obstacle Detection Assistance System - Hinderniserkennung
CBTC	Communications-Based Train Control	OS	On sight - Fahren auf Sicht (GoA 0)
CTCS	Chinese Train Control System	PoC	Proof of Concept
DMI	Driver Maschine Interface - Mensch-Maschine-Schnittstelle	PSD	(integrated) Platform Screen Door
DSTW	Digitale Stellwerke	RFID	Radio-Frequency Identification
DTO	Driverless train operation - Fahrerloser Zugbetrieb (GoA 3)	RTE	Regelwerk Technik Eisenbahn
eCAB	Projekttitel RBS für ATO-Leerfahrten	SFERA	Smart communications For Efficient Rail Activities
EL	Euroloop	SIL	Sicherheitslevel
EN	Europäischen Normen	S5130	Schnittstellennorm 130
ERJU	Europe's Rail Joint Undertaking	TCMS	Train Control & Management System (Fahrzeugleittechnik)
ERTMS	European Rail Traffic Management System	TMS	Traffic Management System (Verkehrsmanagementsystem)
ETCS	European Train Control System	TOPO	Betriebstopologie
ETCS L1LS	ETCS Level 1 Limited Supervision	TS	Trackside (Steckenseitig)
Euroloop	Standardisierte Datenübertragung am Fuss der Schiene	TSI	Spezifikation für die Interoperabilität
FB	Festdaten Balise	UITP	International Association for Public transport
FRMCS	Future Railway Mobile Communication System (5G)	UTO	Unattended operation - unbegleiteter Betrieb (GoA 4)
GFM	Gleisfreimeldeanlagen	VöV	Verband öffentlicher Verkehr
GNSS	Global Navigation Satellite System	ZSL	Zugsicherung mit Linienleiter
GoA	Grade of Automation	ZSL90	ZSL 1990 (Herstellerbezeichnung)

Quelle: Peider Trippi

Abbildung 2: Die Automatisierungsgrade steigen in fünf Stufen an.

ATO – Automatisierungsgrade

	Grad Automatisierung	Zugsteuerung	Freigabe Abfahrt	Zug fahren/stoppen	Türbedienung	Steuerung bei Störung von ATO
Manuell	GoA* 0 on sight (OS)	Fahrer ohne ATP**	Fahrer	Fahrer	Fahrer	Fahrer
	GoA 1 Non-automated Train ops (NTO)	Lokpersonal mit ATP**	Lokpersonal	Lokpersonal	Lokpersonal	Lokpersonal
Auto-matisiert	GoA 2 Semi-automatic Train ops (STO)	ATO und Lokpersonal mit ATP	Lokpersonal oder ATO	ATO	Lokpersonal Optional: ATO	Lokpersonal
Autonom	GoA 3 Driverless Train ops (DTO)	Fahrerlos	ATO	ATO	ATO Optional: Begleiter	Begleiter
	GoA 4 Unattended train ops (UTO)	Unbegleitet	ATO	ATO	ATO	Fernbedient durch Leitzentrale

Gemäss UITP / IEC 62267 *GoA = Grade of Automation **ATP = Automatic Train Protection, Zugbeeinflussung

Quelle: SOB Schweizerische Südostbahn

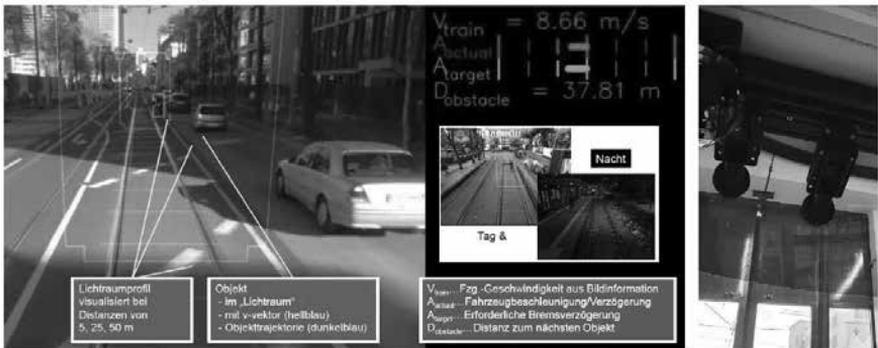
1 Strassenbahnen und Meterspurbahnen

1.1 Fahrerassistenzsysteme der Basler Verkehrs-Betriebe BVB

Die Basler Verkehrs-Betriebe BVB verfolgen mit dem Einsatz von ODAS (Obstacle Detection Assistance System - Hinderniserkennung) den Schutz von Personen im Gleisbereich durch die Erhöhung der aktiven Sicherheit. ODAS liefert eine präzise Berechnung von Position, Geschwindigkeit und Bewegungsablauf von Hindernissen und dem eigenen Streckenverlauf des Trams durch permanente Bildanalysen. Das System gibt erst eine akustische Warnung aus. Wird nicht reagiert, bremst das Fahrzeug mit einer maximalen Verzögerung. Die Verzögerung ist so gewählt, dass die Fahrgäste nicht gefährdet werden. Daraus ergeben sich weniger Unfälle und folglich eine höhere Verfügbarkeit der Strassenbahnen mit geringeren Instandsetzungskosten. Ein Pilot fand bereits statt zum Testen der Tauglichkeit des Systems und den Zulassungen in der Schweiz, Deutschland und Frankreich, da die neuen Trams auf Strecken im Dreiländereck verkehren sollen. Wichtiges Ziel ist sowohl eine geordnete Kommunikation intern wie extern und die Akzeptanz im Unternehmen: Fahrpersonal, Werkstätte und Leitung. ODAS ist im Pilotfahrzeug installiert und erste Test sind erfolgreich verlaufen.

Abbildung 3: ODAS liefert eine präzise Berechnung von Position, Geschwindigkeit und Bewegungsablauf von Hindernissen und eigenem Streckenverlauf durch permanente Bildanalyse.

Arbeitsweise der Objekterkennung



ODAS liefert eine präzise Berechnung von Position, Geschwindigkeit und Bewegungsablauf von Hindernissen und eigenem Streckenverlauf durch permanente Bildanalyse

Quelle: BVB

Die Zulassung in der Schweiz und Deutschland ist abgeschlossen, in Frankreich bestehen noch Hindernisse. Anlass zur Umsetzung von ODAS war die geplante Neubeschaffung von 23 Flexity Trams mit Kosten von 91,3 Mio. CHF, wovon knapp zwei Millionen Franken auf das ODAS-System inklusive Ausrüstung für ein

Messtram entfallen wären. Die Umwelt-, Verkehrs- und Energiekommission (UVEK) des Kantons Basel Stadt hat dem Grossen am 29. Juni 2022 jedoch einstimmig beantragt, das vom Regierungsrat gewünschte Darlehen an die BVB zur Beschaffung von 23 Flexity-Trams nicht zu gewähren. Dies, weil die Herstellerfirma Alstom einen massiv höheren Preis fordert als ursprünglich vereinbart (125.4 Mio. Franken statt 91.3 Mio.) und eine von 26 auf 33 Monate verlängerte Lieferfrist in Aussicht stellte. Die UVEK beauftragte den Regierungsrat und die BVB eine Neuausschreibung vorzubereiten.

Vorgesehen war ODAS auf zehn der 23 ursprünglich bestellten Flexity-Trams einzubauen mit den Zielen:

- Schaffen einer breiteren Datenbasis für weitere Entscheidungsgrundlagen
- Erhöhung der Akzeptanz beim Fahrpersonal und im Betrieb
- Beurteilung von Instandsetzung und Instandhaltung

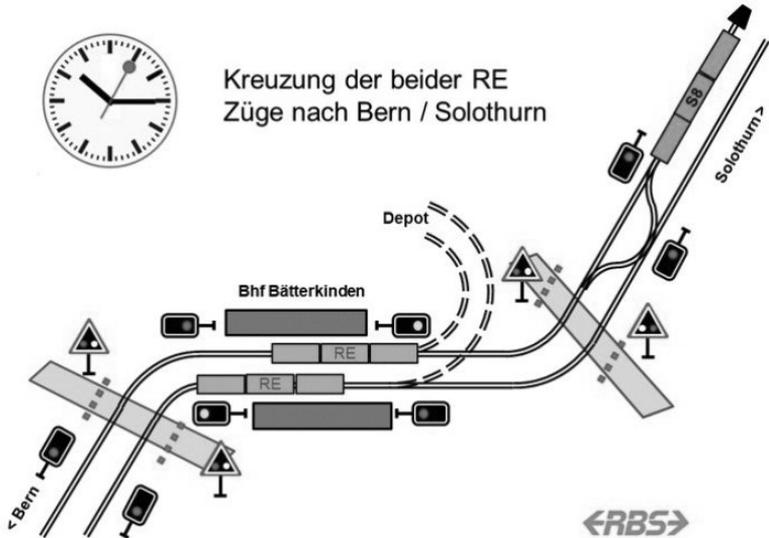
Das System wird individuell auf das Netz des jeweiligen Betriebes justiert. Ziel ist, die Anzahl der False/Positiv Meldungen zu reduzieren. True Positiv bedeutet, dass der Vorfall vom System korrekt bearbeitet wurde; False Positiv steht für eine Warnung des Systems, dem kein Vorfall zugrunde liegt. Zudem müssen die Rückmeldungen der Testfahrer ausgewertet und übertragen werden. So ist ODAS nicht geeignet für knappe Fahrten vorbei an parkenden Strassenfahrzeugen und es ist erst ab einer Fahrgeschwindigkeit von 3,6 km/h aktiv. Die Einbindung des Fahrpersonal bildet ein grundlegender Erfolgsfaktor für das Projekt – ein entsprechendes Kommunikationskonzept ist zwingend. Zudem entbindet der Einsatz von ODAS die Fahrer nicht von ihrer Verantwortung - es dient zu deren Unterstützung.

1.2 eCAB beim Regionalverkehr Bern Solothurn RBS

Die pünktlichste Bahn der Schweiz (99 Prozent der Züge kamen im Jahr 2021 fahrplangemäss an) will durch Vollautomatisierung unproduktiver Fahrten mit dem gleichen Lokomotivführerbestand mehr Verkehrsleistung erbringen. Mit der Umsetzung des Forschungsprojekts « eCAB» sollen auf dem neuen Wendegleis in Bätterkinden Züge führerlos nach GoA Level 4 ab 2025 gewendet werden.

Abbildung 4: Schematische Darstellung des ATO-Wendevorgangs in der Station Bätterkinden: Die S 6 (oben rechts) verschiebt sich nach Ankunft aus Bern führerlos ins Auszugsgleis, um die Kreuzung der beiden RE-Züge zu ermöglichen. Nach deren Abfahrt fährt sie selbständig für die Rückfahrt nach Bern ans Perron (unten).

ATO Wendegleis Bätterkinden



Quelle: RBS

Im März 2023 reichte der RBS die Unterlagen für das Plangenehmigungsverfahren für das neue Depot in Bätterkinden beim Bundesamt für Verkehr BAV respektive bei der Gemeinde Bätterkinden ein.

Abbildung 5: Zwei bis drei Jahre später steht die Vollautomatisierung von Leerfahrten in das neue Depot-5 am gleichen Standort an.



Quelle: RBS

Weitere Anwendungsfälle sind in Diskussion. Aktuell beschäftigt sich die RBS mit den Themenkreisen:

- Sicherheit / Bewilligungsfähigkeit
- Gefährdungen und Massnahmen
- Akzeptanz und gesellschaftliche Aspekte

Durch die Abwesenheit des Lokführers fehlen zwei wichtigen Funktionen auf dem Zug. Einerseits ist dies die fehlende Streckenbeobachtung und die Reaktionsfähigkeit auf unerwartete Profilverletzungen beispielsweise durch Tiere auf der Trasse. Andererseits liegt die Kontrolle über die Zugbewegungen (Fahren – Bremsen) beim ATO und diese kann fehlerhaft sein. Um Gefährdungen von Personen oder Objekten auf den Gleisen zu begegnen, sind geeignete Massnahmen zu ergreifen: reduzierte Geschwindigkeit der Kompositionen und spezifische Hinweise für die Fahrgäste auf dem Bahnsteig, Raumüberwachung bei Bahnübergängen durch Radar und Einzäunung der Gleisanlagen. Sollten Fahrgäste bei der Wendefahrt irrtümlicherweise im Zug verbleiben und im Wendegleis aussteigen wollen, ist dies durch selektive Türfreigabe zu verhindern.

Schliesslich wecken führerlose Züge negative Assoziationen, die es zu entkräften gilt:

- Sicherheit: Diese muss durch das Projekt erbracht werden
- Arbeitsplatzkiller: Der Fokus liegt auf unproduktiven Fahrten; ATO kommt dann zum Einsatz, wenn Lokpersonal entlastet, also nicht ersetzt, werden kann
- Wirtschaftlichkeit: Diese muss das Projekt aufzeigen. Erste Berechnungen zeigen, dass für den Pilot Wendegleis Bätterkinden etwa ein halbes Mannjahr eingespart wird. Das ist ein bescheidener Betrag, der keine riesigen Investitionen rechtfertigt.

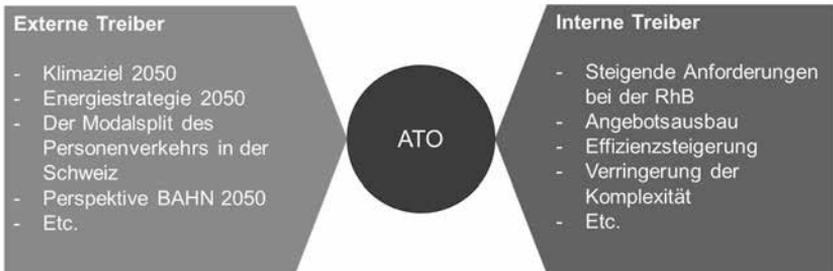
Im laufenden Jahr finden ATO Test- und Schattenfahrten im Wendegleis Bätterkinden mit Datenaufzeichnung im Hintergrund statt. Anschliessend sind vollautomatische Fahrten mit Begleitung durch Lokführer zuerst nachts und dann auch tagsüber geplant. Schliesslich stehen vollautomatische Fahrten rund um die Uhr auf dem Programm.

Aufgrund eines tragischen Unfallereignisses am 31. März 2023, bei welchem ein RBS Zug durch ein Unwetter erfasst und stark beschädigt wurde, musste wegen des daraus resultierenden Fahrzeugmangels die geplante Ausrüstung des vorgesehenen Pilotfahrzeuges mit eCAB in den Herbst 2023 verschoben werden. Dadurch verschiebt sich der eCAB Projektplan um drei bis vier Monate. Trotzdem hält der RBS am Ziel fest, noch vor Ende 2023 erste begleitete Fahrten mit einer eCAB Prototypeinrichtung durchzuführen. Parallel zur Ausrüstung des Pilotfahrzeuges wird die Sicherheitsnachweisführung vorangetrieben, welche eine Voraussetzung für eine spätere Zulassung darstellt.

1.3 ATO bei der Rhätischen Bahn RhB

Abbildung 6: Die Rhätische Bahn (RhB) hat externe und interne Treiber für den Einsatz von ATO identifiziert.

Warum brauchen wir ATO?



Quelle: RhB

Die Rhätische Bahn RhB betreibt ein Meterspur-Netz von knapp 400 Kilometer Länge, das sowohl einen S-Bahn ähnlichen Betrieb mit dem Zentrum Chur von Thusis über Landquart nach Schiers umfasst wie die Gebirgsstrecken ins Unter- und Oberengadin (Scuol und St. Moritz), über den Berninapass (2253 Meter über Meer) ins Puschlav nach Tirano, in die Surselva (Disentis) und nach Davos. Die Anforderung an das Bahnunternehmen mit einem überdurchschnittlichen Anteil von Ferienreisenden steigen laufend und stark an:

- Kürzere Umsteigezeiten
- Höhere Frequenzen und damit mehr Fahrgäste auf den Bahnsteigen
- Immer mehr Gepäck (Koffer, Wintersportgerät, Fahrräder usw.)

Zum Einhalten der Fahrpläne, sollen Zuginformationen rechtzeitig und präzise an die Fahrgäste übermittelt werden, um so die Einsteigezeiten zu verkürzen. Dazu müssen die Züge punktgenau anhalten. Automatisiertes Anhalten und Abfahren können den Lokführer dabei unterstützen. Mit dem Ausbau des netzweiten Halbstundentaktes auf den vorwiegend einspurigen Strecken wird die Fahrplangestaltung immer schwieriger. Ein gleichzeitiges Einfahren in den Bahnhöfen und Kreuzungsstellen ist heute nicht überall möglich. Daher braucht es für den effizienten Bahnbetrieb künftig mehr Automation zwischen Infrastruktur und Rollmaterial. Mit einem Tempomaten können die Fahrzeiten auf der Strecke optimiert und damit stabilisiert werden.

Die RhB erhält aktuell jeden Monat einen neuen vierteiligen Triebzug. Für diese müssen Abstellflächen bereitstehen. Diese sind mangels Platz in den Bahnhöfen

dezentral angeordnet, was Auswirkungen auf das Verstärken und Schwächen sowie das Aufrüsten der Fahrzeuge mit sich bringt. Durch automatischen Garagieren können bei diesen Prozessen personelle Ressourcen geschont werden. Die RhB sieht daher – auch angesichts des Fachkräftemangels – in ATO eine Chance, ihre Mitarbeitenden massiv zu unterstützen und die Arbeitsplätze attraktiv zu gestalten.

1.4 CBTC Projekt bei den Appenzeller Bahnen

Bereits heute existieren vollautomatisierte Bahnen in Tunnels oder auf abgeschlossenen Gleissystemen, in der Schweiz etwa die Metro Lausanne oder auf der ganzen Welt bei Dutzenden von U-Bahnsystemen. In Europa werden 15 vollautomatische Metrosysteme betrieben. Die neue Bahn auf der Linie Rheineck-Walzenhausen wird jedoch die erste «GoA4-betriebene Bahn auf offenem Feld» sein. Das neue Fahrzeug verkehrt somit als erste vollautomatisierte Überland-Adhäsions- und Zahnradbahn der Welt.

Abbildung 7: Die Eckdaten der weltweit ersten GoA4-Überlandbahn



Quelle: Appenzellerbahnen

Die Rheineck Walzenhausen Bahn (RhW) in der Ostschweiz als Teil der Appenzeller Bahnen (AB) ist die zweitkürzeste (1,96 km) und steilste Zahnradbahn (253 Promille) mit Vertikaleingriff der Schweiz mit einer aussergewöhnlichen Spurweite von 1200 mm. Auf der kurzen Strecke fährt sie ab Rheineck zuerst als Adhäsionsbahn mit 30 km/h, um dann auf dem Zahnradabschnitt bergwärts mit 20 km/h und talwärts mit 12-13 km/h zu verkehren. Sie weist zwei Tunnels und vier Brücken auf. Ziele der angestrebten Vollautomatisierung nach GoA4 sind die Verbesserung des Kostendeckungs-

grades durch Mehreinnahmen aufgrund gesteigerter Passagierzahlen bei gleichzeitiger Senkung der Betriebskosten. Weiter gehören dazu die Ausdehnung der Betriebszeiten zur Steigerung der Attraktivität und das Streichen der Taktlücken am Morgen. Eingesetzt werden soll aus Kosten- und Zulassungsgründen ein bestehendes System. Die AB betrachten die RhW als ideales Pilotprojekt für einen GoA4-Betrieb. Die Infrastruktur ist überschaubar und die tiefen Fahrgeschwindigkeiten minimieren die Risiken. Dennoch sind anspruchsvolle Herausforderungen vorhanden wie Bahnübergänge, offene Streckenabschnitte mit Wildwechsel, Brücken und Tunnels sowie die Ein- und Ausfahrt in den Zahnstangenabschnitt. Weil der Betrieb ausschliesslich unter GoA4 erfolgt, müssen keine aufwändigen und Platz beanspruchenden Führerstände eingebaut werden. Für Notfälle steht ein mobiles Fahrerpult zur Verfügung.

Das System wird durch die AB-Betriebsleitzentrale in St. Gallen überwacht. Diese kann betriebliche Massnahmen vornehmen wie beispielsweise die Kommunikation mit den Fahrgästen.

Die wichtigsten Anpassungen für den automatischen Betrieb sind:

- Ausrüstung der Strecke mit einem Zugsicherungssystem CBTC
- Einbau von Sicherheitseinrichtungen in den Stationen, an den Bahnübergängen und auf der Strecke
- Videoüberwachung von Fahrzeug, Stationen und Strecke
- Kommunikationsmöglichkeit mit Bild und Ton zwischen Fahrzeug und Leitstelle
- Bau von Abschränkungen entlang der Strecke

Es wird ein neues Zahnradfahrzeug eingesetzt mit folgenden Eckwerten:

- Fahrgeschwindigkeit in der Zahnradstrecke nach Geschwindigkeitsreihe 2 (bergwärts maximal 40 km/h, talwärts maximal 12 km/h)
- Notausstiegstüre für Evakuierung im Tunnel auf der talseitigen Stirnwand
- Hilfsführerstände für manuelle Fahrten bei Störungen, Überfahren, Testfahrten etc.

Abbildung 8: Entwurf des neuen, vollautomatisch verkehrenden Fahrzeugs der Zahnradbahn Rheineck-Walzenhausen



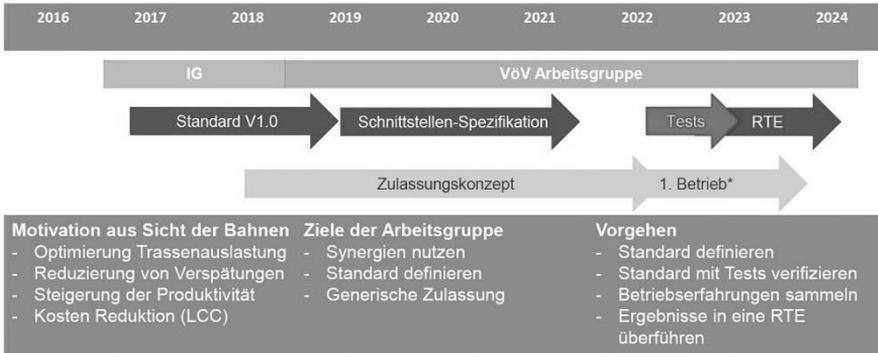
Quelle: Appenzellerbahnen

1.5 ATO bei weiteren Meterspurbahnen

Unter dem Dach des Verbands öffentlicher Verkehr VöV haben sich zehn Tram-, Meterspur- und Spezialbahnen zu einer Arbeitsgruppe zusammengeschlossen, um einen ATO-Branchenstandard zu schaffen. Dabei gilt der Fokus vorerst GoA 2. Als Ziel hat sich die Gruppe die Erarbeitung eines Entwurfs des Regelwerks Technik Eisenbahn RTE bis Ende 2023 gesetzt. Darin enthalten sind die Schnittstellenspezifikationen, der generische Zulassungsprozess sowie Instrumente zur Definition von Business Cases und der Risikoanalyse. Von Juli bis September 2023 finden Testfahrten auf der Strecke der Rhätischen Bahn im Prättigau (zwischen Landquart und Klosters) statt zur Verifizierung der Standards. Aufschlussreich war im Jahre 2021 eine Umfrage bei den teilnehmenden Bahnen bezüglich der Priorisierung des Nutzens. Höchste Priorität erhielten die Parameter Stabilerer Fahrplan und verbesserte Pünktlichkeit, Sicherheit im Manöverbereich und Eliminierung «menschlichen Versagens».

Abbildung 9: Motivation, Ziele, Vorgehen und Ablaufplan der Meterspur-Arbeitsgruppe VöV ATO

Die Meterspurbahnen organisieren sich.



Quelle: VöV

2 Normalspur

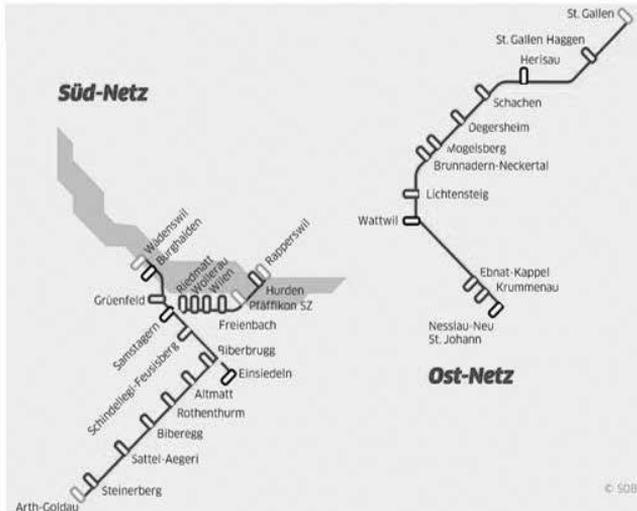
2.1 Schweizerische Südostbahn (SOB)

Die Bodensee-Toggenburg-Bahn – eine der Vorläuferinnen der heutigen Schweizerischen Südostbahn (SOB) – setzte bereits 1965 pionierhaft einem Vororts-Pendelzug eine Fahr-Bremsautomatik im fahrplanmässigen Betrieb ein. Dabei wurde eine punktförmige Informationsübertragung Gleis/Triebfahrzeug durch Dauermagnete im Gleis eingesetzt. Die SOB selbst war eine bedeutende Treiberin im Branchenprogramm smartrail 4.0 zur Automatisierung des Bahnbetriebs in der Schweiz. Seit dem Abbruch vor drei Jahren nützen sie Knowhow und Fachkräfte weiter, um das Thema ATO im Perimeter ihres Streckennetzes voranzubringen. Ihr geht es aktuell um halbautomatisiertes Fahren auf der Stufe GoA 2, wo nach wie vor Lokpersonal die sichere Führung des Zuges verantwortet, aber eine Reihe von Aufgaben vom System teilweise oder ganz ausgeführt werden: Zugsteuerung, Zug fahren/anhalten. Beim aktuellen SOB-Piloten geschieht die Freigabe der Abfahrt noch durch den Lokführer und dieser bedient ebenfalls die Türen. Bei Störungen übernimmt nach wie vor das Lokpersonal die Fahrzeugsteuerung. Die weitere Umsetzung erfolgt in drei Schritten:

- A: Test der Grundfunktionen nachts
- B: Nichtkommerzieller Mischverkehr
- C: Kommerzielle Betriebserprobung mit ATO auf einer S-Bahn-Linie

Abbildung 10: Die zwei Teststrecken auf dem Netz der SOB

ATO-Pilotprojekt SOB: Teststrecken



Quelle: SOB

Es stehen zwei bestehende Strecken der SOB zur Verfügung auf denen unter ETCS L1LS gefahren wird: Das «Ost-Netz» und das «Süd-Netz» (siehe Grafik). Um die innovativste Industrielösung zu finden, fand ein Wettbewerb – angelehnt an Architekturwettbewerbe nach SIA 142 – statt und die Pilotierung erfolgt mit mehreren Anbietern. Schritte A und B sind erfolgt, Schritt C ist nun vorgesehen ab Ende 2023 auf dem Süd-Netz der SOB. Ziel ist nachzuweisen, dass GoA2 über ETCS L1 LS machbar ist und Nutzen bringt. Die SOB verfügt dazu über zehn Flirt 3 mit zusätzlichem ATO-Rechner. Ansonsten gibt es keine zusätzliche Hardware auf den in den Jahren 2019 bis 2021 gebauten Kompositionen.

Abbildung 11: Zehn RABe 526 «Flirt» der SOB sind bereits mit ATO-Rechnern ausgerüstet.



Quelle: SOB

2.2 SBB: ADL für Lokführer, FAST und ferngesteuerter Rangierbetrieb

Selbstfahrende Fahrzeuge haben bei der SBB gemäss Anfrage beim Leiter Kommunikation und Chefredaktor Newsroom der SBB AG, Jürg Grob, aktuell keine Priorität. «Die SBB fokussiert sich auf das Kerngeschäft, d.h. auf ein sicheres, pünktliches und sauberes Angebot.

Die SBB ist über die vom Bundesamt für Verkehr (BAV) beauftragte Begleitung der internationalen Standardisierungen mit den europäischen Bahnen zu den verschiedenen Fahrassistenz- und ATO-Projekten in Kontakt und wird über entsprechende Vorhaben periodisch informiert.

Für die Standardisierung werden detaillierte, belastbare Informationen über Grundlagen von der Industrie benötigt. Diese Informationen werden diskriminierungsfrei und Unternehmensneutral mittels RFI (Request for Information) «Informationsanfrage an die Industrie» beschafft.»

2.2.1 Adaptive Lenkung

Den grössten Kundennutzen sieht die SBB derzeit in der Weiterentwicklung des bestehenden Fahrassistenzsystems (ADL). ADL ermöglicht die «grüne Welle» für Züge: Das System errechnet für jeden Zug ein energieoptimiertes Fahrprofil und empfiehlt dem Lokpersonal die optimale Geschwindigkeit, damit dieses ungeplante Stopps vor Haltesignalen und energieintensives Wiederauffahren möglichst vermeiden kann. Die Züge fahren so flüssiger, energieeffizienter und materialschonender. So sollen dem Lokführer noch präzisere Angaben für eine zeitlich optimale Fahrt bei gleichzeitig minimalem Energiebedarf zu Verfügung stehen.

2.2.2 Optimiertes Fahrprofil vPRO

Für eine weitere Verbesserung von ADL mussten zuerst die Informationen zwischen Lokpersonal, Betrieb und Fahrplan harmonisiert werden. Dies bringt seit 2020 das optimierte Fahrprofil vPRO. Kurz vor der Abfahrt wird für jeden Personenzug mit den aktuell verfügbaren Daten ein energieoptimiertes und fahrdynamisch korrektes Fahrprofil gerechnet. Erstmals verwenden Lokpersonal, Fahrplan und Betrieb die gleichen Informationen.

2.2.3 Einführung Pünktlichkeitsanzeige

Die Pünktlichkeitsanzeige ist eine Erweiterung zu vPRO und wurde im April 2023 ausgerollt. Mit der Pünktlichkeitsanzeige erhält das Lokpersonal auf einen Blick eine Übersicht über die Pünktlichkeit gegenüber den vPRO-Zeiten. Dabei wird die sekundengenaue Anzeige bei der Befahrung eines Hauptsignales aktualisiert. (Quelle: SBB Medienmeldung vom 29.06.2023)

2.2.4 FAST als europäisches Testprogramm

Mit dem Projekt FAST (Full Automation Specification Testing) verifiziert die SBB Infrastruktur die entstehenden europäischen Spezifikationen für einen vollautomatischen Zugbetrieb. Mit der frühzeitigen Spezifikations- und Technologieerprobung in Abstellanlagen und bei Fahrten ohne Passagiere sind die Auswirkungen auf den CH spezifischen Bahnbetrieb sowie der Einfluss auf die Organisation und das Personal zu untersuchen. Anschliessend werden die Befunde in die anstehenden Spezifikationen bzw. Normierungen eingebracht werden. Damit schafft die SBB, gemeinsam mit den Europäischen Bahnen, validierte Grundlagen für eine wirtschaftliche Umsetzung sowie eine moderne und attraktive Arbeitsumgebung für die Bahn der Zukunft geschaffen werden.

Die Schweizer Bahnen resp. die entsprechenden Eisenbahn Verkehrsunternehmungen (Personenverkehr, Cargo, Infrastruktur) definieren für sich, ob, wann und mit welchem Funktionsumfang eine Umsetzung in ihren jeweiligen Geschäftsbereich wirtschaftlich und sinnvoll ist. Gleichzeitig wird mit der Verifikation sichergestellt, dass auch die weiteren Entwicklungen wie TMS Traffic

Management System etc. nachhaltig und zukunftsweisend vorgenommen werden.» (Auskunft der Medienstelle SBB AG vom 13. Juni 2023).

2.2.5 Ferngesteuerter Rangierbetrieb

Die SBB suchen aktuell ein Testfahrzeug, das sich fernsteuern und zwischen November 2023 und Februar 2024 mietweise testen lässt. In der im Frühjahr 2022 publizierten Ausschreibung geht es um die Demonstration eines ferngesteuerten Rangierbetriebs durch Lokpersonal. Dieses soll Rangierfahrten aus einer Zentrale über das öffentliche 4G- oder 5G-Netz während dreissig Tagen fernsteuern. (Inside-IT.ch, 1.4.2022, 11:15 Uhr)

3 ATO aus Sicht der Lokomotivführer

Von Seiten des Verbands Schweizer Lokomotivführer und Anwärter VSLF mit über 2600 Mitgliedern besteht eine grosse Skepsis bezüglich des Nutzens und der Wirtschaftlichkeit von ATO. Er sieht bei GoA2 kein Potenzial für Personaleinsparungen und fragt sich, mit welchem Berufsbild in Zukunft Lokpersonal rekrutiert werden soll. Ohne konkrete Zukunftsoptionen und einer umfassenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind digitale Automationen ohne direkte Einsparungen nicht zu rechtfertigen.

Der VSLF steht für eine Integrale Bahnproduktion mit synchroner Information zwischen Fahrplan, Lokpersonal und Betriebsleitzentrale ein, dem optimierten Fahrprofil vPRO. Dieses seit 2020 angewendete Tool habe die Ziele von ERTMS bereits erreicht: Interoperabilität, tiefere Kosten, höhere Sicherheit, höhere Verfügbarkeit, höhere Kapazität und beherrschbare Technik. Für den Regelbetrieb ist eine Pünktlichkeitsanzeige im laufenden Jahr vorgesehen; für kurzfristige Konfliktlösungen ist eine optimierte Adaptive Lenkung ab 2025 geplant.

4 Fazit

Aus der Fülle der Referate des Informationsanlasses der «Bahnjournalisten Schweiz – Medienschaffende des öffentlichen Verkehrs» vom 7. November 2022 in St. Gallen und den Inputs der «Marktplätze» zog Co-Organisator Peider Trippi folgende Schlüsse:

- ATO GoA 2 (mit Lokführer) wird eingeführt zur Entlastung im dichten Verkehr. In den Randstunden bleibt es beim konventionellen Fahren. Damit bleiben die Lokführer-Befähigungen erhalten und die menschliche Aktivierung bewegt sich im optimalen Bereich.
- ATO GoA 2 (mit Lokführer) zeigt mehr qualitativen Nutzen (Fahrplanstabilität u.a.), der quantitative Nutzen (Wirtschaftlichkeit) ist und bleibt vorerst offen. Der heute hohe Sicherheitsstandard wird jedoch nur bedingt verbessert.
- Eine optische Hinderniserkennung ist komplex und nicht die perfekte Lösung Sie kann und wird aber die Aufprallgeschwindigkeiten vermindern und dadurch die Schwere der Unfälle reduzieren.
- ATO GoA 4 für «unproduktive» Wendegleisfahrten, Leerfahrten sowie Depot-Ein-und-Ausfahrten sind die zukunftssträchigsten Anwendungen: Der Lokführer kann so anderweitig und für anspruchsvolle Aufgaben eingesetzt werden.

Abbildung 12: Zusammenfassendes Fazit aus Sicht des RBS zu ATO

	Technisch betriebliche Machbarkeit	Sicherheit / Bewilligungsfähigkeit	Akzeptanz (Personal, Gesellschaft)	Wirtschaftlichkeit
GoA2 mit Fahrgästen		 Konflikte ATO-Lf im Führerstand	 Lf als Sklave ATO	 hoher Aufwand kleiner Nutzen
GoA4 ohne Fahrgäste		 Dank ZSL 90	 Entlastung Lf Kein Angriff auf Job	 kleiner bis mittlerer Aufwand und Nutzen
GoA4 mit Fahrgästen		 Heikle Themen, z.B. Evakuaton in Tunnels Bahnsteigtüren	 Personal: Jobkiller Gesellschaft: Sicherheitsgefühl	 Hoher Aufwand Hoher Nutzen

Quelle: RBS Regionalverkehr Bern Solothurn

«Wann fährt der erste Zug auf einer Vollbahn in Europa ganz autonom?» wollte das Fachmagazin Rail Business in seiner Ausgabe vom 3. April 2023 von Karsten Lemmer, Vorstand «Innovation, Transfer und wissenschaftliche Infrastrukturen» des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) über Zulassung und Sicherheit bei autonom fahrenden Zügen wissen: «In 10, 20 vielleicht aber auch 30 Jahren. Eine konkrete Prognose ist schwierig, selbst das Thema ECTS gibt es schon seit deutlich über 20 Jahren. Neben der technologischen Entwicklung sind schliesslich auch Fragen der Zulassung und konkrete Umsetzungsprojekte zu klären. Es wird in jedem Fall ein Annäherungsprozess sein, und wir werden

vermutlich Zwischenpremierern feiern: hoch automatisierte Wendemanöver, voll automatisierte Rangierlokomotiven, Remote Steuerung, die erste vollautomatisierte Regionallinie etc. Von Reallaboren über seriennahe Demonstrationen werden wir uns kontinuierlich in die Richtung hoch automatisierter Züge bewegen.»

Anhang I

Erfahrungen aus smartrail 4.0 im Einsatz bei der S-Bahn Hamburg

Im Jahr 2020 wurden im Rahmen von smartrail 4.0 (ATO2Basic Phase2 GoA2) am Genfersee Tests mit einem Flirt und der Software von Siemens durchgeführt. Sie betrafen die erreichbare Haltegenauigkeit, potenzielle Energieeinsparungen und den realisierbaren Fahrzeitgewinn. Dabei wurde erstmals die Standardarchitektur von ATO GoA2 in der Realität umgesetzt. Die Tests haben eindrücklich gezeigt, was mit dieser Standartarchitektur erreichbar ist. Zusammengefasst ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Das von der Industrie prognostizierte Energiesparpotenzial wurde in Einzelmessungen bestätigt
- ATO kann im Bedarfsfall eng an den definierten Systemgrenzen fahren

Mit ATO GoA2 kann ein Beitrag zur präzisen Fahrzeugsteuerung und damit zur Optimierung des Bahnbetriebs auf Pünktlichkeit und Knotenkapazität erzielt werden.

Erkenntnisse aus den Tests konnte Siemens unter anderen auch auf den Testbetrieb der Hamburger S-Bahn übertragen. (Quelle: Siemens Mobility). Die Digitale S-Bahn Hamburg verkehrt seit September 2022 täglich im automatischen Regelbetrieb mit vier Zügen auf der Linie S21. Vollautomatisch, also führerlos, bewegt sich eine Komposition am Ende der Strecke in Bergedorf nach Ausstieg der Fahrgäste in das Kehrgleis, wendet und wird am gegenüberliegenden Bahnsteig zum Einstieg der Passagiere bereitgestellt. (Quelle: bahn manager 2/23)

Abbildung 13: Auf der S-Bahn Hamburg verkehren vier Züge unter ATO GoA2



Foto: DB

Abbildung 14: Die Teststrecke im Raum Hamburg



Quelle: Siemens Mobility

Abbildung 15: Mit der Einführung des hochautomatisierten Fahrens wird eine deutliche Leistungssteigerung erreicht.



Quelle: Siemens Mobility

Projekt «UBahn100»

Im gleitenden Raumabstand per GoA2 und im 100-Sekunden-Takt zu fahren, ist das Ziel eines weiteren Projekts der Hamburger Hochbahn. „UBahn100“ ist damit eine Premiere in Deutschland. Auf einer Teststrecke zwischen Farmsen und Berne demonstrierte die Hochbahn am 09.06.2023 gemeinsam mit Vertretern von Siemens Mobility und Alstom, dass die CBTC-Lösung («Moving Block») funktioniert. Die Hochbahn will ihre Kapazität auf den Abschnitten um 50 Prozent steigern und parallel den Energieverbrauch um mindestens 20 Prozent senken. Die Fahrten auf der Teststrecke zeigen, dass diese Ziele zu erreichen sind. Das Verkehrsunternehmen plant, die Lösung auf die U4 und Teile der U2 auszurollen – und zwar bis Ende 2026. Geliefert wird die CBTC-Lösung von Siemens Mobility. Verbaut wird sie in die DT5-Züge der Hochbahn von Alstom. Darüber hinaus läuft in der Hansestadt das Projekt U5, wo U-Bahnen per GoA4 verkehren sollen. (Quelle: Rail Business, 9.6.2023 und 26.6.2023)

Anhang II

Blick über die Grenzen

Dänemark: Den grundsätzlichen Beschluss für einen ATO-Betrieb hat die dänische Regierung 2017 gefasst. Nun hat das Parlament im Mai 2023 der DSB die Genehmigung erteilt, neue Fahrzeuge für die S-Bahn Kopenhagen zu bestellen und ab 2028 erste Prototypen für einen Testbetrieb nach GoA4 – also ohne Fahrer – einzuführen. Dies wird auf der einzigen S-Bahnlinie geschehen, die nicht durch die stark frequentierte Kernstrecke Kopenhagens führt (Rail Business, 5.5.2023)

Frankreich: Die SNCF verfolgt ein Projekt zur Erschließung von ländlichen Gebieten durch häufig verkehrende, kleine fahrerlose Fahrzeuge für bis zu 80 Personen unter dem Begriff «Draisie». Das besonders leichte, batteriebetriebene Fahrzeug soll mit Technologien aus der Automobilindustrie ausgerüstet sein und 2015 in den Testbetrieb gehen.

Abbildung 16: Draisie von Lohr Industries soll den ruralen Raum auf der Schiene erschliessen.



Quelle: Lohr Industries

Ein Projekt der SNCF heisst Flexy, das nur über 14 Sitze verfügt und sowohl auf der Schiene wie der Strasse verkehren kann. Als Lösung für die «letzte Meile» sollen mit Flexy Reisende an der Haustür abgeholt und bis zum nächsten Bahnknoten befördert werden. Der Testbetrieb ist für 2024 geplant. (Quelle: bahnmagazin 2/23, S. 58 ff)

Literatur und Links

Dällenbach R., Metz K., Nolte J., Züger G., Schweizer Projekte und Piloten zur Automation im Führerstand, El Der Eisenbahn Ingenieur, Hamburg, Nr. 8/19, August 2019

Metz K., Modernisierung des Bahnsystems durch neue Technologien – Die Bahn der Zukunft im Griff mit «smartrail 4.0», Schweizer Jahrbuch für Verkehr 2020, S. 103-118, Universität St. Gallen, September 2020

Nolte J. und Team ATO, ATO2Basic Phase 2 Abschlussbericht, 1.12. 2020

Pannecoucke L., Dällenbach R., Effects of automatic train operation on regional train drivers, IRSE News, March 2021

Referate und Marktinputs des Informationstags der «Bahnjournalisten Schweiz - Medienschaffende des öffentlichen Verkehrs» in St. Gallen, 7. November 2022, «Die Zukunft der Bahnautomation ATO – wie und wann?», <https://bit.ly/3WLdeBj>

Optimiertes Fahrprofil bei SBB und BLS:

<https://bahninfrastruktur.sbb.ch/de/digitale-bahn/optimiertes-fahrprofil-vpro.html>

Draisy by Lohr Industries: <https://www.lohr.fr/catalogue/draisy/>

Flexy von SNCF: <https://www.sncf.com/fr/innovation-developpement/innovation-recherche/mobilite-pour-tous-dans-les-territoires>

Verkehrsverlagerung international:

Wie die Schweiz in ausländische Güterbahn-Infrastruktur investiert

Kurt Metz

Abstract

In den Gründerzeiten der Eisenbahn investierten die Nachbarländer in das schweizerische Bahnnetz, während heute die Schweiz Infrastrukturen im Ausland mitfinanziert.

Gestützt auf das geltende Gütertransportgesetz und die -verordnung leistet der Bund Investitionsbeiträge an den Bau, die Erweiterung und die Erneuerung von KV-Umschlagsanlagen und Anschlussgleisen. Im Ausland ist nur die finanzielle Förderung der Erweiterung und des Neubaus von KV-Umschlagsanlagen möglich.

Zur Förderung der Verlagerungspolitik hingegen beteiligt sich die Schweiz an Schieneninfrastruktur-Ausbauten in Ausland. Bisher profitierten Projekte in Belgien, Deutschland und Italien von Zuschüssen. Neu könnte Frankreich dazustossen: Zurzeit laufen Abklärungen zur Aufwertung des linksrheinischen Güterverkehrskorridors zwischen Basel und Wörth via Strasbourg.

Keywords: Verkehrsverlagerung, Logistikketten, Unbegleiteter Kombiniertes Verkehr (UKV), Mitfinanzierung Terminals, Streckenerneuerungen, Fördersummen, links- und rechtsrheinische Strecken, Luino-Linie, Lötschberg-Simplon-Achse, Bundesamt für Verkehr (BAV), Hupac, Contship Italia, Mercitalia Logistics

1 Einleitung

Bekannt sind die Subventionen der Eidgenossenschaft für den Anschluss der Schweiz an die Hochgeschwindigkeitsstrecken des Personenfernverkehrs im benachbarten Ausland (HGV-A). Weit weniger stehen jene im Scheinwerferlicht, welche die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene vorab im alpenquerenden Verkehr betreffen. Sie überschreiten seit Inkrafttreten des Gesetzes und der Verordnung im Jahre 2005 die Summe von 300 Millionen Schweizer Franken. Aktuell laufen die Mitfinanzierung von Strecken-

ertüchtigungen und dem Bau von Umschlagterminals des unbegleiteten kombinierten Verkehrs mit Beiträgen von mehr als 200 Millionen Franken. Begehrlichkeiten für den Ausbau der linksrheinischen Strecke auf französischem Boden zwischen Basel – Strasbourg – Lauterbourg – Wörth als Entlastung und Ergänzung des rechtsrheinischen Rhine – Alpine Freight Corridors zwischen Rotterdam und Genua via die Schweiz sind durch parlamentarische Motionen angemeldet und müssen nun durch das Departement Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) abgeklärt werden.

Die finanziellen Engagements für den Schienengüterverkehr im Ausland haben bis jetzt die Erwartungen erfüllt oder zum Teil sogar übertroffen. Davon zeugen die Verlagerungserfolge von der Strasse auf die Schiene durch die Schweizer Alpen.

2 Übersicht der realisierten Güterbahn-Projekte

Tabelle 1: Periode 2005-2020

Projekt	Land	Empfänger	Mio. CHF
Umfahrung Como: Monte Olimpino-Tunnel II	Italien	RFI	60
Ertüchtigung der Strecke Cadenazzo-Luino	Italien	RFI	120
Bau und Ausbauten des UKV-Terminals Busto Arsizio-Gallarate	Italien	Termi SpA	100
UKV-Terminal Singen	Deutschland	Termi SA	21
UKV-Terminal Melzo	Italien	Sogemar Spa	9.5
UKV-Terminal Duisburg	Deutschland	DKT	9
UKV-Terminal Antwerpen	Belgien	Termi SA	5
DKT = Duisburg Kombiterminal GmbH			

Quellen: Privatbahn Magazin 6/2022 und BAV

3 Vorstellung der abgeschlossenen Güterbahnprojekte

Seit Inkrafttreten des Gesetzes und der Verordnung im Jahr 2005 sind bis jetzt sieben Projekte im Ausland umgesetzt; drei davon betreffen die Schienen-Infrastruktur und vier die Subventionierung von Terminals für den Umschlag von Containern, Wechselbrücken und Sattelaufliegern. Hauptziel ist, diese aus dem Norden bis in die Umschlagterminals westlich und östlich von Mailand zu transportieren. Deshalb finanziert die Schweiz auch Anpassungen von Strecken auf italienischem Gebiet (Eisenbauausbauprogramm Bahninfrastrukturfonds BIF des BAV, Standbericht 2022, S. 71).

3.1 Monte Olimpino Tunnel II

Am 18. Juni 1990 ging der Tunnel Monte Olimpino 2 in Betrieb. Dieser ist 7209 Meter lang und liegt zwischen der schweizerisch-italienischen Grenze bei Chiasso (CH) und dem Haltepunkt Cucciago (I). Er dient als Güterumfahrung von Como. Jährlich passieren ihn über 18'000 Güterzüge. Im November 2009 wurde er für zehn Monate einer Sanierung unterzogen, nachdem durch verschiedene Lecks in der Tunneldecke Wasser eingedrungen war (Quelle: Wikipedia). Die Eidgenossenschaft beteiligte sich an den Wiederherstellungsarbeiten mit einem Betrag von 60 Millionen Schweizer Franken.

3.2 Ertüchtigung der Strecke Cadenazzo – Luino

Die Bahnlinie Cadenazzo (CH) – Luino (I) ist eine einspurige Eisenbahnstrecke im Eigentum von SBB Infrastruktur und der italienischen Infrastrukturbehörde RFI mit einer Länge von 31,25 Kilometer. Sie wird von der SBB betrieben. Die Linie ist die wichtigste Zufahrt von der NEAT Gotthard zum Grossterminal der Schweizer Kombiverkehrsgesellschaft Hupac – der Marktführerin in Europa im unbegleiteten kombinierten Verkehr (UKV) – in Busto Arsizio-Gallarate. Über sie werden auch der Terminal von Novara sowie die Genueser Häfen erreicht.

Im Abkommen vom 28. Januar 2014 mit Italien verpflichtete sich die Schweiz, die im schweizerischen Interesse liegenden baulichen Massnahmen auf der Luino-Linie (Perimeter Ranzo – Sesto Calende – Gallarate/Novara) mit einem Kostendach von 120 Millionen Euro zu finanzieren. Italien erklärte sich dafür bereit, die Finanzierung des Ausbaus der Strecke Chiasso – Mailand von rund 40 Millionen Euro über ein Dekret sicherzustellen.

Auf der Grundlage dieses bilateralen Abkommens hat das BAV am 16. September 2014 mit der RFI eine Vereinbarung zur konkreten Umsetzung der italienischen Massnahmen bis 2020 abgeschlossen. Darin wurden die technischen Anforderungen an den Bau des 4-Meter-Korridors zwischen der Schweiz und Novara/Busto Arsizio (I) sowie die Vorgaben zur Projektaufsicht festgelegt. Ausserdem definierte die Vereinbarung die Verantwortlichkeiten der RFI bei der Ausführung der Arbeiten sowie bei der Bauvergabe.

Die Bauarbeiten begannen am 11. Juni 2017. Bis Ende 2019 wurden eine Doppelspurinsel bei Contone/Quartino erstellt. Sie erlaubt das Verkürzen der Zugfolgezeiten. Der 4m-Korridor ist auf der Luino-Linie seit Mitte Dezember 2020 in Betrieb. Die Hauptarbeiten konnten termingerecht abgeschlossen werden. (Quelle: Eisenbahnausbauprogramm, Bahninfrastrukturfonds BIF, Standbericht 2022, BAV).

Die Strecke ist heute gut ausgelastet und wird von mehreren Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) benützt: SBB Cargo International, BLS Cargo, DB Cargo und TX Logistik. Eine Weiterausbau der bestehenden

Infrastruktur würde sich aus topografischen und geologischen Gründen als schwierig erweisen. Es besteht eine Studie zur Kapazitätssteigerung der Strecke (siehe Kapitel 9) nach Italien.

Abbildung 2: UKV Züge gezogen von BLS Cargo und SBB Cargo International warten im Bahnhof von Luino auf die Weiterfahrt nach Italien.



Foto: Gerhard Lob

3.3 UKV-Terminal Busto Arsizio-Gallarate

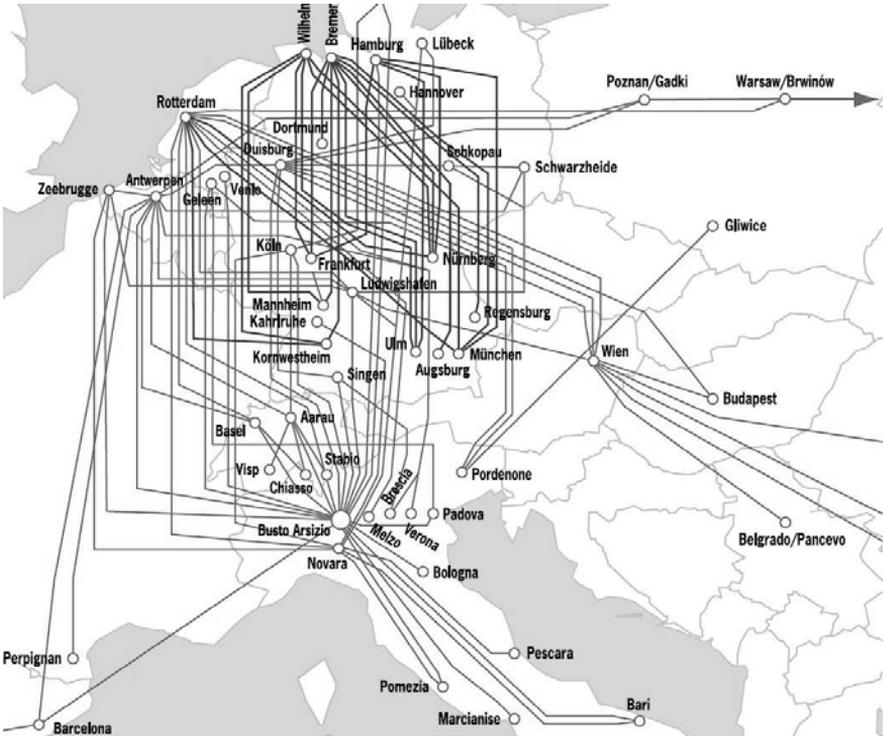
Der UKV-Terminal von Busto Arsizio-Gallarate liegt rund 20 Kilometer nördlich von Mailand und ist 150 Kilometer von den Genueser Häfen entfernt. Seine Lage eignet sich für Verbindungen nach/von Norden über die sich im Ausbau befindliche Simplon-Lötschberg Achse (siehe Kapitel 5.2 auf Seite 51), über die ertüchtigte Luino-Linie und nach Chiasso mit der Weiterführung auf der NEAT-Gotthardachse. Der Terminal ist im Eigentum der Hupac SpA.

Abbildung 3: Hupac Terminal Busto Arsizio-Gallarate

Foto: Hupac

Die Eidgenossenschaft hat sich im Rahmen von mehreren Ausbaubauten bisher mit einer Summe von rund 100 Millionen Franken engagiert. Der Terminal verfügt über total 35 Gleise mit Längen von 520 bis 760 Meter. 13 davon sind von Portalkränen für den Umlad überspannt. Die Kapazität beträgt 33 Züge pro Tag und Richtung. Destinationen sind sowohl inneritalienisch wie transalpin in die Schweiz (Aarau), nach Deutschland, Belgien, den Niederlanden und Dänemark. Zur Leistungssteigerung der Anlage werden im Jahr 2023 neue, effizientere Portalkräne angeschafft. Das Potenzial von Busto Arsizio Gallarate wird damit ausgeschöpft sein. Um den erwarteten Mengenzuwachs zu bewältigen, baut Hupac zusammen mit dem italienischen Partner Mercitalia den neuen UKV-Terminal von Milano Smistamento (siehe 5.2) und erweitert den kürzlich gekauften Terminal von Novara.

Abbildung 4: Ausschnitt aus dem 2023-Netzwerk der Hupac mit den von der Schweiz co-finanzierten Terminals von Antwerpen, Busto Arsizio-Gallarate, Duisburg, Piacenza und Singen. Blau eingezeichnet sind die Seehafen – Hinterlandverkehre, rot die kontinentalen UKV-Verbindungen.



Grafik: Hupac

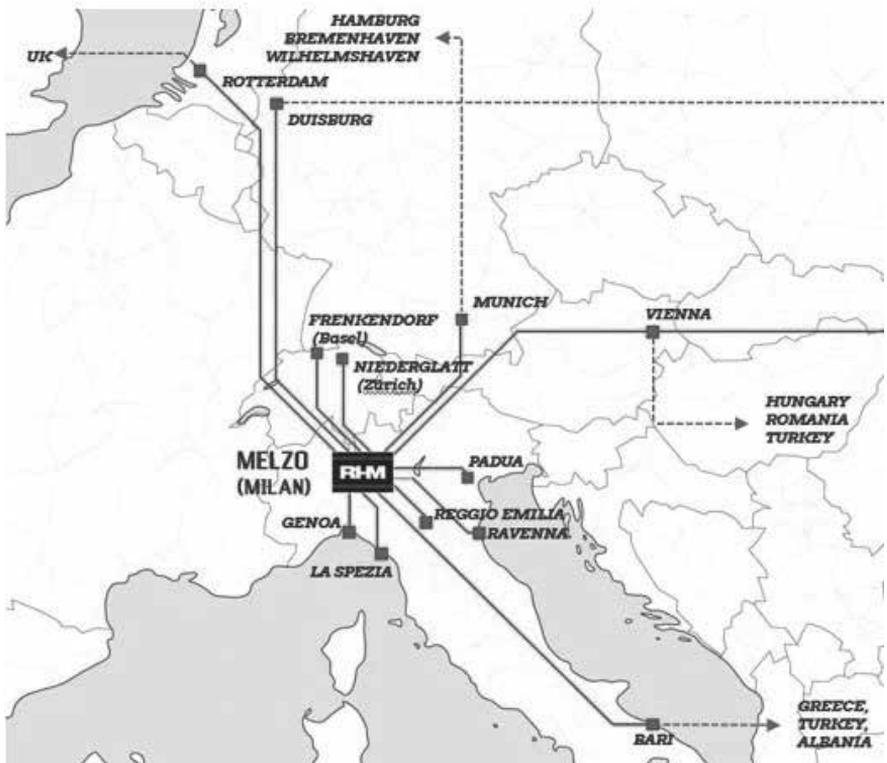
3.4 UKV-Terminal Singen

Der Terminal Singen nördlich von Schaffhausen wurde bereits 1996 erstellt. Er dient vorab der Versorgung von Baden-Württemberg. Er verfügt über vier Verladegleise von je 650 Meter Länge. die Umschläge werden sowohl mit einem Portalkran wie Frontladern bewerkstelligt. Die Kapazität beträgt acht Zugpaare pro Tag. Ziele sind Italien via die Schweiz und Innerdeutsch, wobei die Anbindung an Duisburg hauptsächlich für den Anschluss der Seehafenverkehre aus den Nordseehäfen auf der Schiene und dem Wasser genutzt wird. Der Terminal wird von der TSG Terminal Singen GmbH betrieben, die zur Hälfte im Eigentum der Hupac ist. Das finanzielle Engagement des Bundes für den Bau betrug 21 Millionen Schweizer Franken.

3.5 UKV Terminal Melzo

Der östlich von Mailand gelegene Rail Hub Milano (RHM) in Melzo der Contship Italia Group ist ein Scharnier zwischen den Hochseehäfen in Norditalien und den Terminals in Kontinentaleuropa für den Umschlag von intermodalen Ladungen. Es stehen sieben Gleise mit Längen von 500-750 Meter zum Verlad zur Verfügung. Jährlich werden 5-6'000 Züge abgefertigt. RHM gehört zur Hamburger Eurokai-Gruppe der Familie Eckelmann. Diese verfügt mit Oceanogate über eine eigne Eisenbahnverkehrsunternehmung, welche die UKV-Züge Richtung Norden bis an die Schweizer Grenze in Chiasso führt.

Abbildung 5: Bahn-Netzwerk aus dem Terminal Melzo



Grafik: RHM/Contship Italia

3.6 DKT Duisburg Kombiterminal

Das Terminal dient vorab als Gateway zwischen den Nord-Süd und Ost-West Hauptverkehrsachsen. Erste UKV-Zugsangebote verliefen von Duisburg nach

Busto Arsizio-Gallarate und von Rotterdam/Antwerpen nach Schwarzheide (D) sowie weiter nach Polen, Ungarn und Russland. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Chemietransporte im Auftrag der Schweizer Firma Bertschi durchgeführt von der Hupac. Die Eidgenossenschaft beteiligte sich mit 9 Millionen Franken an dessen Bau.

3.7 UKV Terminal Antwerpen

Das Terminal Antwerpen liegt im Perimeter des Hafens von Antwerpen und steht seit 2010 im Betrieb. Es verfügt über fünf Gleise von je 620 Meter Länge und fertigt täglich bis zu zehn Zugpaare mit Destinationen in Italien und der Schweiz ab. Es ist nahezu vollständig (99,94 Prozent) im Eigentum der Hupac. Die Eidgenossenschaft unterstützte seinen Bau mit 5 Millionen Schweizer Franken.

4 Übersicht der laufenden Güterbahnprojekte bis 2028

Tabelle 1: Drei Investitionen im Ausland stehen an

4-Meter Profil Südzulauf Simplon-Linie bis 2028	Italien	RFI	148
UKV-Terminal Milano Smistamento Eröffnung 2025	Italien	TerAlp	69
UKV-Terminal Piacenza Eröffnung 2024	Italien	Centro intermodale	27
RFI: Fete Ferroviaria Italiana (Bahn-Infrastrukturbehörde)			
Stand: 3. Juli 2023			

Quellen: BAV und Privatbahn Magazin

5 Vorstellung der laufenden Projekte und deren Erwartungen

5.1 Südzulauf Simplon-Linie

Auf den schweizerischen Abschnitten der Lötschberg-Simplon-Achse können Transporte mit 4 Metern Eckhöhe schon länger durchgeführt werden; mit einem Ausbau in Italien ergibt sich eine Aufwertung der gesamten Strecken. Der Bundesrat beschloss deshalb im Juli 2020, die gesamten für Massnahmen in Italien verbleibenden Mittel des 4-Meter-Korridor-Kredits von 148 Millionen Schweizer Franken für den Ausbau der Simplon-Linie einzusetzen. Italien steuert die restlichen 103 Millionen Euro bei und verpflichtet sich, die Massnahmen bis 2028 zu realisieren. Die Auszahlungen aus dem BIF erfolgen erst nach Abschluss

definierter Etappen. Diese stellen den zügigen Ausbau und die sachgerechte Verwendung der Mittel sicher.

Am 3. September 2020 wurde ein bilaterales Abkommen mit dem Ziel einer gemeinsamen Entwicklung der Lötschberg-Simplon-Linie unterzeichnet. Mit den Ausbaumassnahmen wird es möglich sein, bis zu vier Güterzüge pro Stunde und Richtung mit Ladungen von 4 Metern Eckhöhe bis in die grossen Umladeterminale im Raum Mailand/Novara verkehren zu lassen. 2021 wurde die Planung aufgenommen und eine Vereinbarung mit der RFI abgeschlossen.

Mitte 2022 nahm die für die Steuerung des Vorhabens zuständige «Bilaterale Kommission Schweiz-Italien» ihre Tätigkeiten auf. Die Planungsarbeiten erfolgten bis Mitte 2023. Aktuell beginnt die Projektierungsphase. Ab 2024 sind erste Bauarbeiten auf dem Abschnitt Arona – Stresa vorgesehen (Quelle: Eisenbahnausbauprogramm, BIF, Standbericht 2022, S. 75/76, S. 82).

Die Bedeutung des Südzulaufs zur NEAT wird 2025 durch die Eröffnung der Flachbahn des Terzo Valico dei Giovi von den Ligurischen Häfen durch den Apennin nach Tortona und darüber hinaus nach Turin und in den Raum Mailand zunehmen. Damit kommt die Ertüchtigung der Simplon-Lötschberg-Achse für den durchgehenden Betrieb mit 4-Meter-Zügen gerade rechtzeitig. Sie kann auch dazu beitragen, die Problematik im Rheintal mit der arg verspäteten Fertigstellung der Ausbauten zwischen Mannheim und Basel zu entschärfen. Erwartet wird daher ein Wachstum von Hochsee-Containern aus dem Fernen Osten in den Genueser Häfen zu Lasten jener an der Nordsee.

5.2 UKV-Terminal Milano Smistamento

Das neue Terminal von Milano Smistamento, dem ehemaligen Rangierbahnhof der norditalienischen Metropole, ist als Gateway-Grossterminal geplant. Er soll: Dem Aufbau der Seehafen-Hinterland-Verkehrs aus den italienischen Häfen in die Schweiz und nach Süddeutschland dienen.

Verkehre von östlich von Mailand nach Nord und Süd sowie als Entlastung der Terminals westlich von Mailand (Novara, Oleggio, Busto Arsizio-Gallarate) verlagern.

Das Profil dieses Grossterminals sieht wie folgt aus:

- 10 Umschlaggleise von je 740 Meter Länge
- 2 Kranmodule und 6 Portalkräne
- 22 Zugspare pro Tag
- 390'000 Ladeeinheiten pro Jahr (entspricht etwa 150'000 LKW-Sendungen)

Abbildung 8: Der neue Grossterminal in Milano entsteht auf dem Gelände des ehemaligen Rangierbahnhofs.



Quelle: Hupac

Die Gesamtinvestitionen für das Joint Venture von Hupac und Mercitalia Logistics werden auf 110 Millionen Euro veranschlagt. Die vom Bundesamt für Verkehr maximal gesprochene Fördersumme beträgt 66,3 Millionen Schweizer Franken. Sie ist an verschiedene Bedingungen geknüpft. Unter anderem muss der Terminal beim Umschlag während zehn Jahren bestimmte Mindestmengen erreichen. Die Inbetriebnahme der 1. Phase ist für 2026 vorgesehen – also mehr oder weniger gleichzeitig mit die Eröffnung der Flachbahn «Terzo Valico dei Giovi» von den Genueser Häfen über Tortona nach Mailand.

Verfügungsnahmerin und Eigentümerin der KV-Umschlagsanlage Milano Smistamento ist die TerAlp (Terminal Alpransit Srl). Daran beteiligt ist zu 42 Prozent die Hupac und zu 58 Prozent die Mercitalia Logistics. Die Zahlungen

gehen an die Eigentümerin der Anlage, die TerAlp. Die TerAlp wird eine Betreiberfirma gründen, an der Hupac SA und Mercitalia Logistics SpA. E zu 50 Prozent beteiligt sind.

5.3 UKV-Terminal Piacenza

Piacenza liegt rund 50 Kilometer südlich von Mailand. Auf drei Gleisen von je 600 Meter und eines von 500 Meter Länge werden täglich bis zu acht Zugpaare empfangen und abgefertigt. Ihre Ziele liegen innerhalb Italiens, in Belgien, Deutschland, den Niederlanden, Polen und Rumänien. Betreiber ist die Terminal Piacenza Intermodale Srl, eine Tochtergesellschaft der Hupac.

Für die sich im Ausbau befindliche Anlage steuert die Eidgenossenschaft in den nächsten Jahren 27 Millionen Schweizer Franken bei.

Verfügungsnahmerin und Eigentümerin der KV-Umschlagsanlage in Piacenza ist die Centro Intermodale SpA. Die Zahlungen gehen an dieses Unternehmen. Am Centro Intermodale beteiligt sind Hupac mit 58 Prozent und Mercitalia Logistics mit 42 Prozent. Betreiberin wird die Terminal Piacenza Intermodale Srl sein, die zu 100 Prozent der Centro Intermodale SpA gehört. Inbetriebnahme der Anlage ist im Jahr 2024 vorgesehen.

6 Fazit der Bestrebungen

Das Vorgehen ist pragmatisch: Geld wird erst ausbezahlt, wenn das Projekt fertiggestellt oder zuvor vereinbarte Etappen erreicht sind. Der dadurch entstehende Druck auf die Empfänger der Mittel hat sich bis heute als effizient erwiesen.

Durch die Förderung sowohl von UKV-Terminals im Ausland wie die Ausbauten der Zulaufstrecken in die Schweiz zeigt wie vermehrt in Logistikketten gedacht, geplant und gebaut werden muss.

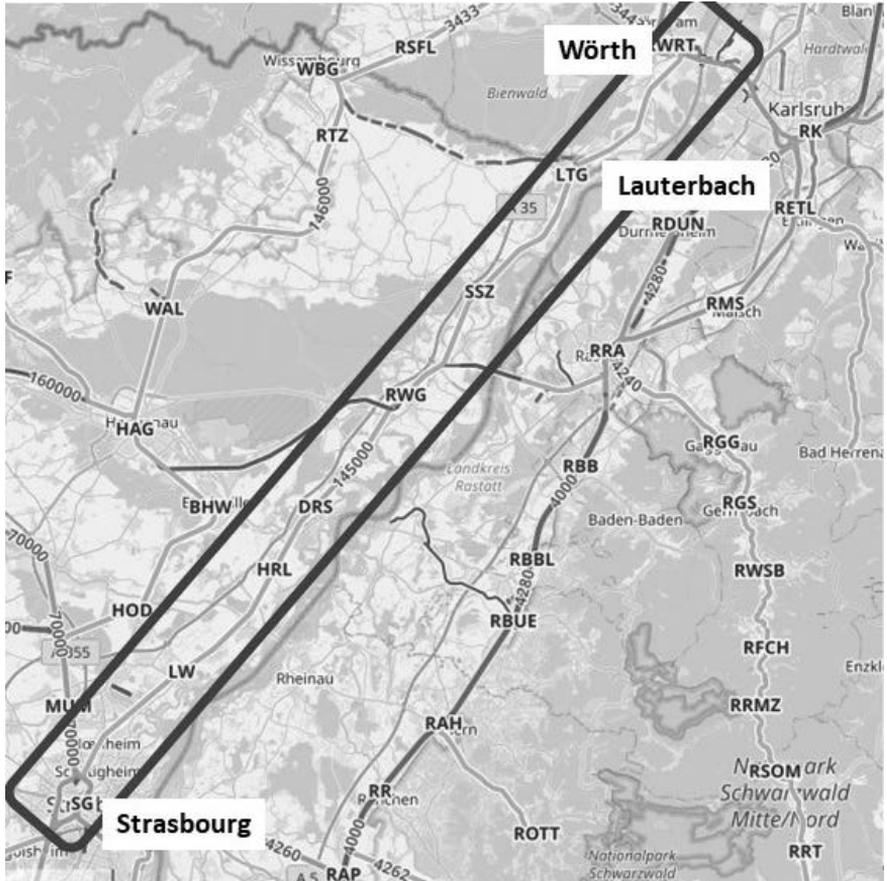
7 Vorstösse für den linksrheinischen Ausbau Basel – Wörth

Das Parlament hat den Bundesrat im Jahr 2020 beauftragt, einen Staatsvertrag mit Frankreich und Belgien abzuschliessen, um die linksrheinische NEAT-Zulaufstrecke (Metz – Basel auf dem Rail Freight Korridor 2 Nordsee – Mittelmeer) ebenfalls auszubauen (Motion 20.3003 «Staatsvertrag für linksrheinische NEAT-Zulaufstrecke»). Um den durchgehenden Korridor mit dem für Sattelaufleger mit 4 Metern Eckhöhe notwendigen Profil zu realisieren, wird auf Schweizer Seite der Abschnitt St. Johann – Basel RB auf das grössere Lichtraumprofil (EBV 3) zu erweitern sein.

Im Rahmen des französisch-schweizerischen Lenkungsausschusses hat die Schweiz Frankreich daher vorgeschlagen, eine Absichtserklärung auf Ministerienebene zum Ausbau des Güterverkehrs auf dem linken Rheinufer zu formalisieren. Diese Absichtserklärung sollte bis Ende 2023 verwirklicht werden. Die SBB haben in Vorbereitung darauf das Vorprojekt für die Profilanpassung der beiden Basler Tunnel Kannenfeld und Schützenmatt im ersten Quartal 2022 fertiggestellt. Das BAV hat die weitere Projektierung in Auftrag gegeben. Damit kann die Realisierung der in der Schweiz notwendigen Ausbauten zeitgerecht vorangetrieben werden.

Die Hupac hat eine Studie erstellen lassen, die einen Betrag von CHF 500 Millionen für die Ertüchtigung abschätzt und eine Realisierung bis 2030 für möglich hält.

Abbildung 9: Die linksrheinische Strecke Strasbourg – Lauterbach – Wörth, olivgrün die linksrheinische Strecke 145000, rot die rechtsrheinische Linie 4000 (Karlsruhe – Basel)



Quelle: OpenRailwayMap/bearbeitet durch Peider Trippi

Das Projekt wird von Fachleuten kontrovers kommentiert. So schreibt Peider Trippi (www.trippi-services.ch) im Privatbahn Magazin Nr. 4/2023: «Die politischen Aktivitäten der Schweiz lassen weitgehend die regionalpolitischen Aspekte im Elsass aus und vor. Die 71 Kilometer lange Strecke von Wörth nach Strasbourg führt entlang oder durch 17 (!) Ortschaften, wobei die Bahnhöfe teils im Ortszentrum liegen. Durchschnittlich alle 1,2 Kilometer befindet sich ein Bahnübergang. Die Forderung der Güter EVU, dabei den Nachtbetrieb einzuführen, dürfte den Unmut der betroffenen Bevölkerung auf sich ziehen.

Unweigerlich zeigen sich hier Parallelen zur Betuwe-Linie (Diskussionsbeginn 2007, Fertigstellung 2026). Im Weiteren sind die Infrastruktur-Zuständigkeiten heute unklar: Gemäss dem neuen LOM-Gesetz (loi d'orientation sur les mobilités), Artikel 172, ist die Region Grand Est für die SPNV-Regionallinie zuständig. Die Zuständigkeit für Gütertransittrassen liegt aber bei der nationalen SNCF Réseau.» Ähnliche Bedenken äusserte anlässlich der Hupac Jahrespressekonferenz vom 5. Mai 2023 in Zürich der unabhängige Berater im Schienengüterverkehr George Raymond (www.railweb.ch). Er fuhr die Strecke ab und stellte ebenfalls grosse Hindernisse für deren Ertüchtigung fest: *“But efficient use of the SLW (Strasbourg – Lauterbourg – Wörth) for rail freight would above all require a sustained political effort to convince the people living along the line to accept the noise of freight trains, including at night, the loss of some crossings, and the erection of noise barriers. This political support must come from France because the SLW runs along the country’s eastern edge. Here lies the problem. Electrifying and refurbishing of the SLW is of some interest to France’s Grand Est region (and to the Karlsruhe-Wörth area in Germany) to the extent it would let the SLW offer better passenger services, but the SLW is of no interest to France as a freight route. This probably means a long negotiation with France to determine what (lion’s) share of the cost of the SLW upgrade is to be borne by the EU and Switzerland.”*

In einer privaten Replik ist der Dispositions- und Analysespezialist der BLS, Federico Rossi, jedoch der Ansicht, dass die technischen Hindernisse überwunden werden können und der linksrheinische Ausbau so oder so über lange Sicht gesehen zwingend ist (Mailaustausch vom 7. Mai 2023).

8 Luino-Linie: Kapazitätssteigerung und Verkehrsumlagerung

Isabelle Stebler hat in ihrer ETHZ Masterarbeit von 2021 «Vorstudie für einen allfälligen Ausbau der Luino-Linie für den Güterverkehr – technische Machbarkeit und SWOT-Analyse» eine mögliche Kapazitätssteigerung des schweizerischen Streckenabschnittes entlang des Lago Maggiore mittels zwei neuer Tunneln und einem kurzen, offenen Doppelspurabschnitt untersucht. Damit würde das Führen von täglich bis zu 200 Zügen des UKV von Cadenazzo zu den Terminals im nordwestlichen Raum von Mailand ermöglicht. Die Bestvariante sieht eine zweiteilige Tunnelkette mit dem nördlichen, 7.6 km langen Tunnel «Vira» und dem südlichen, 3.5 km langen Tunnel «Ranzo» vor. Zwischen den beiden Tunneln wird eine rund 750 m lange, offene Strecke mithilfe eines Hanganschnittes auf Doppelspur erweitert. Für die entwickelte Bestvariante konnten sowohl die bauliche als auch die betriebliche Machbarkeit nachgewiesen werden. Die Ausbildung der Tunnelbauten als reine Güterverkehrstunnel, die ähnliche Geologie wie am Ceneri-Basistunnel sowie die Aufwertung des Lebensraumes im Projektgebiet stellen wichtige Chancen und Stärken des Projektes dar.

Hans-Peter Vetsch, Geschäftsführer des Gotthard-Komitees schreibt dazu: «Es wäre dringend notwendig die Fortsetzung ab der Schweiz/italienischen Grenze bis zu den Terminals in Busto und Novara zu prüfen, um zu sehen, welche Ausbauten auf der italienischen Seite zur Kapazitätssteigerung von heute ca. 80 – 90 Zügen auf ca. 200 Züge benötigt würden. Dabei könnten auch allfällige Etappierungsschritte aufgezeigt resp. untersucht werden. Die Auslösung dieser Arbeiten müsste durch das BAV auf Bundesebene mit den Partnern Staat, RFI und Region erfolgen.

Abbildung 10: «Luino-Linie» entlang dem Lago Maggiore als zu verstärkendes Bindeglied zwischen NEAT-Gotthard und den Terminals nordwestlich von Mailand



Quelle: Wikipedia Creative Commons (unverändert)

Dieser Ausbau könnte auf der stark belegten Strecke Chiasso – Milano dringend benötigte neue Kapazitäten für den regionalen und internationalen Personenverkehr schaffen und den sehr teuren Neubau einer neuen Linie von Lugano nach Milano auf lange Zeit erübrigen.» (Input vom 30. Juni 2023)

9 Einschätzung

Es ist schwer abzuschätzen, inwieweit im Ausland die Schweizer Unterstützung zur Lösung von Logistikherausforderungen durch die Co-Finanzierung von Infrastrukturen wertgeschätzt wird. Ein neutraler Massstab ist der Erfolg der Verkehrsverlagerung im alpenquerenden Güterverkehr hin zur Schiene. Der Rückgang der Fahrten alpenquerender schwerer Strassenfahrzeuge von 1,4 Mio. im Jahr 2000 auf noch 863'000 im Jahr 2020 ist mitunter auch das Resultat der Schweizer Investitionen im Ausland. Dass dieser Trend im Jahr 2022 eine Delle erlitt, ist in einer Reihe von Faktoren – «Post Corona Blues», fehlendes transnationales Baustellenmanagement, ... - begründet, die nicht im Einflussbereich der Logistikbranche, Operateure und Traktionäre liegen.

Literaturverzeichnis

Raymond George, An activist in European rail freight, 25 May 2023, Report in <https://www.railweb.ch/en/blog/>

Stebler I., Vorstudie für einen allfälligen Ausbau der Luino-Linie für den Güterverkehr – Technische Machbarkeit und SWOT-Analyse; Masterarbeit der ETH-Zürich, D-BAUG, Zürich, 05.07.2021

Trippi Peider, Portrait der geforderten Streckenerüchtigung Wörth – Lauterbourg – Strasbourg. Eine kritische Betrachtung zur möglichen Umsetzung, Linke-DIN, September 2022

Mo. 20.3003 Staatsvertrag für eine linksrheinische Neat-Zulaufstrecke: <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20203003>

Mo. 22.3000 «Weiterführung der erfolgreichen Verlagerungspolitik und Gewährleistung der nationalen Versorgungssicherheit dank Ausbau des linksrheinischen Neat-Zubringers Wörth-Strassburg» <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/amtliches-bulletin/amtliches-bulletin-die-verhandlungen?SubjectId=59089>

Inputs des Bundesamts für Verkehr (BAV) und Webseiten der erwähnten Unternehmen sowie ihrer Terminals.

Der Beitrag wurde mit einem «journalistischen Tageshonorar» des Recherchefonds der Bahnjournalisten Schweiz – Medienschaffende des öffentlichen Verkehrs unterstützt.

Der Autor dankt Jürg D. Lüthard und Peider Trippi für kritisches Gegenlesen und konstruktive Inputs.

Was nichts kostet, ist nichts wert?

Die Wirkungen eines Gratis-ÖV und des 9-Euro-Tickets in Deutschland

Maleika Wörner, Anne Greinus

Abstract

Im Auftrag von LIEmobil analysierte INFRAS die möglichen Wirkungen eines Gratis-ÖV auf dem Gebiet Liechtensteins. In diesem Rahmen wurden die Wirkungen des temporären 9-Euro-Tickets in Deutschland und weitere internationale Beispiele ebenfalls kurz analysiert. Die Einführung eines Gratis-ÖV kann verschiedene Ziele verfolgen und bringt einige Herausforderungen mit sich. Insbesondere erfordert sie eine öffentliche Finanzierung der wegfallenden Einnahmen und zusätzlichen Kosten. Erfahrungen aus dem Ausland zeigen eine Steigerung der Nachfrage durch Verlagerungseffekte und induzierten Verkehr. Es ist zu beachten, dass neben der gewünschten Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr (MIV) auf den ÖV auch unerwünschte Verlagerungen vom Fuss- und Veloverkehr auftreten können. Die Auswirkungen eines Gratis-ÖV sind von verschiedenen Faktoren und Umweltentwicklungen abhängig und sollten nicht isoliert analysiert werden, sondern im Rahmen eines umfassenden Massnahmenbündels betrachtet werden.

Keywords: Mobilität, Gratis-ÖV, Wirkungsanalyse, Fallbeispiele

1 Gratis-ÖV-Initiativen in der Schweiz

In der Schweiz findet immer wieder eine Diskussion über das Konzept des kostenlosen öffentlichen Verkehrs (Gratis-ÖV) statt. Verschiedene Initiativen für einen Gratis-ÖV wurden ins Leben gerufen. Allerdings sind diese Initiativen bisher gescheitert. Der kürzliche Bundesgerichtsentscheid vom 31. März 2023 hat eine Volksinitiative im Kanton Freiburg, die die Einführung eines Gratis-ÖV zum Ziel hatte, für ungültig erklärt. Das Urteil stellt fest, dass die Initiative nicht mit Art. 81a Abs. 2 der Bundesverfassung zu vereinbaren ist. Das Bundesgericht wies die Beschwerde gegen die Entscheidung des Grossen Rates des Kantons Freiburg ab (Bundesgericht 2023).

Mit der Norm in der Bundesverfassung werden zwei entgegengesetzte Ziele verfolgt. Einerseits soll Mobilität nicht zu kostengünstig sein, da dies zu einem unkontrollierten Anstieg der Nachfrage und in der Folge zu immer höheren Investitions- und Folgekosten führen könnte, die das System letztendlich überlasten könnten. Andererseits soll der öffentliche Verkehr auch nicht zu kostspielig sein, um das angestrebte Ziel einer Verlagerung der Mobilität von der Strasse in den ÖV nicht zu beeinträchtigen. Diese vom Verfassungsgeber angestrebte Balance schliesst die Möglichkeit aus, dass Nutzerinnen und Nutzer des öffentlichen Verkehrs keinerlei Kosten tragen müssen (Bundesgericht 2023).

Angesichts der Tatsache, dass nicht nur im Kanton Freiburg, sondern auch in mehreren anderen Kantonen Initiativen für einen Gratis-ÖV liefen oder immer noch laufen und das Thema weiterhin im Gespräch ist, präsentiert dieser Artikel eine Übersicht über die Ziele und Wirkungen verschiedener internationaler Ansätze mit Gratis-ÖV und gibt Einblicke in die Erfahrungen mit dem 9-Euro-Ticket vom Sommer 2022 in Deutschland. Zum Abschluss fasst der Artikel eine kurze Analyse der potenziellen Auswirkungen, die ein Gratis-ÖV in Liechtenstein aktuell haben könnte.

2 Erkenntnisse aus internationalen Beispielen eines Gratis-ÖV

Die Einführung eines Gratis-ÖV hatte in verschiedenen Städten, Regionen und Ländern unterschiedliche Ziele und führte zu unterschiedlichen Auswirkungen. Wir betrachten einige Beispiele aus INFRAS (2022) und die Auswirkungen dieser Massnahmen.

Im Jahr 1988 führte **Liechtenstein** einen einjährigen, nationalen Versuch mit einem Gratis-ÖV durch, um den ÖV zu fördern und einen Umstieg vom Auto auf den ÖV zu erreichen. Bereits ein Jahr vor Einführung des Gratis-ÖV wurde das Angebot 1987 massiv ausgebaut. Durch die Einführung eines Gratis-ÖV konnte die Akzeptanz gegenüber dem ÖV sichtlich gesteigert werden. Die gewünschte Verlagerung vom Auto auf den ÖV im Pendlerverkehr war begrenzt. Es gab insbesondere eine Zunahme des Freizeitverkehrs und Verlagerungen vom Fuss- und Veloverkehr auf den ÖV. Nach dem einjährigen Versuch wurden moderate Tarife eingeführt, aber die Fahrgastzahlen blieben relativ stabil, was auf die Verbesserung des Angebots hinweisen könnte. Betrieblich war die Bewältigung des gestiegenen Fahrgastaufkommens eine Herausforderung und es gab auch negative Effekte wie Vandalismus und Unzufriedenheit der Fahrgäste.

Tallinn, die Hauptstadt Estlands, implementierte 2013 ein kostenloses ÖV-Angebot. Durch Subventionen wurde es vielen Einwohnerinnen und Einwohner ermöglicht, den öffentlichen Nahverkehr zu nutzen, den sie sich zuvor nicht leisten konnten. Ein weiteres Ziel war die Reduzierung des Autoverkehrs und die Erhöhung der Attraktivität von Tallinn als Wohnort. Zusätzlich sollten Anreize für eine Registrierung in der Stadt geschaffen werden, um die Steuereinnahmen zu

steigern, da lediglich die Einwohnerinnen und Einwohner von einem Gratis-ÖV profitieren. Die zusätzlichen Steuergelder deckten den Verlust der Ticketeinnahmen fast vollständig. Die Einführung des kostenlosen ÖV führte zu höherer Zufriedenheit und Beliebtheit des ÖV. Im ersten Jahr stiegen die ÖV-Fahrten um 14 Prozent sowie der Modal Split des ÖV am Aufkommen von 55 auf 63 Prozent. Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) sank von 31 auf 28 Prozent, aber auch der Anteil der Fusswege sank von 12 Prozent auf 7 Prozent. Die soziale Durchmischung der Fahrgäste konnte zwar gesteigert werden, eine Verlagerung vom Auto zum ÖV konnte jedoch nur in begrenztem Masse erreicht werden.

Auch in **Aubagne**, einer Stadt in Frankreich, sind seit 2009 alle öffentlichen Verkehrsmittel kostenlos. Neben dem sozialen Aspekt, allen Menschen einen besseren Zugang zur Mobilität zu ermöglichen, spielte die geringe Kostendeckung durch Tarifeinnahmen eine Rolle. Zwischen 2008 und 2012 stiegen die Fahrgastzahlen um 142 Prozent. Etwa die Hälfte der neuen Nutzerinnen und Nutzer bevorzugten zuvor das Auto oder Motorrad. Die Mindereinnahmen konnten teilweise durch die Erhöhung der *versement transport* – einer Steuer für Unternehmen mit mehr als neun Mitarbeitenden zur Finanzierung des Verkehrs – kompensiert werden.

Dünkirchen in Frankreich bot zunächst ab 2015 kostenlose ÖV-Dienste an Wochenenden und Feiertagen an, bevor das Angebot 2018 auf die gesamte Woche ausgedehnt wurde. Gleichzeitig wurden Infrastruktur- und Angebotsverbesserungen vorgenommen, um die Zugänglichkeit und Mobilität der Bevölkerung zu verbessern. Die Massnahmen führten zu einem erheblichen Anstieg der Fahrten, wobei rund ein Drittel der Fahrten induzierte Fahrten darstellen. Mit der Massnahme stieg die Aufenthaltszeit im Stadtzentrum, was sich wiederum positiv auf den lokalen Handel auswirkte.

Templin, eine Kleinstadt in Deutschland, führte bereits 1997 kostenlose ÖV-Dienste ein, um die Abhängigkeit vom Auto zu verringern und externe Kosten wie Lärm, Luftverschmutzung und Unfälle zu reduzieren. Innerhalb von nur drei Jahren stiegen die Fahrgastzahlen im ÖV sehr stark an. Besonders Kinder und Jugendliche nutzten verstärkt den ÖV. Die Verlagerung erfolgte hauptsächlich vom Fuss- und Veloverkehr (30–40 Prozent vom Veloverkehr und 35–50 Prozent vom Fussverkehr) auf den ÖV. Der Umstieg vom Auto auf den ÖV erfolgte zwar nur begrenzt, die Anzahl der touristischen Übernachtungen stieg jedoch an. Allerdings traten auch vermehrt Probleme mit Vandalismus auf, weshalb der ÖV seit 2003 nicht mehr kostenlos, jedoch weiterhin zu vergünstigten Tarifen genutzt werden kann.

Auch in **Hasselt**, Belgien, wurde 1997 ein universell kostenloser ÖV eingeführt, um geplante Strassenbauprojekte zu kompensieren und das Stadtzentrum vom Autoverkehr zu entlasten. Die Nachfrage im öffentlichen Verkehr stieg erheblich an, jedoch blieb der Marktanteil der Busse gering. Die steigenden Betriebskosten

konnten ohne Ticketeinnahmen nicht vollständig gedeckt werden, weshalb Hasselt den ÖV ab 2014 wieder kostenpflichtig machte.

In **Frydek-Místek**, Tschechien, sind seit 2011 die öffentlichen Verkehrsmittel für die Einwohnerinnen und Einwohner der Stadt und umliegender Gemeinden kostenlos. Das Hauptziel war es, die Nutzung des ÖV zu erhöhen und den Autoverkehr im Stadtzentrum zu reduzieren. In den ersten Jahren stiegen die Fahrgastzahlen deutlich an, wobei rund 8 Prozent der Autofahrer und Autofahrerinnen auf den ÖV umstiegen.

Luxemburg führte – mitten in der Covid-Pandemie – im Jahr 2020 im ganzen Land einen Gratis-ÖV ein. Zwei Gründe waren ausschlaggebend: Erstens sollte allen Menschen ein fairer Zugang ermöglicht werden. Zweitens sollte eine Debatte über den Wandel im Mobilitätssystem angeregt und das Bewusstsein dafür geschärft werden (Euronews 2023). Allerdings war der ÖV bereits davor hoch subventioniert (90–94% Subventionsrate). Die Preise waren entsprechend gering (4 Euro für ein 24h-Ticket für das ganze Land) bzw. mussten Studentinnen und Studenten und Kinder bis 18 Jahre nichts zahlen. Aufgrund fehlender Datengrundlagen und der Covid-Pandemie sind Aussagen zu den Wirkungen des Gratis-ÖV kaum möglich (Reuter 2023).

Diese Beispiele verdeutlichen, dass verschiedene Ziele mit der Einführung eines kostenlosen ÖV verfolgt werden. Dazu gehört die Steigerung der Attraktivität des ÖV, eine Verlagerung zugunsten des ÖV, die Reduzierung des Autoverkehrs, die Verringerung von Umweltbelastungen und externen Kosten sowie die Erhöhung der Attraktivität bestimmter Gebiete und die Steigerung der Kaufkraft. Eine Bewertung der Wirkungen sollte stets im Kontext dieser spezifischen Zielsetzungen erfolgen.

Zu beachten ist, dass die verkehrlichen Auswirkungen eines Gratis-ÖV stark vom spezifischen Kontext, der Ausgangssituation (z.B. Preisniveau im ÖV) und begleitenden Massnahmen abhängen. Der kostenlose ÖV ist in den meisten Fällen Teil eines umfassenden Massnahmenpakets, das Restriktionen für den MIV, den Ausbau des ÖV-Angebots und Infrastrukturverbesserungen umfasst. Die verkehrlichen Auswirkungen können daher nicht isoliert auf den Verzicht auf ÖV-Tickets zurückgeführt werden. Auch eine Übertragung der Erkenntnisse auf andere Kontexte ist eingeschränkt.

3 Das 9-Euro-Ticket und seine Auswirkungen auf die Mobilität in Deutschland

Das 9-Euro-Ticket war eine Initiative der deutschen Bundesregierung und wurde als Teil des Energie-Entlastungspaktes im Juni 2022 für drei Monate eingeführt. Mit dem einmaligen und zeitlich begrenzten Sonderangebot fuhr man für 9 Euro einen Monat lang in allen Verkehrsmitteln des Öffentlichen Personennahverkehrs

in Deutschland. Das 9-Euro-Ticket galt dagegen nicht in den Zügen des Fernverkehrs sowie in Fernbussen. Die Gültigkeit des Tickets war unabhängig davon, welches Verkehrsunternehmen oder welcher Verkehrsverbund es verkauft hat.

Der Bund finanzierte die finanziellen Ausfälle der Verkehrsbetriebe mit einer Erhöhung der Regionalisierungsmittel an die Länder von 2,5 Milliarden Euro. Das Ticket wurde eingeführt, um einerseits den ÖV attraktiver zu gestalten und andererseits die Menschen finanziell von den stark gestiegenen Energiepreisen zu entlasten.

Während der Gültigkeitsdauer des 9-Euro-Tickets wurde viel über überlastete Züge berichtet. Laut den Problemmeldungen der Zugführer hat es beispielsweise am Pfingstwochenende im Jahr 2022 bundesweit pro Tag ungefähr 400 Züge mit zu hoher Auslastung gegeben, sodass Fahrräder nicht mitgenommen werden konnten oder sogar Passagiere abgewiesen werden mussten. Dies war signifikant mehr als am Pfingstwochenende vor der Covid-Pandemie (Zeit Online 2022). In verschiedenen Studien wurden die Wirkungen des 9-Euro-Tickets vor allem in Bezug auf die Verlagerungswirkungen untersucht.

Gemäss dem **Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)** wurden insgesamt 52 Millionen Tickets verkauft (VDV 2022). Die Studie des VDV zeigt einen Verlagerungseffekt: Im August 2022 seien 17 Prozent der Nutzerinnen und Nutzer von anderen Verkehrsmitteln wie Autos, Velo usw. auf den öffentlichen Verkehr umgestiegen. Rund 8 Prozent der Käuferinnen und Käufer haben auf mindestens eine ihrer täglichen Autofahrten verzichtet. Jede zehnte Fahrt mit dem 9-Euro-Ticket hat eine Autofahrt ersetzt. Knapp 30 Prozent Neukunden aufgrund des 9-Euro-Tickets haben den ÖPNV zwischen September und November weiterhin genutzt (VDV 2022).

Eine Studie des **Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW)** untersuchte das Kauf- und Nutzungsverhalten sowie die verkehrlichen Auswirkungen des 9-Euro-Tickets von Juni bis August 2022 (DIW 2023). Etwa 40 bis 42 Prozent der Befragten kauften ein 9-Euro-Ticket. Besonders auffällig war, dass viele jüngere Menschen und Menschen mit geringem Einkommen sich für das Ticket entschieden haben (DIW 2023). Die durchschnittliche Weglänge der mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückgelegten Strecken stieg während der Gültigkeitsdauer des Tickets, insbesondere für Freizeitwege. Während das 9-Euro-Ticket die Nutzung des ÖV für Freizeitaktivitäten erhöhte, gab es keine signifikante Veränderung im Alltagsmobilitätsverhalten oder einem messbaren Umstieg hin zum ÖV für den Arbeitsweg (DIW 2023).

Eine ähnliche Schlussfolgerung zieht auch eine Studie des **Leibniz-Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI)**. Obwohl die Nachfrage nach dem Ticket hoch war, konnte bei Autostrecken nur eine geringfügige Verlagerung festgestellt werden. Die Mobilitätsausweitung betraf vor allem den Freizeitverkehr (RWI 2022).

Eine andere Analyse von Exeo im Auftrag des **Hamburger Verkehrsverbund (HVV)** ergab dagegen, dass 75 Prozent aller Fahrten mit dem 9-Euro-Ticket bestehende Mobilität im Nahverkehr waren, während 25 Prozent der Fahrten neu hinzugewonnen wurden. Die Verlagerung von Autofahrten auf den öffentlichen Nahverkehr war signifikant. In der Studie gaben 23 Prozent der Ticketbesitzer an, dass sie aktuell häufiger den öffentlichen Nahverkehr nutzen als in den Monaten vor der Einführung des Tickets. Zudem gaben 24 Prozent der Ticketbesitzer an, dass der «Verzicht auf Autofahrten» ein Grund für den Kauf des 9-Euro-Tickets war (Krämer und Korbitt 2022). Gemäss der Studie lässt sich aus den Erfahrungen mit dem 9-Euro-Ticket der Schluss ziehen, dass durch niedrigschwellige Preisangebote bisherige Nicht- oder Selten-Nutzer mobilisiert werden können und eine Verlagerung von Fahrten vom MIV erreicht werden kann. Zu einem ähnlichen Schluss kam eine Auswertung der **Technischen Universität München**. Rund 22 Prozent der Studienteilnehmenden hätten den ÖV vorher nicht genutzt und nutzten ihn während der Gültigkeitsdauer des 9-Euro-Tickets. Etwa ein Viertel davon hat den ÖV mehr als drei Tage pro Woche genutzt (TUM 2022).

Einige Studien haben positive Auswirkungen des 9-Euro-Tickets gezeigt, es wurden jedoch auch verschiedene Herausforderungen identifiziert. Die Verlagerungswirkung des 9-Euro-Tickets dürfte nicht null, aber doch sehr begrenzt gewesen sein. Tendenziell wurden vor allem zusätzliche oder längere Freizeitfahrten unternommen, die zu induziertem Verkehr geführt haben dürften. Gleichzeitig sind die Wirkungen auch vom ÖV-Angebot vor Ort abhängig und damit regional verschieden. Ein Gratis-ÖV ist allein noch kein Garant für eine Verlagerung. Es muss auch das entsprechende Angebot vorhanden sein oder ausgebaut werden. Was aber das 9-Euro-Ticket sicher gezeigt hat: Der Zugang zum öffentlichen Nahverkehr war in Deutschland für diese drei Monate überraschend einfach, vor allem für Fahrten über Verbundgrenzen hinweg.

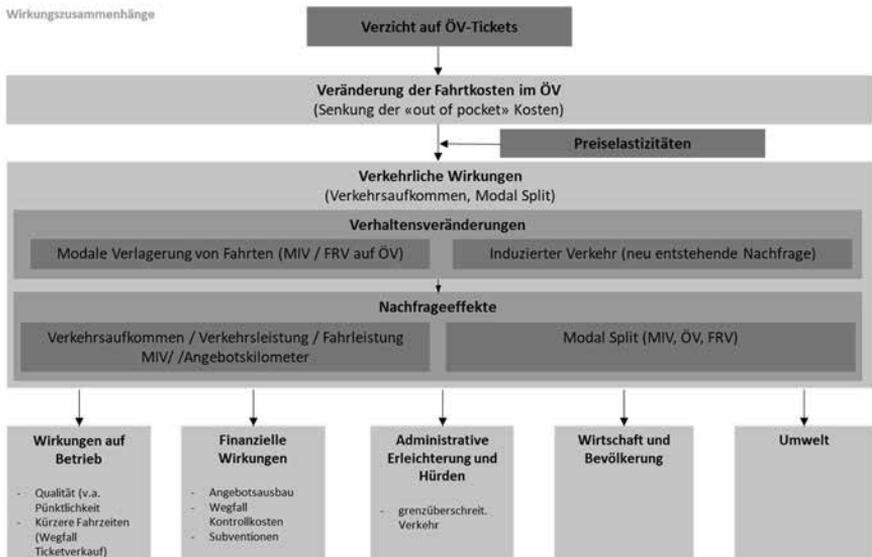
Im Januar 2023 haben sich der Bund und die Länder auf die Einführung des «Deutschlandtickets» zum 1. Mai 2023 geeinigt (Naumann 2023). Der Preis des Tickets beträgt 49 Euro monatlich und soll der Inflation angepasst werden. Es ist damit deutlich teurer als das 9-Euro-Ticket. Dafür erhöht der Bund die Regionalisierungsmittel um jährlich zusätzliche 1,5 Milliarden Euro (Naumann 2023). Mit dem «Deutschlandticket» wird in Deutschland ein Einheitspreis für alle Nahverkehrsangebote deutschlandweit und über mehrere Verkehrsverbünde hinweg gelten. Das Interesse am Angebot ist erwartungsgemäss in urbanen Räumen deutlich grösser als in ländlichen Regionen (Naumann 2023). Es bleibt abzuwarten, welche kurz- und mittelfristigen Wirkungen das Deutschlandticket haben wird.

4 Ein Gratis-ÖV in Liechtenstein hätte mehr Nachteile als Nutzen

Um den Umstieg auf den öffentlichen Verkehr zu fördern, werden auch in Liechtenstein verschiedenen Massnahmen im «Mobilitätskonzept 2030» diskutiert. Anhand einer Studie sollten die Effekte eines kompletten Verzichts auf ÖV-Tickets in Liechtenstein untersucht werden. Was eine solche Massnahme bedeuten würde, hat INFRAS für den Verkehrsbetrieb LIEmobil analysiert (INFRAS 2022). Eine exakte Abschätzung stand nicht im Vordergrund. Vielmehr sollten mögliche Bandbreiten von Wirkungen aufgezeigt werden.

Die potenziellen Auswirkungen eines Gratis-ÖV in Liechtenstein wurden anhand eines einfachen Wirkungsmodell analysiert. Wo immer möglich, wurden die Auswirkungen basierend auf Preiselastizitäten grob quantifiziert oder qualitativ bewertet, wobei auf frühere Erfahrungen Liechtensteins aus dem Jahr 1988 mit Gratis-ÖV und internationale Erfahrungen sowie auf eine Literaturanalyse zurückgegriffen wurde. Abbildung veranschaulicht schematisch die Zusammenhänge der Wirkungen und das methodische Vorgehen. Das Wirkungsmodell half dabei, die verkehrlichen, ökologischen, finanziellen, betrieblichen und administrativen Auswirkungen abzuschätzen. Auch die Auswirkungen auf Wirtschaft und Bevölkerungen wurden berücksichtigt.

Abbildung 1: Wirkungsmodell



MIV: Motorisierter Individualverkehr, FRV: Fuss- und Veloverkehr

Grafik: INFRAS

Die INFRAS-Studie zeigt: Grundsätzlich ist es machbar, auf Tickets im ÖV in Liechtenstein zu verzichten. Der Gratis-ÖV hätte dennoch seinen Preis: Die erhoffte Verlagerung des MIV hin zum öffentlichen Verkehr würde sich voraussichtlich in Grenzen halten. Es würde ein grosser Anteil vom Fuss- und Veloverkehr auf den ÖV verlagert. Zudem entstünde auch induzierter Verkehr – es gäbe also ÖV-Fahrten, die vorher gar nicht stattfanden. Vor dem Hintergrund der erwarteten verkehrlichen Wirkungen sind die Umweltauswirkungen einer kostenlosen ÖV-Benutzung unklar. Im ungünstigsten Fall könnten die Umweltwirkungen leicht negativ sein.

Die Kosteneinsparungen dürften gering sein. Demgegenüber stünden wegfallende Einnahmen. Aber nicht nur die Auswirkungen setzen Fragezeichen, auch bei der Umsetzung gäbe es Hürden. Beispielsweise würde die Qualität des öffentlichen Verkehrs abnehmen, weil er stärker ausgelastet würde. Die grösste Herausforderung wäre die Koordination über die Landes- und damit Tarifverbundsgrenzen hinweg. Denn Personen, die in die Schweiz oder nach Österreich reisen, bräuchten weiterhin ein ÖV-Billett.

Die Regierung kommt in ihrem Bericht daher zum Schluss: Die Nachteile einer Einführung eines Gratis-ÖV überwiegen im Verhältnis zu den Vorteilen.

Fazit und alternative Ausgestaltungsmöglichkeiten

In der Schweiz, aber auch international, wird das Konzept des Gratis-ÖV immer wieder diskutiert. Die Zielsetzungen aber auch Ausgangslage bzw. Kontext der verschiedenen Städte und Regionen mit einem Gratis-ÖV sind unterschiedlich. Die Wirkungen sind jeweils vor diesem Hintergrund zu betrachten und zu beurteilen.

Die verschiedenen Beispiele zeigen aber, dass ein Gratis-ÖV zu einer signifikanten Zunahme der Nachfrage im ÖV führen kann. Verkehr wird aber nicht nur verlagert, sondern insbesondere auch neuer Verkehr induziert. Neben der gewünschten Verlagerung vom MIV auf den ÖV können auch unerwünschte Verlagerungen vom Fuss- und Veloverkehr auftreten. Ein Gratis-ÖV kann je nach verkehrlichen Wirkungen sowohl positive als auch negative Umweltauswirkungen haben.

Darüber hinaus führt ein Gratis-ÖV zum Wegfall von Einnahmen, während das Potenzial für Kosteneinsparungen begrenzt ist. Dies erfordert eine öffentliche Finanzierung der wegfallenden Einnahmen. Ein weiterer Aspekt sind die betrieblichen, organisatorischen und administrativen Herausforderungen, insbesondere in Regionen mit einem hohen Anteil an Pendlern und grenzüberschreitendem Verkehr.

Die Verkehrsnachfrage hängt von verschiedenen Faktoren ab wie z.B. der Angebotsqualität, dem Motorisierungsgrad, dem Angebot an Parkplätzen etc. Der ÖV-Tarif bzw. eine Preisreduktion im ÖV (bis hin zu einem Nulltarif) hat nur einen gewissen Einfluss auf die Nachfrage im ÖV und vor allem auf den Modal Split. Ein Gratis-ÖV widerspricht zudem dem Verursacherprinzip. Eine Kombination von verschiedenen Massnahmen kann den Verlagerungseffekt verstärken. Dabei ist zwischen Pull-Massnahmen (Förderung des ÖV) und Push-Massnahmen (Einschränkungen MIV) zu unterscheiden. Statt eines umfassenden Gratis-ÖV in Liechtenstein, wären differenzierte oder alternative Massnahmen und eine Einbindung in das betriebliche Mobilitätsmanagement erfolgsversprechend.

Literaturverzeichnis

- Bundesgericht 2023: Medienmitteilung des Bundesgerichts - Freiburger Initiative für Gratis-öV zu Recht für ungültig erklärt.
- DIW 2023: 9-Euro-Ticket: Niedrigere Preise allein stärken Alltagsmobilität mit öffentlichen Verkehrsmitteln nicht, DIW Wochenbericht 14+15.
- Euronews 2023: Europe's richest country made public transport free: Could other countries do the same? URL:
<https://www.euronews.com/green/2023/06/07/europes-richest-country-made-public-transport-free-could-other-countries-do-the-same>, letzter Zugriff: 07.07.2023.
- INFRAS 2022: Effekte eines Verzichts auf ÖV-Tickets in Liechtenstein, LIEmobil.
- Krämer und Korbitt 2022: Das 9-Euro-Ticket – Ziele, Wirkungsmechanismen und Perspektiven, Internationales Verkehrswesen (74)3.
- Naumann 2023: Deutschlandticket ab 1. Mai, Stadtverkehr 3/2023 (68. Jahrgang).
- Reuter 2023: Free public transport in Luxembourg, AET webinar vom 29. März 2023.
- RWI 2022: Auswertung des Neun Euro Tickets, Stiftung Mercator.
- TUM 2022: 9-Euro-Ticket: Mehr Menschen fahren Bus und Bahn, URL:
<https://www.cs.tum.de/9-euro-ticket-mehr-menschen-fahren-bus-und-bahn/>, letzter Zugriff: 07.07.2023.
- VDV 2022: Abschlussbericht zur bundesweiten Marktforschung, URL:
https://www.vdv.de/deutsche-bahn_vdv_9-euro-ticket-abschlussbericht.pdf?forced=true, letzter Zugriff: 05.07.2023.
- Zeit Online 2022: Bahn-Betriebsrat meldet 400 überfüllte Züge am Pfingstwochenende, zuletzt abgerufen am 04.07.2023 auf:
https://www.zeit.de/mobilitaet/2022-06/9-euro-ticket-deutsche-bahn-ueberlastung-pfingsten?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F.

Optionswert im Schweizer Personenverkehr: Relevante Grösse für wirtschaftliche und politische Entscheide

Simon Kuster

Abstract

Menschen schätzen die Verfügbarkeit von Ersatzverkehrsmitteln, selbst wenn sie diese nicht unbedingt nutzen. In der Umweltökonomie wird das Phänomen des nicht-konsumptiven Nutzens als Optionswert bezeichnet und seit Jahrzehnten diskutiert. In der Verkehrsforschung existieren jedoch nur explorative Versuche einer empirischen Erhebung dieser Nutzenkomponente. Dies ist erstaunlich, da politische und wirtschaftliche Entscheide vor dem Hintergrund erheblicher Optionswerte getroffen werden: Investitionen in Infrastrukturen und Verkehrsmittel, aber auch die Ausgestaltung von Abonnementen und Versicherungen schaffen einen Optionsnutzen. Eine repräsentative Untersuchung in der Schweiz zeigt, dass allein auf regelmässigen Pendelwegen zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz mit einem mittleren Optionswert von CHF 460 pro Person und Jahr gerechnet werden kann.

Keywords: Optionswert, Optionsnutzen, Optionspreis, Personenverkehr

1 Bedeutung des Konzepts

Verkehrsmittel sind wertvoll, weil sie soziale und wirtschaftliche Interaktionen ermöglichen. Individuelle Mobilität kann abgesichert werden, wenn alternative Verkehrsformen bereitstehen. So schätzen beispielsweise Autofahrerinnen die öffentlichen Verkehrsmittel (ÖV) als Ausweichmöglichkeit, wenn ihr Fahrzeug nicht zur Verfügung steht; Fahrradfahrer nutzen das Postauto als komfortable Alternative bei schlechtem Wetter; ÖV-Nutzende sehen Carsharing als bequeme Möglichkeit für Grosseinkäufe und Skiferien.

In der Umweltökonomie wird der nicht-konsumptive Nutzen, der sich aus der reinen Verfügbarkeit eines Guts für dessen potenzielle Nutzung ergibt, als Optionswert (OV) oder Optionsnutzen bezeichnet. Die Sicherstellung des künftigen Zugangs zu einer Ressource – sei dies ein Naturschutzgebiet oder eine Verkehrsverbindung – verschafft einen Nutzen. Individuen haben daher eine Zahlungsbereitschaft für die Bereithaltung eines Guts, ohne dieses (im Extremfall) jemals persönlich zu nutzen (vgl. Weisbrod, 1964).

Ähnlich einer finanziellen Call-Option steht der umweltökonomische OV für den Wert der Möglichkeit, ein bestimmtes Gut in der Zukunft (zu einem bestimmten Preis) zu nutzen. Anders als bei finanzwirtschaftlichen Modellen wird aber nicht von reiner Rationalität ausgegangen. Im Gegenteil: Optionswerte entsprechen per Definition einem Bias der Wahrnehmung von (risikoaversen) Individuen (Plummer & Hartman, 1986). Der Optionswert kann als Differenz zwischen dem Optionspreis (OP: Ex-ante-Wohlfahrtsmass) und der erwarteten Konsumentenrente (CS: Ex-post-Wohlfahrtsmass) definiert werden: $OV = OP - E(CS)$.

Aufgrund dieser Definition (vgl. Cicchetti & Freeman, 1971, S. 530) betrachten manche Autoren den Optionswert nicht als eigenständige Wertkomponente (z.B. Smith, 1987, S. 289). Die Existenz von OV lässt sich aber durchaus theoretisch beweisen (z.B. Boardman et al., 2018, S. 319–320) und intuitiv nachvollziehen: Menschen nehmen einen positiven OV wahr, wenn sie (ex-ante) die gesicherte Verfügbarkeit eines Produkts oder einer Dienstleistung (OP) höher bewerten als die wahrscheinliche bzw. erwartete Nutzung des Guts, $E(CS)$.

Tabelle 1: Typologie ökonomischer Wertkomponenten (TEV) am Beispiel ÖV

Typologie	Haupttyp	Subtyp	Beispiel: Wertkomponenten im ÖV-Angebot
TEV: Total Economic Value	UV: Use Value	Direct Use	Wert von tatsächlichen, eigenen ÖV-Fahrten
		Indirect Use	Wert von CO2-Reduktion dank ÖV statt Auto
	OV: Option	Wert der Möglichkeit zu eigenen ÖV-Fahrten	
	NUV: Non- use Value	Altruist	Wert des ÖV-Netzes für Benachteiligte
		Bequest	Wert des ÖV-Netzes für künftige Generationen

Der OV eines Gutes wird nicht durch dessen Konsum bzw. Nutzung realisiert (vgl. UV: direkte und indirekte Nutzungswerte). Im Gegensatz zu Nichtnutzungswerten (vgl. NUV: altruistische sowie reine Vermächtnis- oder Existenzwerte) muss beim OV jedoch die Möglichkeit einer künftigen persönlichen Nutzung vorhanden sein – auch wenn kein unmittelbarer Bedarf absehbar ist. Da kundenwertbasierte Konzepte (z.B. Sheth et al., 1991) hierbei unzulänglich sind, wird der OV meist im Rahmen des wirtschaftlichen Gesamtwerts (TEV) eingeordnet. Das Konzept des TEV findet auch Anwendung bei Kosten-Nutzen-Analysen.

Spätestens seit den 1990er-Jahren finden umweltökonomische Optionsbewertungen weite Verbreitung und Akzeptanz: Im Nachgang der Ölkatastrophe der Exxon Valdez in Alaska im Jahr 1989 wurden kontingente Bewertungen der (zerstörten) Umwelt gerichtlich bestätigt (Carson, 2012, S. 29). In der Transportökonomie liegen bislang aber kaum Daten und Methoden vor, die eine verlässliche Abschätzung vorhandener Optionswerte zulassen.

2 Schätzungen aus dem Ausland

Bei frühen Versuchen, die verschiedenen Nutzenkomponenten im öffentlichen Verkehr zu ermitteln, stiessen Forscher auf methodische Herausforderungen (vgl. Bristow et al., 1991). Mit dem Einsatz grosser Ressourcen (z. B. mittels persönlicher Interviews) konnten in den letzten Jahren in explorativen Studien bestimmte Optionswerte für Grossbritannien (GBR), die Niederlande (NLD) und Südkorea (KOR) ermittelt werden. Bei den meisten dieser Bewertungen wurden jedoch nur spezifische Einzelverbindungen betrachtet (Bus, Bahn, Autobahn).

Einzig in Grossbritannien fliessen empirisch ermittelte Optionswerte heute standardmässig in gewisse verkehrliche Kosten-Nutzen-Analysen ein (Department for Transport, 2014). Das Department for Transport (DfT) pflegt die entsprechenden Daten im Rahmen der Transport Appraisal Guidance (DfT, 2020). In der Schweiz wird zwar verschiedentlich auf die Relevanz des Optionsnutzens im Transportwesen verwiesen – ohne aber konkrete OV zu nennen (Bundesrat, 2012, S. 1747; Ecoplan & Infrac, 2006, S. 4; Hauser et al., 2013, S. 54, 2015, S. 76).

Tabelle 2: Studien mit expliziter Bestimmung von Optionswerten im Verkehr

Autoren	Jahr	Ort	Modus	Methode	Befragung	Optionswert
Chang et al.	2017	KOR	Autobahn	CVM	Postalisch	KRW 19 330/P/a
Laird et al.	2013	GBR	Bus(netz)	CVM/DCE	Post/PC	GBP 11-38/H/a
Johnson et al.	2013	GBR	Bahn/Bus	DCE	Postalisch	GBP 12-26/P/a
Chang et al.	2012	KOR	Bus(typ)	CVM	Persönlich	KRW ~8/km/h/P
Chang	2010	KOR	Bahn(typ)	CVM	Persönlich	KRW ~15/km/h/P
Geurs et al.	2006	NLD	Bahn(en)	DCE	PC (Web)	EUR 8-14/P/m
Hum. & Fow.	2006	GBR	Bahn	DCE/CVM	Telefon	GBP 2-4/H/w

P = Person; H = Haushalt; a = Jahr; m = Monat; w = Woche; h = Stunde; km = Kilometer

In den bisherigen Studien wurden Bewertungen einzelner Verkehrsverbindungen von der lokalen Bevölkerung mittels papierbasierter, persönlicher, telefonischer oder online durchgeführter Befragung ermittelt. Die Gesamtbewertung wurde über kontingente Bewertungen (CVM) oder diskrete Auswahlexperimente (DCE) abgefragt. Die Disaggregation der verschiedenen Wertkomponenten geschah jedoch (abgesehen von Humphreys & Fowkes, 2006, mit Proxy-Attributen für UV, OV und NUV) in einem separaten Schritt. Die einen Studien (Chang, 2010; Chang et al., 2012; Geurs et al., 2006) teilten die Befragten verschiedenen Nutzergruppen zu, deren Unterschiede sie analysierten (Nutzer, Optionsnutzer, Nichtnutzer). Die anderen Studien (Chang et al., 2017; Johnson et al., 2013; Laird et al., 2013) liessen die (TEV-)Bewertungen von den Befragten mittels Gewichtungen auf die verschiedenen Nutzenkomponenten verteilen.

3 Erhebungsdesign für die Schweiz

Dank dem integrierten und landesweit ausgebauten Personenverkehr bieten sich in der Schweiz ideale Voraussetzungen für eine systemweite Untersuchung von OV – im Gegensatz zu den explorativen Erhebungen im Ausland, die (zwangsläufig) auf einzelne Verbindungen fokussieren. Zur Ermittlung möglichst realitätsnaher Bewertungen basiert die vorliegende Studie auf tatsächlichem Reiseverhalten. Dabei beschränkt sich die Untersuchung auf regelmässige Wege zur Arbeit oder zum Ausbildungsplatz, da bei den (meist) freiwilligen Freizeitwegen keine oder nur geringe OV zu erwarten sind.

Um die aus der Literatur ermittelten Variablen der individuellen Mobilitätssituation, des gewählten Ersatzmodus, der Wegcharakteristik und der Soziodemografie zu untersuchen, wurde ein personalisiertes Befragungsinstrument entwickelt. Dieses ist in der Lage, alle relevanten Wege und Verkehrsmodi in der Schweiz abzubilden. Basierend auf der individuell genannten Pendelstrecke wurden neben den im Normalfall benutzten Verkehrsmitteln auch die im Bedarfsfall verfügbaren Ersatzverkehrsmittel erhoben. Die Verfügbarkeit des präferierten Ersatzmodus wurde mittels CVM und komplementärer Methoden bewertet.

Tabelle 3: Hauptkategorien der Erhebung

Kategorien	mit unabhängigen Variablen	abhängige Variable
Wegcharakteristik	Wegkosten, Substituierbarkeit, etc.	<i>Bewertung der bereitstehenden Ersatzoption</i>
Ersatzmodus	Komfortklasse, Geschwindigkeit, etc.	
Mobilitätssituation	Fahrzeugbesitz, Abonnementsbesitz, etc.	
Soziodemografie	Alter, Bildungsniveau, Einkommen, etc.	

Das Befragungsinstrument wurde in einem iterativen Prozess mit einer heterogenen Gruppe von Testpersonen entwickelt und verfeinert. So konnte sichergestellt werden, dass sich alle erdenklichen (intermodalen) Wege sowie sämtliche Moduskombinationen (Normalmodus versus Ersatzmodus) abbilden und valide Bewertungen abfragen lassen. Da die Erfassung umweltökonomischer Optionswerte herausfordernd ist (vgl. Definition), wurden verschiedene Bewertungsmethoden in Betracht gezogen.

Die Möglichkeit zur mehrfachen (nachträglichen) Validierung der Bewertungsergebnisse wurde in das Erhebungsinstrument integriert. Ziel war es, die ermittelten Optionswerte nicht nur in einem Pretest, sondern auch im Gesamt-sample detailliert plausibilisieren zu können. Das finale Instrument wurde schliesslich im November 2021 in einer repräsentativen Umfrage in der Deutschschweiz bei einer Stichprobe von 2050 Personen eingesetzt.

Zur Bewertung von Transportoptionen bieten sich mindestens vier Methoden an. (a) Mittels CVM lässt sich die hypothetische monatliche Zahlungsbereitschaft für den Zugang zum bevorzugten Ersatzmodus direkt abfragen (exkl. Wegkosten). (b) Die tatsächliche Zahlungsbereitschaft kann aber auch anhand realer Bereithaltungskosten bevorzugter Ersatzmodi für den individuellen Pendelweg direkt angenähert werden (z. B. anteilige Fixkosten von Fahrzeugen oder Abos). (c) Im Gegensatz dazu scheint die indirekte Bewertung via Abfrage des hypothetisch bezahlten (ex-ante) Optionspreises minus der (ex-post) erwarteten Konsumentenrente deutlich komplexer und damit auch anfälliger für Verzerrung. (d) Zur indirekten Bewertung anhand eines realen Markts können die individuell genannten Ersatzmodi als rein finanzielle Optionsinstrumente ausgelegt werden. Zeitliche und preisliche Schwankungen lassen sich dabei als Volatilität interpretieren. Da finanzwirtschaftliche Formeln der rationalen Bewertung (ohne Biases) dienen, ergibt sich jedoch zwangsläufig ein (zu) tiefer OV.

Tabelle 4: Vier methodische Varianten der Optionsbewertung

	Direkte Bewertung	Indirekte Bewertung
Hypothetisch	(a) Abfrage der Zahlungsbereitschaft für die Transportoption (CVM)	(c) Berechnung via E(CS) und OP gemäss Theorie
Realer Markt	(b) Abfrage der Bereithaltungskosten von Ersatzinstrumenten	(d) Berechnung im Sinn einer theoretischen Finanzoption

In den Pretests erwies sich die direkte Abfrage mittels CVM als leicht verständlich und (ausserhalb von reinen Fusswegen) gut akzeptiert. Dies dürfte damit erklärbar sein, dass heute in vielen Lebensbereichen entsprechende Zugangskonzepte existieren. Als Zahlungsinstrument diente in der vorliegenden Studie eine hypothetische (z. B. monatliche) Gebühr, wie dies bei Abos, Lizenzen, Vignetten, Mitgliedschaften oder Versicherungen üblich ist. Der konkrete Bedarfsfall wurde nicht spezifiziert, da Optionsnutzungen auf vielfältigen Ursachen wie schlechtem Wetter, Verkehrsstörungen, Fahruntfähigkeit oder anderen Unwägbarkeiten beruhen können. Zur Validierung der Bewertung im hypothetischen Markt (a) wurden die Bereithaltungskosten der im realen Markt (b) beschafften und individuell bereitgehaltenen Ersatzinstrumente herangezogen.

Die Resultate der kontingenten Bewertung werden nachfolgend anhand des repräsentativen Samples detailliert vorgestellt und validiert. Auf eine vertiefte Analyse der indirekten Bewertungen (c, d) aus der obenstehenden Taxonomie (vgl. auch Mitchell & Carson, 1989, S. 75) wird an dieser Stelle aus den genannten Gründen verzichtet (für Details vgl. Kuster, 2023).

4 Empirische Resultate für die Schweiz

Die deskriptive Analyse der Stichprobe zeigt, dass diese in jeder Hinsicht die gewünschte Repräsentativität aufweist: Charakteristika der gesammelten Wege und der befragten Personen bzw. deren Haushalte sowie Eigenschaften des normalerweise benutzten Modus und des Ersatzmodus entsprechen weitgehend den Erwartungen. Dies deutet darauf hin, dass das Befragungsinstrument sorgfältig und wahrheitsgemäss ausgefüllt wurde – was insbesondere mit Blick auf die Bewertungsfragen sehr relevant ist.

Die individuell erfassten *Reisewege* decken die (deutschsprachige) Schweiz ab und widerspiegeln die typischen Pendelströme. Die Distanz zwischen Start- und Zielpunkt wurde mittels Routing Engine von Google Maps nachberechnet und ergibt eine durchschnittliche Distanz von 18 Kilometern. Dies ist vergleichbar mit den mittleren Pendeldistanzen gemäss Bundesamt für Statistik (BFS, 2020). Während auf knapp einem Viertel der genannten Wege keine sinnvollen Alternativen bereitstehen, haben rund die Hälfte der Befragten ein Backup bzw. über ein Viertel gar mehr als ein Ersatzverkehrsmittel zur Verfügung.

Abbildung 1: Erfasste Start- und Zielpunkte regelmässiger Reisen im Sample



Hinweis: Die Pfeile visualisieren nur Start- und Zielpunkte; die Routenberechnung zur Validierung genannter Reiseattribute wurde präzisiert durchgeführt (n = 2050).

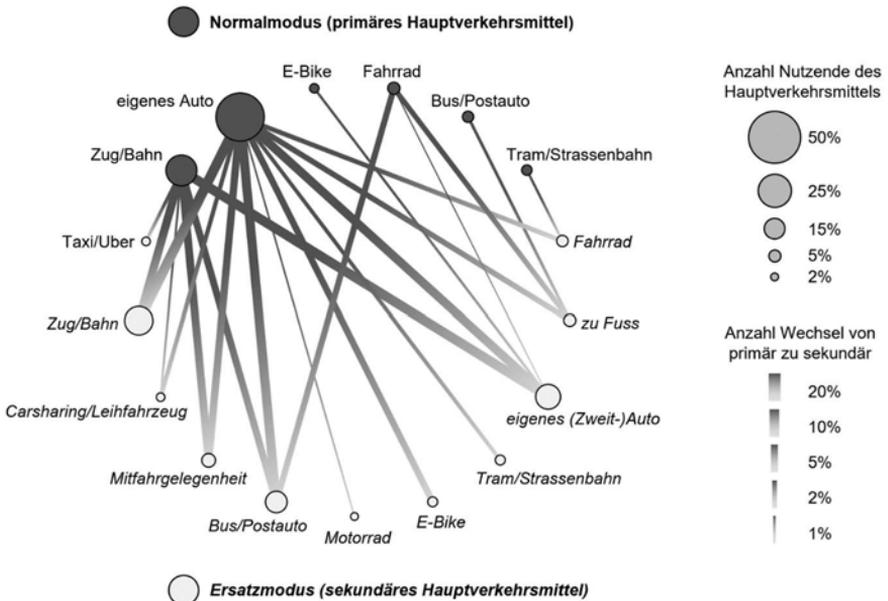
Dank Quotierung und Screening des Samples konnten zentrale Charakteristika der befragten *Personen* vor der eigentlichen Studienteilnahme auf Repräsentativität geprüft werden. Dazu gehören Altersgruppe und Geschlecht, Wohnregion, Gemeindetypologie und Bildungsniveau. Da nur regelmässige Wege zur Arbeit und Ausbildung untersucht wurden, ist die Studie auf 15- bis 65-Jährige beschränkt. Der Medianlohn der Befragten liegt bei CHF 5000 bis 6000, was (bei 13 Monatslöhnen) nur wenig tiefer ist als die Werte des BFS (2018). Knapp 40% der Personen verfügen über ein Halbtax, rund 30% sogar über ein Zonen-, Strecken- oder Generalabonnement für den ÖV. Knapp Zweidrittel haben ein eigenes Auto, wobei über 20% sogar ein (mehrheitlich verfügbares) Zweitauto oder ein Motorrad besitzen. Auch diese Werte entsprechen den Erwartungen.

Neben den persönlichen Merkmalen sind für die individuelle Mobilität auch Charakteristika des *Haushalts* relevant – z. B. mit Blick auf Mitfahrgelegenheiten. Daher wurde die Verfügbarkeit von Mobilitätsinstrumenten (Abos und Fahrzeuge) auch auf Haushaltsebene erfasst. Die resultierenden Werte sind leicht höher als die offiziellen Zahlen des BFS (2017). Dies ist aber durch den Fokus auf ein arbeitstätiges Sample erklärbar. In über 87% der befragten Haushalte steht mindestens ein Auto, in 17% mindestens ein Motorrad, in 12% ein Motorroller oder Mofa. In 32% der Haushalte ist mindestens ein E-Bike und in über 80% mindestens ein Fahrrad verfügbar. Da die Jahresmitgliedschaft beim Touring Club Schweiz (TCS) als eine Art von Mobilitätsversicherung verstanden werden kann, erstaunt es nicht, dass eine solche bei einem Drittel der befragten Haushalte vorhanden ist. Bei einer Gesamtzahl von 1.5 Millionen TCS-Mitgliedschaften erscheint dieser Wert durchaus plausibel (vgl. TCS, 2020).

Auch bei der Analyse der *primären Modi* (im Normalfall benutzte Verkehrsmittel) zeigt sich die Repräsentativität des Samples (vgl. BFS, 2020). Knapp die Hälfte der Befragten pendelt im Normalfall mit dem Auto und etwas mehr als ein Viertel per Bahn. Gerade letztere wird aber oft auch mit Bus- oder Tramfahrten oder einem Zugang zu Fuss oder per Fahrrad kombiniert. Unter Berücksichtigung intermodaler Ketten ergibt sich eine Medianwegzeit von 25 Minuten. Die Eigenschaften der benutzten Fahrzeuge erscheinen sehr plausibel. So wird bei den Autos ein Medianpreis (Neuwert) von CHF 35000 und eine Jahreskilometerzahl von 13000 km angegeben (Medianwert). Die genannten (wahrgenommenen) Kosten pro Normalweg liegen mit einem Median von CHF 6.50 sehr nahe bei den nachberechneten Wegkosten von CHF 6.05 (für Berechnung siehe Kuster, 2023), wobei diese Werte keine Zeitkosten enthalten und – je nach Verkehrsmittel und Wegdistanz – grossen Abweichungen unterliegen können. So sind Fuss- und Fahrradwege natürlicherweise deutlich günstiger als Pendelwege per Auto oder Bahn.

Nach Variablen der Soziodemografie, der Mobilitätssituation, des Pendelwegs und des primären (d.h. im Normalfall benutzten) Modus folgt die Betrachtung des sekundären (d.h. im Ersatz-/Notfall benutzten) Modus. Der *sekundäre Modus* ist oft langsamer, wobei sich die Wege im Durchschnitt um acht und im Median um fünf Minuten verlängern. Insbesondere bei den kürzeren Wegen verlängert sich die Reisezeit mit dem Ersatzmodus teils relativ markant, da z.B. vermehrt Fusswege nötig werden. Der (wahrgenommene) Medianpreis pro Ersatzweg liegt mit CHF 6.80 erwartungsgemäss etwas höher als beim primären Modus. Die Zahlungsbereitschaft (bzw. Konsumentenrente) fällt jedoch häufig kleiner aus. Dies erklärt sich damit, dass es sich bei Ersatzmodi um (im Normalfall) nicht präferierte Alternativen handelt. Mit Blick auf die Backup-Funktionalität des sekundären Modus wird auch dessen notwendige Verfügbarkeit abgeklärt. Dabei zeigt sich, dass für über 80% der Befragten eine tageszeitliche Bereitschaft zwischen 7:00 und 18:00 Uhr ausreichend ist. Für fast 90% des Samples wäre ein Ersatzmodus wertlos, wenn dieser erst nach über 60 Minuten verfügbar ist.

Abbildung 2: Kombinationen primärer und sekundärer Hauptverkehrsmittel



Hinweis: Das Hauptverkehrsmittel steht im Zentrum einer allfällig intermodalen Reise (n = 2050, wobei Paarungen primär-sekundär mit < 1% Nennungen ausgeblendet sind).

Nach der Deskription relevanter Variablen des repräsentativen Samples wird nachfolgend eine (optimierte) Regressionsanalyse der zentralen kontingenten Bewertung präsentiert. Anhand dieser wird gemäss der Forschungsfrage geklärt, (1) welche Ersatzmodi (2) wo (3) von wem (3) wann (4) wie bewertet werden. Pro thematische Kategorie wurden dabei mehrere signifikante Variablen identifiziert.

1. Folgende Attribute des verfügbaren *Ersatzmodus* (sekundärer Modus) haben einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung der Option: Komfortklasse (ÖV: 1. oder 2. Klasse, Fahrrad/zu Fuss: 3. Klasse; MIV: 1. oder 2. Klasse, wobei Oberklassewagen und Taxis als 1. Klasse definiert sind), Geschwindigkeit (durchschnittliches Reisetempo), Betriebszeit (Verfügbarkeit im Tagesverlauf), Taktung (Frequenz bzw. Anzahl Minuten bis zur Verfügbarkeit) und Reisezeit (Dauer des Wegs mit dem Ersatzmodus; interagiert mit Geschwindigkeit und Distanz). Lediglich im einfachen Regressionsmodell haben sich auch die zurückgelegte Distanz, der Preis und die Wahrscheinlichkeit der Nichtverfügbarkeit des Ersatzmodus als signifikante Einflussfaktoren herausgestellt.
2. Folgende *Wegcharakteristika* beeinflussen die Bewertung der Option: Wegkosten mit dem Normalmodus (primärer Modus) sowie dessen Substituierbarkeit auf dem konkreten Weg. Nur im einfachen Regressionsmodell zeigen auch die Raumtypologie (Stadt versus Land) und der Reisezweck (Arbeit versus Ausbildung) einen signifikanten Zusammenhang mit der Optionsbewertung.
3. Folgende Merkmale der *Soziodemografie* beeinflussen die Bewertung der Option: Alter und Bildungsniveau, wobei beide wenig bedeutsam sind sowie eine unerwartete Wirkrichtung aufweisen (je höher, desto geringer die Bewertung). Geschlecht, Berufsstand und die Haushaltsgrösse (Gesamtgrösse, Haushalt mit Kindern) sind nur im einfachen Regressionsmodell signifikant. Interessanterweise stehen sowohl die Wohnsituation (Miete versus Eigentum) als auch das Einkommen in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Optionsbewertung.
4. Folgende Variablen der individuellen *Mobilitätssituation* beeinflussen die Bewertung der Option: Besitz von Ersatzfahrzeugen und Backup-Abos (Subskriptionen für ÖV, Sharing Mobility oder Versicherungen), Elastizität der Nachfrage im Normalfall und im Ersatz-/Notfall sowie die Anzahl erwarteter Ersatzwege pro Jahr. In keinem bedeutsamen Zusammenhang zur Optionsbewertung steht die (selbst deklarierte) Risikoaversion, die Einstellung zum Ersatzmodus und die übrige Nutzung des Ersatzmodus.

Das optimierte multiple Regressionsmodell ($p < 0.001$) kann anhand der 15 eingeschlossenen (bei 15 ausgeschlossenen) Variablen immerhin knapp 40% der Varianz (R-Quadrat von 0.38) in den abgefragten Optionswerten erklären.

Tabelle 5: Koeffizienten des optimierten multiplen Regressionsmodells

Kategorie	Variable	B	β	Sig.
	(Konstante)	1.369		0.000
Ersatzmodus (sekundärer Modus)	Komfortklasse	1.527	0.318	0.000
	Taktung	0.204	0.156	0.000
	Betriebsdauer	-0.042	-0.120	0.000
	Geschwindigkeit	0.221	0.105	0.000
	Reisezeit	-0.134	-0.056	0.033
Wegcharakteristik	Wegkosten	0.287	0.159	0.000
	Substituierbarkeit	-0.340	-0.075	0.001
Soziodemografie	Alter	-0.013	-0.087	0.000
	Bildungsniveau	-0.105	-0.051	0.023
Mobilitätssituation	Backup-Fahrzeugbesitz	1.304	0.294	0.000
	Backup-Abonnementsbesitz	0.432	0.092	0.000
	Nachfrageelastizität (Normalfall)	-0.790	-0.203	0.000
	Nachfrageelastizität (Ersatz-/Notfall)	0.788	0.187	0.000
	Ersatzmodus-Bedarf (Wege/Jahr)	0.126	0.083	0.000

Sig. = Signifikanz: $p < 0.05$; B = Regressionskoeffizient; β = standardisierter Koeffizient

Insgesamt zeigt sich, dass Variablen des im Bedarfsfall gewählten Ersatzmodus (v.a. Komfortklasse, Geschwindigkeit, Betriebszeit und Taktung) sowie der individuellen Mobilitätssituation (v.a. Preiselastizität der Nachfrage und Verfügbarkeit von Backup-Instrumenten) besonders bedeutsam sind für die Erklärung von OV. Dass zudem die normalen Wegkosten (primärer Modus) relevant sind, überrascht nicht: Personen mit kürzeren Wegen und/oder günstigeren Modi (z. B. Kurzdistanzen zu Fuss) messen einem verfügbaren Ersatzmodus tendenziell kleinere Werte bei. Bemerkenswert ist, dass zwischen Taktung (in Minuten) und OV ein konverser und zwischen Betriebsdauer und OV ein inverser Zusammenhang besteht. Dies deutet darauf hin, dass weniger rasch bzw. häufig verfügbare, aber im Zeitfenster des typischen Pendlerverkehrs verkehrende Modi besonders wertvoll sind.

Da in der vorliegenden Studie sehr heterogene Wege berücksichtigt und mit dem Optionswert individuelle Wahrnehmungen gemessen wurden, kann die Qualität des Modells als befriedigend betrachtet werden. Es zeigt insbesondere auf, dass die abgefragten OV – anders als dies CVM manchmal vorgeworfen wird – kaum von individuellen Merkmalen der Befragten abhängig sind. So scheinen soziodemografische Variablen wie das Einkommen weitgehend irrelevant und eine gewissermassen objektive Bewertung durchaus realistisch.

Nachfolgend werden die ermittelten Optionswerte der repräsentativen Stichprobe abschliessend präsentiert. Dabei werden zunächst die Resultate der kontingenten Bewertungsmethode vorgestellt (a). Anschliessend werden diese hypothetisch abgefragten Zahlungsbereitschaften mit den real bezahlten Marktpreisen für Backup-Mobilitätsinstrumente verglichen (b).

- a) *Abfrage der Zahlungsbereitschaft für die Transportoption:* «Stellen Sie sich vor, Sie könnten Ihre bevorzugte Transportalternative [...] für Ihren spezifischen Weg [von ... nach ...] im Bedarfsfall (z. B. schlechte Wetterlage, Verkehrsstörungen, Panne, Fahrunfähigkeit, Ausweisentzug oder andere Unwägbarkeiten) nur nutzen, wenn Sie eine [monatliche] Gebühr entrichten – ähnlich einer Art von Abo, Lizenz, Vignette, Mitgliedschaft oder Versicherung. Versetzen Sie sich gedanklich in die konkrete Situation. Wichtig: Es geht nicht darum, entsprechende Preise einzuführen. Über die Abfrage der Zahlungsbereitschaft soll Ihre «Wertschätzung» für die Transportalternative ermittelt werden.» Zur Anregung von individueller Reflexion wurden drei Preisstufen abgefragt: fair, teuer, zu teuer. Der Schwerpunkt der Analyse lag auf der mittleren Stufe: «Ich würde diese Grundgebühr mit hoher Wahrscheinlichkeit bezahlen.»

Für die weitere Analyse wurden die genannten Werte annualisiert (und aufgrund der rechtsschiefen Verteilung im Rahmen der Regressionsanalysen logarithmiert). Der Mittelwert der verkehrlichen Optionswerte auf den Pendelstrecken zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz beträgt CHF 462 (Standardabweichung: CHF 847). Während einige Personen keinerlei Wert im Ersatzmodus sehen (OV von CHF 0, meist in Fällen wo der sekundäre Modus aus einem reinen Fussweg besteht), nennen andere Extremwerte von bis zu CHF 12 000 pro Jahr. Der Median der kontingenten Bewertungen liegt bei CHF 180 (1. Quartil: CHF 60, 3. Quartil: CHF 600). In Anbetracht der sehr unterschiedlichen Ersatzmodi, Wegcharakteristika und individuellen Mobilitätssituationen überrascht die grosse Spannweite der genannten Zahlungsbereitschaften nicht.

- b) *Abfrage der Bereithaltungskosten von Ersatzinstrumenten:* Im Rahmen der Studie wurden auch die bereitgehaltenen Backup-Mobilitätsinstrumente erhoben, welche von den Individuen im Bedarfsfall genutzt werden. Es sind verschiedene Marktlösungen denkbar, welche die Unsicherheit (oder Volatilität) der Transportkosten reduzieren und damit einen Optionswert bieten: eigene (Zweit-)Fahrzeuge, Sharing-Abos (z. B. Mobility Carsharing), ÖV-Abonnemente (z. B. SBB Halbtax-Abonnement) oder Mobilitätsversicherungen (z. B. TCS-Mitgliedschaft).

Durch die Abfrage der relevanten Attribute (z. B. Preisklasse des Zweitautos und dessen anderweitige Nutzung) lassen sich die jährlichen Kosten der Ersatzinstrumente annähern. So betragen die durchschnittlichen Bereithaltungskosten bei (Zweit-)Autos CHF 5500, bei Motorrädern CHF 1800, bei Motorrollern CHF 1000, bei E-Bikes CHF 400 und bei Fahrrädern CHF 200 pro Jahr. Im Bereich des Sharing-Verkehrs kann als Referenzgrösse ein Mobility-Abo für CHF 129 oder ein Publibike-Abo für CHF 99 pro Jahr berücksichtigt werden. Die als Mobilitätsversicherung fungierende TCS-Mitgliedschaft ist ab CHF 93 pro Jahr erhältlich. Falls im Bedarfsfall auf ÖV zurückgegriffen wird, liegt vereinzelt ein Generalabonnement (CHF 6300 für 1. bzw. CHF 3860 für 2. Klasse pro Jahr; Stand 2021) oder ein Zonen-Abonnement (im Mittel CHF 1900 für 1. Klasse und CHF 1100 für 2. Klasse pro Jahr) vor. Häufiger wird als Ersatzinstrument im ÖV jedoch «nur» ein Halbtax-Abonnement (ab CHF 165 pro Jahr) abgeschlossen.

Die jährlichen Fixkosten für die Bereithaltung des individuellen Hauptbackups für die konkrete Pendelstrecke können angenähert werden, indem anderweitige Nutzungen des Ersatzinstruments anteilig herausgerechnet werden. Im Mittel betragen die Bereithaltungskosten für die verschiedenen Pendelwege CHF 368 pro Jahr (Standardabweichung: CHF 849). Wie bei der Ermittlung via CVM ist die Spannweite mit einem Minimum von CHF 0 und einem Maximum von CHF 6172 pro Jahr relativ gross. Der Median beträgt CHF 70 (1. Quartil: CHF 35, 3. Quartil: CHF 149).

Die in (a) und (b) empirisch ermittelten Optionswerte im Personenverkehr der Schweiz stellen insgesamt konservative Annäherungen dar, da sie nur die regelmässigen Arbeits- und Ausbildungswege umfassen. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Verkehrssystem auch jenseits dieser habitualisierten und (sofern ohne flexible Homeoffice-Möglichkeit) relativ zwangsweisen Wege bedeutsame Optionswerte bietet.

Tabelle 6: Empirisch ermittelte Optionswerte im Schweizer Personenverkehr

Methode	(a) Zahlungsbereitschaft		(b) Bereithaltungskosten	
	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Optionswerte (CHF)				
pro Person und Jahr	461.75	180.00	368.47	69.50
pro Person und Monat	38.48	15.00	30.71	5.79
pro Person und Arbeitstag	2.01	0.78	1.60	0.30
pro Haushalt und Jahr	1015.85	267.69	810.63	103.36
<i>Schweiz pro Jahr</i>	<i>2 678.14 Mio.</i>		<i>2 137.14 Mio.</i>	

Annahme: 230 Arbeitstage pro Jahr; Haushaltsgrösse von 2.2 Personen (BFS, 2021)

5 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Studie ermittelt erstmals repräsentative Optionswerte (OV) im Schweizer Personenverkehr. Heruntergebrochen auf den einzelnen Arbeitstag resultiert ein mittlerer Wert von CHF 2.00 (Methode a) bzw. CHF 1.60 (Methode b) pro Person. Monatlich ergeben sich für den Ersatzmodus auf dem Weg zur Arbeit oder zum Ausbildungsplatz mittlere Zahlungsbereitschaften von CHF 38.50 (a) bzw. Bereithaltungskosten von CHF 30.70 (b). Der Ergebnisvergleich der beiden angewandten Methoden zeigt, dass diese zur gegenseitigen Validierung taugen. Die ermittelten Werte sind – im Mittel – erstaunlich ähnlich. Die Resultate können dank der Repräsentativität des Samples auch auf das Schweizer Verkehrssystem hochaggregiert werden. So können OV von 2.1 Mrd. (b) bis 2.7 Mrd. (a) für die Gesamtheit der regelmässigen Pendelwege veranschlagt werden.

Die resultierenden OV können auch anhand der internationalen Literatur validiert werden. Aufgrund der unterschiedlichen Bemessungsgrundlagen bietet sich ein relativer Abgleich an, wobei die durchschnittlichen OV in Verhältnis gesetzt werden zu den durchschnittlichen UV. Dabei zeigt sich, dass die für die Schweiz ermittelten Werte im Mittelfeld aller Vergleichsgrössen liegen. In Anbetracht der hohen Kontextabhängigkeit und der sehr unterschiedlichen Methoden (z.B. persönliche Interviews mit Fokus auf spezifische Verkehrsverbindungen) kann das Resultat als plausibel angesehen werden.

Tabelle 7: Internationale Einordnung der Resultate

Autoren	Jahr	Ort	Modi	Methode	OV/UV
<i>Kuster</i>	2023	<i>CHE</i>	<i>Multimodal</i>	<i>(a) CVM (hypothetisch)</i>	1.11
<i>Kuster</i>	2023	<i>CHE</i>	<i>Multimodal</i>	<i>(b) Bereithaltung (real)</i>	1.22
Chang et al.	2017	KOR	Autobahn	CVM	0.35
Laird et al.	2013	GBR	Bus(netz)	CVM/DCE	2.21
Johnson et al.	2013	GBR	Bahn/Bus	DCE	2.50
Geurs et al.	2006	NLD	Bahn(en)	DCE	1.09
Hump. & Fow.	2006	GBR	Bahn	DCE/CVM	3.35

Anmerkung: Relation OV/UV für CHE berechnet mit $UV = \text{Preis} + \text{Konsumentenrente}$

Abschliessend lässt sich festhalten, dass die präsentierten Methoden (a und b) durchaus valide Resultate hervorbringen. Trotz der schwierigen Fassbarkeit des umweltökonomischen OV erscheint dieser verlässlich quantifizierbar. Dass diese Bewertungen nicht zwingend subjektiv, sondern primär abhängig von der Qualität des Ersatzmodus und der Verfügbarkeit von Ersatzinstrumenten sind, zeigt die Regressionsanalyse. Zusätzliche Bewertungsvarianten (c und d) und detailliertere Analysen finden sich in der Monografie von Kuster (2023).

Die präsentierten Erkenntnisse zu Optionswerten im Schweizer Transportsystem schliessen eine Wissenslücke. Neben der Ermittlung repräsentativer Bewertungen und der Identifikation relevanter Werttreiber wird auch ein methodischer Beitrag geleistet. Die Studie zeigt auf, dass Optionswerte direkt abgefragt werden können. Dies gelingt einerseits über ein hypothetisches Marktszenario (CVM), andererseits über die Approximation realer Markttransaktionen (Bereithaltungskosten von Mobilitätsinstrumenten). Beide Herangehensweisen ergeben plausible Resultate. Für künftige Studien empfiehlt es sich, die beiden Methoden optimal zu verknüpfen. Anhand eines dynamischen Erhebungsinstruments könnten in einem ersten Schritt die anteiligen jährlichen Fixkosten zur Bereithaltung des individuellen Ersatzmodus ermittelt werden. Die resultierende (auf realen Marktpreisen beruhende) Zahl würde dann als Startpunkt der Bewertung anhand eines hypothetischen Markts (für Zugang zum Ersatzmodus) dienen. Mittels iterativem «Bidding» könnte die gebotene Zahl erhöht oder gesenkt werden, um via CVM (oder auch im Rahmen eines DCE) die maximale Zahlungsbereitschaft zu ermitteln.

Mit dieser methodischen Erkenntnis und den ermittelten Optionswerten für die Schweiz leistet die vorliegende Studie einen Beitrag zur *Wissenschaft*. Basierend darauf lassen sich die (nationalen) Frameworks zur Bemessung von Verkehrsnutzen um den Optionsnutzen als sogenannt «nichtverkehrliche» Nutzenart erweitern (vgl. Ecoplan & Infras, 2006, S. 33). Damit wird es möglich, OV jenseits pauschalisierter Werte präzise zu bestimmen. Die in dieser nationalen und multimodalen Studie vorliegende grosse Bandbreite von Optionswerten lässt sich reduzieren, wenn die vorgeschlagene Methodik auf konkrete Verbindungen bzw. Wege angewandt wird.

Allein aufgrund der signifikanten Grösse von Optionswerten ergeben sich auch relevante Implikationen für die *Politik*. Die ermittelten rund CHF 2.7 Mrd. CHF an jährlichem OV für Arbeits- und Ausbildungswege entsprechen in ihrer Grössenordnung etwa den jährlichen Leistungen der öffentlichen Hand an die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB, 2020, S. 66), was rund 60% der jährlichen Subventionen für den gesamten Strassen- und Schienenverkehr in der Schweiz entspricht. Die hohen OV dienen als Argument für die Sicherstellung eines Neben- und Miteinander zweier oder mehrerer Modi, die als möglichst gleichwertige Substitute fungieren. Investitionsschwerpunkte sollten dort liegen, wo Redundanz im Verkehrssystem durch ebenbürtige Ersatzmodi mit vergleichbaren Reisegeschwindigkeiten und Komfortstufen geschaffen wird. Regulatorisch kann dies bedeuten, dass neuere Sharing-Konzepte mit vergleichbarem Service-Level von gleichen Voraussetzungen profitieren sollten wie z. B. traditioneller ÖV.

Ebenso bedeutsam sind die vorliegenden Ergebnisse zum Optionswert für die betriebliche *Praxis*. Mit Blick auf eine Zukunft mit flexibilisierten Arbeitsformen, geteilten Fahrzeugen und (teil-)autonomen Shuttles sind auch anbieterseitig Anpassungen geboten. Dank multimodaler Apps wird «Mobility as a Service» zur Realität, wobei Zugang und Abrechnung weiter vereinfacht werden. Tarifsysteme wie standortbasiertes Check-in und -out, automatisches Best-Price-Booking und Preis-Capping sowie Mobility-Pricing mit dynamischen Spartarifen gewinnen an Bedeutung (vgl. Alliance SwissPass, 2023). Während diese neueren Ansätze mittels elektronischer Hilfsmittel den Zugang zu verschiedenen Modi (insbesondere im Bereich von ÖV und Sharing-Mobilität) stark vereinfachen, drohen gewisse Möglichkeiten zur Optionsbepreisung wegzufallen.

Die vorliegende Studie zeigt, dass eine Optionsnachfrage zur Absicherung eines (preiswerten) Backup-Zugangs vorhanden ist. Auch Fahrzeugkäufe sowie Subskriptionen für Rabattabonnemente oder Mobilitätsversicherungen zeugen von diesem Bedürfnis. Entsprechende Produkt-Preis-Entwicklungen eröffnen strategische Ertragspotenziale. Die künftig vorgesehenen Guthaben-Abos im Schweizer ÖV (vgl. Alliance SwissPass, 2022) weisen diesbezüglich die richtige Stossrichtung auf: Personen mit höherer Optionsnachfrage können sich (Prepaid) grössere Rabatte erkaufen, wobei sich diese Rabatte erst ab einer gewissen Nutzungsintensität realisieren – andernfalls bleibt es im Sinn eines Optionspreises beim höheren Wegtarif. Denkbar wäre auch, relevante Unterscheidungen des (Backup-)Service-Levels zu bepreisen: So könnte beispielsweise eine raschere Verfügbarkeit von (Robo-)Taxis und Sharing-Fahrzeugen oder die Bereithaltung höherer Komfortklassen mit grösseren Optionspreisen versehen werden. Zur korrekten Austarierung solcher Optionen bedarf es sorgfältiger Markttests und begleitender Forschung. Da Optionswerte als Phänomen der menschlichen Wahrnehmung sehr kontextabhängig sind, ist eine adäquate Kommunikation der Optionskomponenten eines Angebots essenziell.

Acknowledgment: Die repräsentative empirische Erhebung von Optionswerten im Schweizer Personenverkehr wurde finanziell ermöglicht durch das SBB Lab an der Universität St. Gallen.

Literaturverzeichnis

- Alliance SwissPass. (2022). *ÖV-Guthaben soll im Dezember 2023 eingeführt werden*. Alliance SwissPass. <http://www.allianceswisspass.ch/de/asp/News/Newsmeldung?newsid=493>
- Alliance SwissPass. (2023). *Markttests mit neuen Preis- und Abonnementsformen*. Alliance SwissPass. <http://www.allianceswisspass.ch/de/ueberuns/Strategie-2025/markttests-preis-sortiment>
- BFS. (2017). *Besitz von Fahrzeugen, Führerausweisen und ÖV-Abos*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/personenverkehr/verkehrsverhalten/besitz-fahrzeuge-fahrausweise.html>
- BFS. (2018). *Löhne, Erwerbseinkommen und Arbeitskosten*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/loehne-erwerbseinkommen-arbeitskosten.html>
- BFS. (2020). *Pendlermobilität*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/personenverkehr/pendlermobilitaet.html>
- BFS. (2021). *Privathaushalte nach Haushaltsgrösse*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/karten.assetdetail.19064163.html>
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice* (5. Aufl.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108235594>
- Bristow, A. L., Hopkinson, P. G., Nash, C. A., & Wardman, M. R. (1991). Evaluation of the Use and Non-Use Benefits of Public Transport: Report Number 1 – Development of a Survey Methodology. *Institute of Transport Studies Working Paper*, 1–33.
- Bundesrat. (2012). *Botschaft zur Volksinitiative «Für den öffentlichen Verkehr» und zum direkten Gegenentwurf (FAB)*.
- Carson, R. T. (2012). Contingent Valuation: A Practical Alternative when Prices Aren't Available. *Journal of Economic Perspectives*, 26(4), 27–42. <https://doi.org/10.1257/jep.26.4.27>
- Chang, J. S. (2010). Estimation of Option and Non-Use Values for Intercity Passenger Rail Services. *Journal of Transport Geography*, 18(2), 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.06.009>
- Chang, J. S., Cho, S. Y., Lee, B. S., Kim, Y., & Yun, S. K. (2012). A Dichotomous Choice Survey for Quantifying Option and Non-Use Values of Bus Services in Korea. *Transportation*, 39(1), 33–54. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9326-0>

- Chang, J. S., Jung, D., Ross, C. L., & Kim, J. (2017). Evaluating the Nonuse Values of Expressways. *Transportmetrica A: Transport Science*, 13(5), 449–466. <https://doi.org/10.1080/23249935.2017.1293751>
- Cicchetti, C. J., & Freeman, A. M. (1971). Option Demand and Consumer Surplus – Further Comment. *Quarterly Journal of Economics*, 528–539.
- Department for Transport (DfT). (2014). *Social Impact Appraisal TAG UNIT A4.1*. Transport Analysis Guidance. <https://www.gov.uk/transport-analysis-guidance-webtag>
- Department for Transport (DfT). (2020). *Transport Appraisal Guidance (TAG) Data Book*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/816195/tag-data-book.xlsm
- Ecoplan, & Infras. (2006). *Die Nutzen des Verkehrs – Begriffe Grundlagen Messinstrumente – Teilprojekt 1*.
- Geurs, K., Haaijer, R., & Van Wee, B. (2006). Option Value of Public Transport: Methodology for Measurement and Case Study for Regional Rail Links in the Netherlands. *Transport Reviews*, 26(5), 613–643. <https://doi.org/10.1080/01441640600655763>
- Hauser, C., Hanisch, C., Lienhard, M., Egli, H., & von Arx, W. (2013). *Wertschöpfung der Verkehrsbetriebe Luzern AG und die Bedeutung ihrer Leistungen für die regionale Wirtschaft*. Hochschule Luzern, Verkehrsbetriebe Luzern AG.
- Hauser, C., Lienhard, M., & Hanisch, C. (2015). *Wertschöpfung der Verkehrsbetriebe STI AG Thun und die Bedeutung ihrer Leistungen für die regionale Wirtschaft*. Hochschule Luzern, Verkehrsbetriebe STI AG Thun.
- Humphreys, M., & Fowkes, A. F. (2006). The Significance of Indirect Use and Non-Use Values in Transport Appraisal. *International Journal of Transport Economics*, 33(1), 17–35.
- Johnson, D., Jackson, J., & Nash, C. (2013). The Wider Value of Rural Rail Provision. *Transport Policy*, 29, 126–135. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.04.007>
- Kuster, S. (2023). *Optionswerte im Personenverkehr – Erforschung des wahrgenommenen Werts von Transport-Optionen* [Universität St.Gallen (HSG)]. <https://doi.org/10.21259/TKBT-EV10>
- Laird, J., Johnson, D., Corso, M., & Tuca, I. (2013). Option and Non-Use Values in Bus Networks. *Scottish Transport Applications and Research Conference Paper*, 1–25.
- Mitchell, R. C., & Carson, R. T. (1989). *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. RFF Press. 10.4324/9781315060569

- Plummer, M. L., & Hartman, R. C. (1986). Option Value: A General Approach. *Economic Inquiry*, 24(3), 455–471. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1986.tb01823.x>
- SBB. (2020). *Geschäftsbericht 2019 der Schweizerischen Bundesbahnen*. <https://www.sbb.ch/content/dam/internet/corporate/de/medien/publikationen/geschaeftsbericht/SBB-Geschaeftsbericht-2019.pdf>
- Sheth, J. N., Newman, B. I., & Gross, B. L. (1991). Why We Buy What We Buy: A Theory of Consumption Values. *Journal of Business Research*, 22(2), 159–170. [https://doi.org/10.1016/0148-2963\(91\)90050-8](https://doi.org/10.1016/0148-2963(91)90050-8)
- Smith, V. K. (1987). Uncertainty, Benefit-Cost Analysis, and the Treatment of Option Value. *Journal of Environmental Economics and Management*, 14(3), 283–292. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(87\)90021-0](https://doi.org/10.1016/0095-0696(87)90021-0)
- TCS. (2020). *Mitgliedschaft Vorteile*. Touring Club Schweiz. <https://www.tcs.ch/de/mitgliedschaft-vorteile/mitgliedschaften/>
- Weisbrod, B. A. (1964). Collective-Consumption Services of Individual-Consumption Goods. *The Quarterly Journal of Economics*, 78(3), 471. <https://doi.org/10.2307/1879478>

Autorenverzeichnis

Greinus Anne, Dr.
INFRAS AG
Binzstrasse 23
8045 Zürich
anne.greinus@infras.ch

Hummel Peter
Report h+h
Vogelherdstrasse 18a
9016 St. Gallen
redaktion@hummelreport.ch

Hurter Thomas, MBA, Nationalrat
Automobil Club der Schweiz ACS
Zentralpräsident
Wasserwerkstrasse 39
3000 Bern 13
thomas.hurter@acs.ch

Kuster Simon, Dr.
Research Center for Tourism and Transport
IMP-HSG
Dufourstrasse 40a
9000 St. Gallen
simon.kuster@unisg.ch

Metz Kurt, lic.ès sc.pol.
Mobilität.Logistik.Tourismus
Kirchrain 8
6016 Hellbühl LU
mail@kurtmetz.ch

Wörner Maleika
INFRAS AG
Binzstrasse 23
8045 Zürich
maleika.woerner@infras.ch

