



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt,
Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Verkehr BAV

Einblick in die Forschung und Innovation im öffentlichen Verkehr

Berichtsjahr 2022

Programme

Bahninfrastrukturforschung
Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050
Innovation im regionalen Personenverkehr

Durch die Förderung von Forschung und Innovation will das Bundesamt für Verkehr (BAV) erreichen, dass der öffentliche Verkehr (öV) und der Schienengüterverkehr noch effizienter und kunden- und umweltfreundlicher werden. Im Zentrum dieser Berichterstattung stehen dabei die «Bahninfrastrukturforschung», das Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» und die «Innovation im regionalen Personenverkehr». Die vorliegende Publikation gibt einen Einblick in einige der im vergangenen Jahr unterstützten Projekte und stellt in Interviews Forscherinnen und Projektinitianten vor.

INHALT

Editorial	4	Die Menschen hinter den Projekten	
Hommage an Tristan Chevroulet	6	Markus Halder: Der Schwarm macht aus Batterien ein Kraftwerk.....	25
Herausforderungen und Chancen im öffentlichen Verkehr		Joachim Greuter: Der Schlüssel zum wirtschaftlichen Bahnbetrieb liegt zwischen Rad und Schiene.....	28
Das Engagement des BAV für die Forschung und Innovation.....	8	Andreas Hutter: Die Sicht unseres Programmexperten auf die Batterietechnologie.....	32
Einblicke in die Projekte		Sue Putallaz: Emissionsfreie Schiffe? Ja, das geht!.....	37
Der digitale Zwilling hilft, Fehler aufzuspüren.....	10	Zahlen und Fakten	40
Ein Zugsabteil verwandelt sich.....	12	Die drei Programme	
Schritt für Schritt zur durchgängig digitalen GA-Erneuerung.....	16	Forschungs- und Innovationsförderung beim BAV.....	44
Weniger Heizen im Tram? Kein Problem!.....	19	Mitmachen.....	46
Der Roboter als Gärtner.....	20		
Gemeinsam Laden ist günstiger.....	23		

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser

Die Welt des öffentlichen Verkehrs fasziniert mich in ihrer Komplexität und Vielfalt jeden Tag aufs Neue. Als Passagierin oder Passagier ahnt man kaum, was es alles braucht, damit buchstäblich jedes Rädchen in diesem System seine Aufgabe erfüllt und der Verkehr trotz stetem Wachstum so reibungslos funktioniert, wie wir uns das gewöhnt sind. Als ob das nicht anspruchsvoll genug wäre, leben wir in einer Zeit der schnellen technologischen, gesellschaftlichen und geopolitischen Entwicklungen. Sie fordern das System heraus, sich permanent zu verändern und anzupassen. Sie bieten aber auch die Chance, noch effizienter, sicherer, komfortabler und günstiger zu werden.

Ein wesentlicher Schlüssel zur Veränderung sind Innovationen und – als Grundlage dafür – die angewandte Forschung. Allerdings besteht im öV als einem stark regulierten, subventionierten und auf Beständigkeit ausgelegten System, verglichen mit anderen Branchen, wenig Innovationsdruck. Das BAV sieht es deshalb als seine Aufgabe, mit den ihm zur Verfügung stehenden Instrumenten Anreize für Forschung und Innovation zu setzen, sodass Transportunternehmen, Hochschulen und Industrie sich stärker engagieren, zukunftsfähige Lösungen für den öffentlichen Verkehr zu entwickeln – im Idealfall gemeinsam.

Das BAV unterstützt die Forschung und Innovation in fünf Themenbereichen. Drei davon werden unter einem gemeinsamen Dach geführt, nämlich die «Bahninfrastrukturfor-

schung», die «Innovation im regionalen Personenverkehr» und die «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050». Obwohl sie sich thematisch, in ihrer Entstehungsgeschichte, ihren Rechtsgrundlagen und ihren Finanzierungsgefässen unterscheiden, haben sie dennoch inhärente Synergien. Das BAV will diese nun erschliessen, indem es ein gemeinsames organisatorisches und administratives Dach «Forschung und Innovation» geschaffen hat. Mit dem vorliegenden Bericht treten die drei Programme nun erstmals auch gegenüber der Öffentlichkeit gemeinsam in Erscheinung.

Vor diesem Hintergrund ist es mir eine grosse Freude, Ihnen die erste Ausgabe des Berichts «Forschung und Innovation im öffentlichen Verkehr» präsentieren zu dürfen. Er soll Ihnen einen Einblick in ausgewählte Projekte geben, die über die drei Programme gefördert wurden, und Ihnen einige der Menschen näherbringen, die dahinterstehen. Egal ob gedruckt oder digital – ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre und hoffe, das Magazin lasse Sie eintauchen in die Faszination und Vielfalt des öffentlichen Verkehrs.



Dr. Rudolf Sperlich
Vizedirektor Bundesamt für Verkehr (BAV)



“
Das BAV sieht es als seine Aufgabe, mit den ihm zur Verfügung stehenden Instrumenten Anreize für Forschung und Innovation zu setzen.

“
Transportunternehmen, Hochschulen und Industrie sollen sich stärker und gemeinsam engagieren, zukunftsfähige Lösungen für den öffentlichen Verkehr zu entwickeln.

Tristan Chevroulet



Im Zentrum dieser Publikation stehen neue Technologien, innovative Ideen und zukunftsweisende Ansätze im öffentlichen Verkehr. Sie stellt auch die Personen hinter den vom BAV geförderten Projekten vor: Menschen, die mit viel Engagement, Kreativität und Beharrlichkeit einen Beitrag zu Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit des öffentlichen Verkehrs leisten. Eine Person, die ebenfalls einen Platz in diesem Magazin verdient hat, ist allerdings nicht mehr unter uns. Tristan Chevroulet, Leiter des Programms «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050», ist am 31. Januar dieses Jahres infolge eines Herzversagens unerwartet aus dem Leben gerissen worden.

Tristan hat das Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» praktisch von Beginn weg geleitet und es über die letzten zehn Jahre mit grossem Einsatz entwickelt. Seine erste Aufgabe nach seiner Anstellung per 1. Januar 2013 war es, den Auftrag des Bundesrats umzusetzen, ein Programm zur Verbesserung der Energieeffizienz im öV aufzubauen. Seine damalige Konzeption hat sich über all die Jahre bewährt und hat heute noch Bestand. Als erstes Programm zur Förderung der Forschung und Innovation im BAV war es wegweisend für die nachfolgenden Programme «Bahninfrastrukturforschung» und «Innovation im regionalen Personenverkehr».

Auch das vorliegende Magazin trägt die Handschrift Tristans. Es war ihm immer ein wichtiges Anliegen, dass die Ergebnisse aus den Projekten der gesamten Branche zugänglich sind und in der Praxis genutzt werden.

Er setzte sich deshalb für eine breite Streuung über das Web, den «ESöV-Newsletter», das von ihm initiierte jährliche Branchentreffen «Forum Energie», Referate, Publikationen und persönliche Kontakte ein. Der Aktivitätenbericht ESöV 2050, der 2016 erstmals erschien, unterstreicht diesen Anspruch.

Nach sieben Ausgaben war eine Zäsur erreicht: Mit dem Aufbau der Schwesterprogramme in der Bahninfrastruktur und dem regionalen Personenverkehr bot es sich an, eine gemeinsame Berichterstattung zu konzipieren. Dass Tristan diesem Vorhaben zunächst zurückhaltend gegenüberstand, war eigentlich nicht typisch für ihn – normalerweise war er derjenige, der andere motivierte, etwas Neues zu versuchen. Sein Herzensprojekt aus der Hand zu geben, fiel ihm offensichtlich nicht leicht. Schon die ersten Konzeptentwürfe überzeugten ihn aber, dass der eingeschlagene Weg richtig war. Grosszügig und kooperativ wie er war, hätte er auch gar nicht anders gekonnt, als auf ein gemeinsames Produkt zu setzen.

Diese erste Ausgabe im neuen Gewand ist zwar keine Innovation, eher eine Evolution. Dennoch mag sie an Tristan erinnern als einen Menschen, der sich in seiner ganzen beruflichen Tätigkeit der Innovation verschrieben hat. Wichtige Stationen umfassten seine Forschungstätigkeit als Doktorand im Innovationsmanagement an der EPFL oder seine Mitarbeit bei der Entwicklung des Swatch-Mobiles, dem Vorgänger des Kleinwagens Smart. Über seine internationale Tätigkeit im Eisenbahnwesen kam er mit dem BAV in Kontakt. Er sah die Chance, über das Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» Neuerungen im öffentlichen Verkehr anzustossen, die diesen nicht nur noch energieeffizienter und klimaschonender machen würden, sondern als Vehikel für weiterreichende Innovationen dienen könnten.

Man darf Tristan guten Gewissens als Visionär beschreiben. Er fühlte sich diesem Planeten verpflichtet und wollte mit seiner Tätigkeit einen Beitrag leisten, unsere Zukunft nach-

haltiger zu gestalten. Dabei war er aber keineswegs verbissen oder missionarisch, sondern immer sehr umgänglich, offen und neugierig. Er verfolgte seine Ziele beharrlich und wusste sich auch gegen Widerstände durchzusetzen, blieb dabei aber immer sachlich und freundlich. Oft wusste er eine Situation mit seinem feinen Humor und seinem echten Interesse am Gegenüber zu entschärfen. Er pflegte ein grosses Netzwerk an Beziehungen in seinem Berufsfeld, die oft über eine reine Arbeitsbeziehung hinausgingen und sich zu einer Freundschaft entwickelten. Bescheiden wie er war, überliess er aber die Bühne anderen und blieb selbst im Hintergrund.

Seine Persönlichkeit, seine Innovationsfreude und sein Engagement für eine nachhaltige Mobilität werden uns fehlen. In dem, was er mit dem Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» aufgebaut hat und was daraus in der Branche an Innovationen entstanden ist, bleibt er aber untrennbar ein Teil der Entwicklung des öV in der Schweiz. Gehen wir diesen Weg in seinem Sinne weiter!

Tristan wollte mit seiner beruflichen Tätigkeit einen Beitrag leisten, unsere Zukunft nachhaltiger zu gestalten. Dabei war er keineswegs verbissen oder missionarisch, sondern immer sehr umgänglich, offen und neugierig.

Das Engagement des BAV für die Forschung und Innovation

Der öffentliche Verkehr soll weiterhin sicher, komfortabel, umweltfreundlich und erschwinglich sein. Keine leichte Aufgabe, wenn die Nachfrage, die technische Komplexität und der Unterhaltsbedarf ständig zunehmen. Aus diesem Grund braucht es Forschung und Innovation.

Die Forschung erzeugt neues Wissen mittels wissenschaftlicher Methoden. Sie ist die Grundlage für die Innovation, also die Entwicklung neuer Produkte, Verfahren, Prozesse und Dienstleistungen. Diese Aufgaben werden primär von den Hochschulen und der Wirtschaft wahrgenommen. Hauptaufgabe des Bundes ist die Unterstützung der Forschung, er kann aber in Bereichen, die für die Erfüllung seiner Aufgaben wichtig sind, selbst sogenannte Ressortforschung betreiben.

Das BAV investiert jährlich 10 bis 15 Millionen Franken in die Forschung und Innovation. Dies entspricht etwa 2 Promille der Bundesausgaben für den öffentlichen Verkehr (öV) und den Schienengüterverkehr. 4,3 Millionen Franken flossen im vergangenen Jahr in die drei in diesem Bericht vorgestellten Programme «Bahninfrastrukturforschung», «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» und «Innovation im regionalen Personenverkehr». Darüber hinaus gewährt das BAV Investitionsbeiträge an technische Neuerungen im Schienengüterverkehr und unterstützt die

Forschung zum Eisenbahnlärm, welche vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) betreut wird.

Mit den Mitteln aus dem Bahninfrastrukturfonds werden Vorhaben unterstützt, die beitragen, die Kosten des Systems Bahn zu senken, seine Umweltfreundlichkeit zu steigern und seine Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Eine grosse Herausforderung besteht in der Beanspruchung von Schiene und Rollmaterial. Der zunehmende Verkehr, die stärkeren Beschleunigungs- und Bremskräfte, das höhere Gewicht der Fahrzeuge und ihre grössere Steifigkeit erhöhen die Abnutzung von Fahrbahn und Fahrzeugen, mit negativen Folgen betreffend die Unterhaltskosten und die Verfügbarkeit. Der verschleissoptimierte Bahnbetrieb ist deshalb ein zentrales Forschungsthema, nebst weiteren wie der Kapazitätsoptimierung, der Substanzerhaltung und den Umweltauswirkungen der Infrastruktur.

Grosse Herausforderungen stehen auch im Regionalverkehr an. Er soll er nicht nur noch

Das BAV investiert jährlich 10 bis 15 Millionen Franken in die Forschung und Innovation. Dies entspricht etwa 2 Promille der Bundesausgaben für den öffentlichen Verkehr und den Schienengüterverkehr.

komfortabler, sicherer und leistungsfähiger werden, sondern auch günstiger. Deshalb unterstützt das BAV neue Technologien und innovative Konzepte, welche zu diesen Zielen beitragen, mit Subventionen im Umfang von rund 5 Mio. Franken pro Jahr. Gefördert werden insbesondere Vorhaben aus den Bereichen Fahrzeugtechnik, Produktion, Instandhaltung, Angebot, Ticketing und Kundenerfahrung.

Bereits 2013 wurde das Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» lanciert und mit rund 3 Mio. Franken pro Jahr dotiert. Es verfolgt das Ziel, den Energieverbrauch zu senken, die Produktion und den Einsatz erneuerbarer Energie zu steigern und die Treibhausgasemissionen zu vermindern. Bis heute konnten über hundert Vorhaben mitfinanziert werden, die so unterschiedliche Ansätze wie die Heizung und Kühlung von Fahrzeugen, die Elektrifizierung von Bussen und Schiffen, die energiesparende Fahrweise oder die Nutzung erneuerbarer Energie bei Infrastrukturanlagen umfassen.

Mit der Zuspitzung der Versorgungslage auf dem Energiemarkt und dem sich abzeichnenden Klimawandel hat das Programm nochmals an Bedeutung gewonnen.

Die vorliegende Publikation stellt einige der unterstützten Projekte vor und ermöglicht damit einen Einblick in die Forschungs- und Innovationstätigkeit der Branche. Die Beispiele sollen darüber hinaus Transportunternehmen, Hochschulen und die Industrie anregen, neue Projekte einzureichen, die einen Beitrag an einen zukunftsfähigen öV leisten.

Der digitale Zwilling hilft, Fehler aufzuspüren

Moderne Züge sind hochkomplexe Systeme. Von den Reisenden unbemerkt, gewährleisten eine Vielzahl von Motoren, Sensoren und Rechnern einen sicheren Betrieb. Umso wichtiger sind eine zuverlässige Steuerung und eine rasche Diagnose, wenn doch einmal eine Störung eintritt. Die SBB und die Fachhochschule Nordwestschweiz entwickeln dafür ein Testsystem.

Bei der Einfahrt eines Zuges öffnet sich die Tür, sobald der Lokführer die Freigabe erteilt hat. Das Trittbrett fährt millimetergenau in Position, die Klimaanlage reduziert ihre Leistung, die Lichtschranke überwacht, ob sich noch jemand im Schliessbereich befindet, das Warnsignal ertönt, die Tür schliesst sich wieder, die Verriegelung wird überprüft und schliesslich die Fahrbereitschaft in den Führerstand gemeldet.

Das «Gehirn», das alle diese Abläufe auslöst und überwacht, ist die Fahrzeugleittechnik. Sie besteht pro Zug aus zwei Hochleistungsrechnern und rund 100 dezentralen Baugruppen, welche Funktionen wie Fahrmotoren, Bremsen, Türen, Heizung, Beleuchtung oder Toiletten steuern und überwachen. Dieses «Train Control and Monitoring System», kurz TCMS, enthält auch ein Diagnoseinstrument, mit dem Störungen im System gemeldet und lokalisiert werden können.

An ein TCMS werden hohe Anforderungen gestellt. Es soll nicht nur die verschiedenen Funktionen des Zugs korrekt ausführen und die Sicherheit garantieren, sondern auch störungsfrei laufen. Bei Fahrzeugbeschaffungen werden Zuverlässigkeitszahlen von 40 000 – 50 000 Stunden vorgegeben, was bedeutet, dass das System einen Zug 4 bis 5 Jahre komplett störungsfrei betreiben muss. Diese hohe Latte ist verständlich, bedeutet doch ein Zugausfall Kosten von rund 3000 Franken pro Tag. Je früher Störungen erkannt und je rascher sie behoben werden können, desto günstiger ist also der Betrieb.

Wie Pascal Gysin, Fahrzeugingenieur bei der SBB erklärt, ist in der Praxis weniger die Zuverlässigkeit des TCMS eine Herausforderung als vielmehr, wie das Personal bei einer gemeldeten Störung reagiert. Es komme oft vor, dass das Unterhaltspersonal zur Zeitersparnis die betroffene Baugruppe gesamthaft ersetzt, statt eine detaillierte Fehlerdiagnose zu machen. Das Bauteil werde dann vom Hersteller geprüft – und in mehr als 60% der Fälle zeige sich, dass es einwandfrei funktioniert.

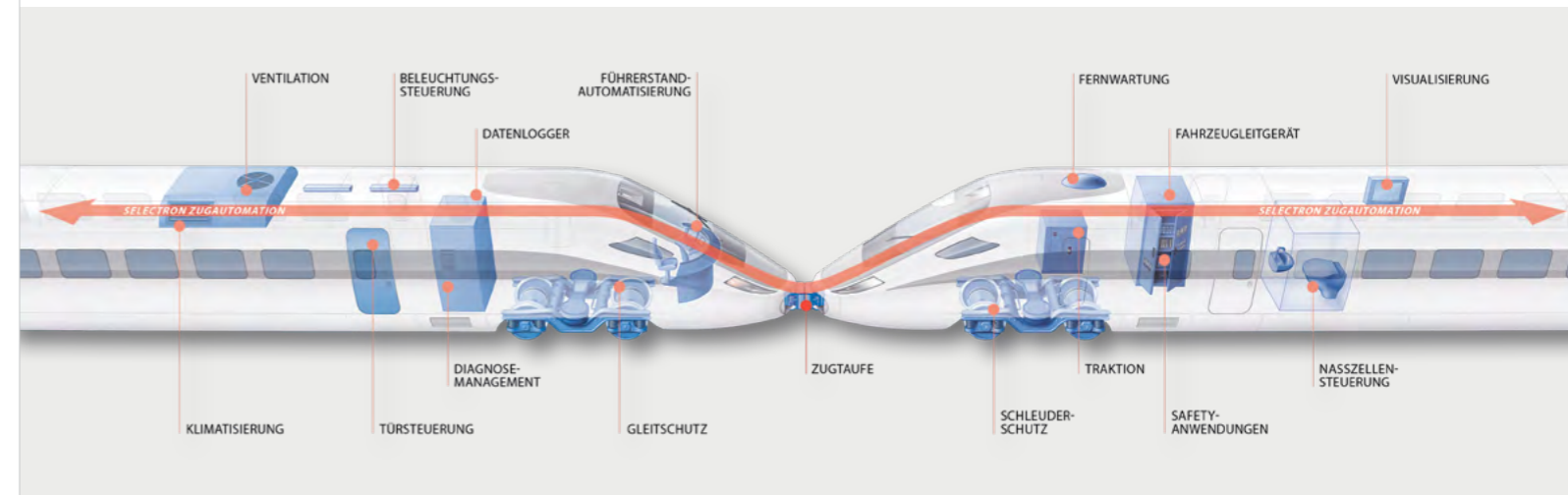
Für derartige Fälle will Pascal Gysin eine Testumgebung entwickeln, die den Unterhaltsteams erlaubt, die Komponenten direkt im Depot zu prüfen. Zusammen mit Silvia Mastellone und ihrem Team der Fachhochschule Nordwestschweiz in Windisch entwickelt er zurzeit einen Prototyp. Dieser besteht aus einem Rack mit Hauptrechner, einem Steckplatz für die zu testende Baugruppe und einem Analyserechner. Die Kunden können ihre Baugruppe (oder Teile davon) einbauen und erhalten direkt eine Diagnose, mit der sie entscheiden können, ob die Baugruppe ersetzt werden muss oder ob ein anderer Fehler vorliegt.

Mit dieser Testanordnung können Kosten für die Bauteilprüfung gesenkt, die Reaktionszeit verkürzt und der Lagerbestand an Austauschkomponenten reduziert werden.

#Innovation RPV

#Eisenbahn
#Fahrzeuge

Link zum Projekt:



Sollte sie sich bewähren, wäre ein logischer nächster Schritt, ein Start-up zu gründen, welches die Testumgebung kommerzialisiert. Da praktisch alle Züge in der Schweiz das gleiche Produkt verwenden, ist das Kundenpotenzial entsprechend hoch. Die erheblich geringeren Kosten gegenüber dem Testsystem des Herstellers dürften ein weiteres Argument sein, das für die Erfolgsaussichten des Start-ups spricht.

Für das Projektteam mindestens so interessant sind die Daten, die sich aus den TCMS gewinnen lassen. Dafür entwickelt es eine umfassende Datenbank, in der die Daten aus allen getesteten Systemen eingelesen werden. Während diese Datenbank vorderhand offline ist, will das Projektteam zukünftig Echtzeitdaten erfassen und damit ein digitales Abbild der im Betrieb stehenden TCMS erstellen. Dieser sogenannte «digitale Zwilling» erlaubt, die Geschichte aller Betriebszustände und Störungsmeldungen zu analysieren und dadurch bei Störungen bessere Diagnosen zu machen. Werden die Daten mehrerer Fahrzeuge miteinander verknüpft, könnte es mittels künstlicher Intelligenz sogar möglich sein, Störungen vorauszusagen und präventiv Eingriffe zu veranlassen.

Noch ist es zu früh, um vorauszusagen, wie weit sich das System in der Branche durchsetzen wird. Das Geschäftsmodell ist jedenfalls so ausgelegt, dass die Kosten für die Bahnbetreiber tief genug sind, dass sich die Anschaffung von Testtracks und die Beteiligung am Datenpool rasch auszahlen. Es wäre natürlich erfreulich, wenn die Idee engagierter Fahrzeugingenieure wie Pascal Gysin dank der Förderung durch das Innovationsprogramm dazu führen würde, dass wir in Zukunft noch sicherer und zuverlässiger Zug fahren können.



“
In mehr als 60% der Fälle wird ein einwandfrei funktionierendes Bauteil ersetzt.“

Ein Zugsabteil verwandelt sich

Wie sieht das ideale Zugsabteil aus? Spontan würde man vielleicht sagen: Es braucht vor allem genügend Sitzplätze. Unter der Woche mag dies wohl stimmen. Aber was ist mit den Touristen, Bikern und Skifahrerinnen, die am Wochenende die Züge füllen? Die SOB testet dafür zusammen mit den Ingenieuren und Designern von erfindergeist innovative Ansätze.

Die Bedürfnisse an die Inneneinrichtung von Zügen werden immer vielfältiger. Personen mit eingeschränkter Mobilität möchten eine ebene Fläche, um ihren Rollstuhl zu platzieren oder ihren Rollator abzustellen. Sie möchten aber nicht zwischen den Skiern und Snowboards der Wintersportler und den Gepäckstücken der Touristen eingeklemmt werden. Kinderwagen sollten ebenfalls Platz haben, genauso wie fragile Rennvelos und sperrige E-Mountainbikes. Eine Gruppe auf dem Vereinsausflug hingegen würde den Platz lieber für eine Cafeteria nutzen oder die Reise in einer Lounge verbringen.

Als ob das alles nicht schon kompliziert genug wäre, verändern sich die Bedürfnisse laufend. Der wöchentliche Pendlerverkehr stellt andere Anforderungen als der Ausflugsverkehr am Wochenende, der Sommer andere als der Winter, ein urbanes Gebiet andere als ein ländliches. Und zudem kommen Trends und verschwinden wieder. Flexibilität ist also gefragt.

Schienefahrzeuge sind aber für eine Einsatzdauer von rund 30 Jahren ausgelegt, und in dieser Zeit soll ihre Inneneinrichtung möglichst wartungsarm ihren Dienst tun. Dies spricht für robuste, fixe Ausrüstungen. Dazu kommt, dass es mit den heute verbreiteten Triebzügen kaum möglich ist, kurzfristig Zusatzangebote zu schaffen. Während die früheren lokbespannten Züge vielleicht noch mit einem Bar- oder Velowagen ergänzt werden konnten, muss heute ein- und dieselbe

Komposition möglichst alle Einsatzgebiete abdecken können.

Vor diesem Hintergrund ist die Kooperation zwischen der SOB und der Firma erfindergeist entstanden. Ihr Ziel ist es, Lösungen zu finden, um das Reisen im Zug mit einer zweckmässigen und flexiblen Inneneinrichtung für die verschiedensten Kundengruppen attraktiv zu gestalten. Das Programm «Innovation im regionalen Personenverkehr» bietet mit seiner finanziellen Unterstützung die Möglichkeit, derartige Konzepte nicht nur in der Theorie zu entwerfen, sondern sie im Feldversuch auch praktisch zu erproben.

Das Interesse bei den Schweizer Bahnunternehmen ist gross. So gehören inzwischen auch die MGB, die BLS, RegionAlps, Thurbo, die Zentralbahn, die Appenzeller Bahnen und die TPF zu den Transportunternehmen, die das Projekt mit Erfahrungswissen, Ideen und Material unterstützen. Da sie nicht nur ähnliche Herausforderungen teilen, sondern auch Rollmaterial vergleichbarer Bauart einsetzen, versprechen sie sich, von den Ergebnissen des Projekts in ihrem eigenen Betrieb profitieren zu können.

Aber was soll denn nun entstehen? Die Projektträger haben sich darauf geeinigt, sich vorerst auf das kurzfristige Schaffen von Stauraum zu konzentrieren. Dazu wird eine Sitzgruppe mit vier vollwertigen Sitzplätzen in bekannter Vis-à-vis-Anordnung entwickelt. Mit wenigen Handgriffen lässt sich die Sitz-



gruppe im Betrieb in eine Seitenwand umwandeln. Damit wird Platz frei für ein Multifunktionsabteil für Kinderwagen, Velos, Skier und Gepäck.

Die beiden kreativen Köpfe hinter erfindergeist, Christian Keller und Valentin Löhr, haben aber noch weitere Ideen. Beispielsweise haben sie Konzepte für modulare Elemente entwickelt, mit denen klassische Sitzgruppen in kurzer Zeit umgebaut werden können. Angedacht sind etwa eine Lounge, eine Kaffeebar, ein Ticketschalter mit Fan-

shop für die Reise an den Hockeymatch, ein Workspace für das mobile Office und vieles mehr.

Aus Sicht von Jacqueline Keller hat dieser modulare Ansatz ein enormes Potenzial. Die Verantwortliche für die Angebotsplanung der SOB meint: «Unser zentrales Anliegen ist, der Kundschaft die Reise im Zug so angenehm wie möglich zu machen. Damit möchten wir nicht nur bestehende Kundinnen und Kunden halten, sondern auch jene gewinnen, die heute noch den motorisierten

#Innovation RPV

#Eisenbahn
#Fahrzeuge

Link zum Projekt:





Mit wenigen Handgriffen lässt sich eine Vierersitzgruppe in eine Seitenwand umwandeln. Damit wird Platz frei für ein Multifunktionsabteil für Kinderwagen, Velos, Skier und Gepäck.



Individualverkehr (MIV) benutzen. Sie sind besonders anspruchsvoll, könnten aber mit Angeboten überzeugt werden, die ihren spezifischen Bedürfnissen entsprechen». Sie denkt dabei speziell an junge Menschen ohne eigenes Auto, Familien und an die wachsende ältere Generation.

Von den heutigen Mockups (Attrappen) in der Entwicklungshalle von erfingergeist bis zu einem alltagstauglichen Produkt ist es noch ein weiter Weg. Die Projektträger sind jedoch zuversichtlich: Bereits ab Anfang 2024 soll ein Pilotversuch in einem Flirt der SOB stattfinden. Dieser wird wie bisher in enger Zusammenarbeit von Ingenieuren, Designerinnen, Betreibern und der Kundenschaft stattfinden, um so möglichst rasch und konkret Optimierungen abzuleiten und Erkenntnisse für die Produktion des kommerziellen Modells zu erhalten. Wenn diese Zusammenarbeit weiterhin so erfolgreich verläuft, dürfen wir uns schon bald von neuen, flexiblen Zugabteilen überraschen lassen.



Schritt für Schritt zur durchgängig digitalen GA-Erneuerung

Mit wenigen Klicks ein Billett kaufen, mit einem Wisch auf dem Handy die Welt des öV betreten: An diesen Komfort haben wir uns wie selbstverständlich gewöhnt. Nicht alle Fahrausweise lassen sich aber so einfach ins digitale Zeitalter übertragen. Die SBB hat untersucht, was es braucht, um bei der GA-Erneuerung auf Papierformulare verzichten zu können.

In der Schweiz sind rund 500 000 Generalabonnemente im Umlauf. Davon sind 100 000 Partner- oder Familienabonnemente. Ihre Inhaberinnen und Inhaber profitieren von vergünstigten Tarifen, sofern sie im gleichen Haushalt leben. Um dies nachzuweisen, müssen sie beim erstmaligen Kauf und bei jeder Erneuerung eine Wohnsitzbestätigung für sich selbst, ihre Partnerinnen oder Partner und eventuell weitere Familienangehörige vorweisen. Dazu reichen sie bei ihrer Gemeinde ein Formular der SBB ein. Die Gemeinde prüft anhand des Einwohnerregisters, ob die auf dem Formular genannten Personen unter derselben Wohnung erfasst sind und schickt die Bestätigung den Antragstellenden zurück. Diese wiederum reichen dann das von der Gemeinde beglaubigte Formular per Website oder per Post bei der SBB ein.

Der Prozess ist für die Kundschaft mühsam, für die Gemeinden nicht wertschöpfend, für die Transportunternehmen aufwendig und für den öV teuer: Allein bei der SBB wird der Aufwand auf gegen 400 000 Franken pro Jahr geschätzt. Die digitale Abwicklung würde für alle Beteiligten eine wesentliche Entlastung bringen: Statt umständlich über ein Papierformular könnte die Anfrage mit ein paar wenigen Klicks erledigt werden. Gleichzeitig würden es Kunden und Kundinnen seltener versäumen, ihre Wohnsitzbestätigung rechtzeitig anzufordern und einzu-

reichen. Grund genug für ein Team der SBB, sich dieses «alten Huts» anzunehmen und zu versuchen, die Wohnsitzbestätigung in die digitale Welt überzuführen. Es hat sich dazu mit Swisscom, der Stadt St. Gallen und der auf elektronische Formulare spezialisierten Softwarefirma ajila zusammengeschlossen.

Was auf den ersten Blick einfach aussieht, erweist sich im Detail dann doch als komplizierter. Der zentrale Knackpunkt ist die Frage, wie ein Nachweis sicher und datenschutzkonform digital ausgestellt, übermittelt und geprüft werden kann. Eine Lösung bietet die E-ID, die der Bund mit dem neuen Bundesgesetz über elektronische Identifizierungsdienste (BGEID) plant. Die E-ID ist ein staatlich anerkannter elektronischer Identifikationsnachweis, der die heutige Identitätskarte im digitalen Verkehr ersetzen soll.

Diese E-ID wird in einem digitalen Vertrauensnetzwerk herausgegeben, welches ebenfalls vom Bund aufgebaut werden soll. In diesem System werden sowohl staatliche als auch private Stellen jegliche Art von digitalen Ausweisen datenschutzkonform und sicher ausstellen, übermitteln, überprüfen und auch wieder löschen können. Die Einführung der E-ID und des Vertrauensnetzwerkes ist auf Mitte 2025 geplant.

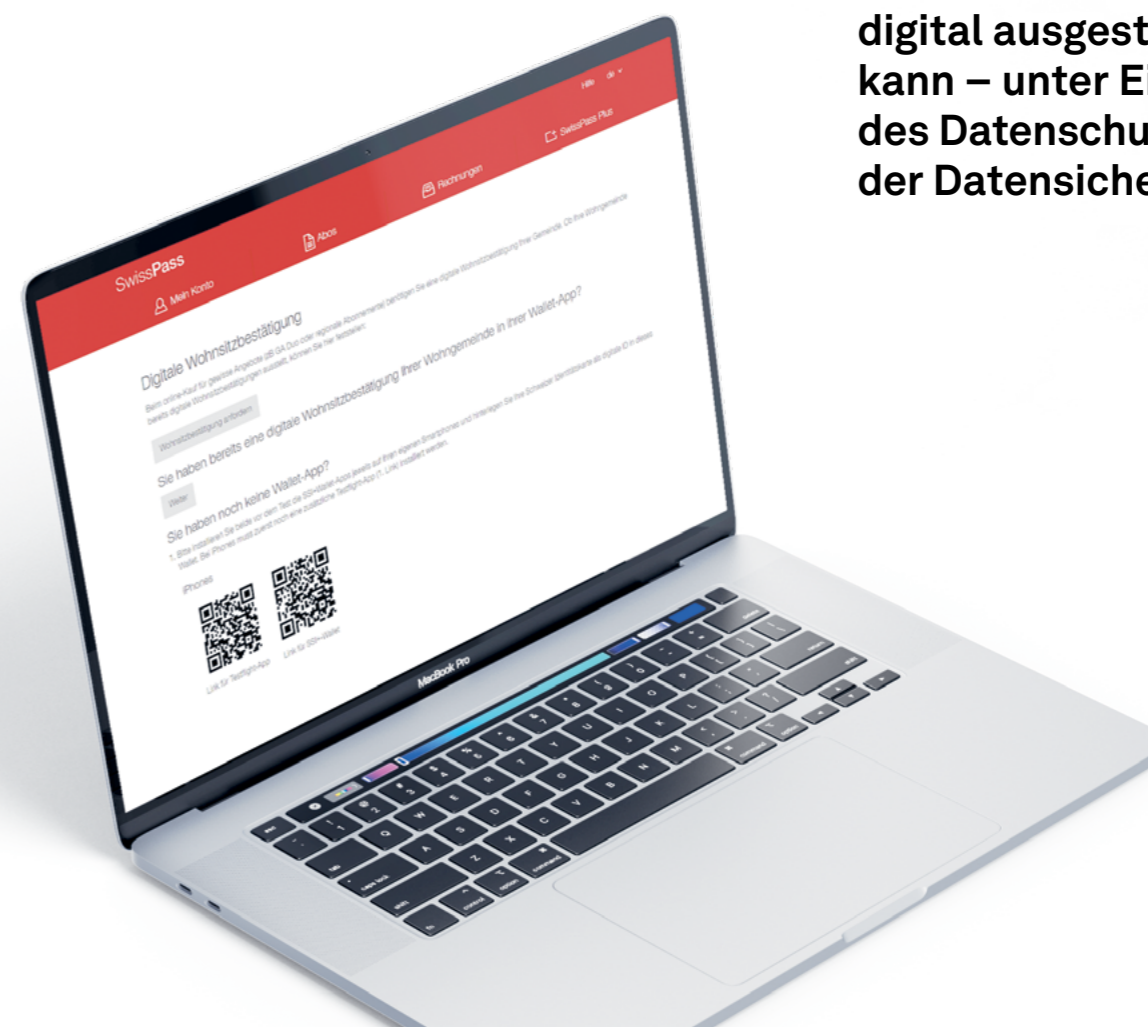
Der Prozess wird dann denkbar einfach. Die Antragstellenden übermitteln ihr elektronisches Gesuch an die Wohnsitzgemeinde zusammen mit ihrer elektronischen ID, die sie zuvor erstellt und auf dem Handy gespeichert haben. Die Gemeinde prüft das Gesuch und übermittelt die Wohnsitzbestätigung wiederum elektronisch als digitalen Nachweis. Die Antragstellenden laden sie über die Website von SwissPass hoch. Stimmen die Wohnsitzbestätigungen der involvierten Personen überein, wird das GA automatisch ausgestellt und das Kundenkonto aktualisiert.

Das Projekt bestätigt, dass die Wohnsitzbestätigung digital ausgestellt werden kann – unter Einhaltung des Datenschutzes und der Datensicherheit. Der Prozess kann grösstenteils automatisiert werden, was für alle Beteiligten einfacher und praktischer ist. Ausserdem kann der Ablauf so gestaltet werden – entsprechendes Einverständnis der Abonnenten und Abonentinnen vorausgesetzt –, dass er nur einmalig durchgeführt werden muss statt wie bisher bei jeder Erneuerung. Bei diesen Vorteilen erstaunt es nicht,

dass sich Testkundinnen und -kunden mehrheitlich positiv zum digitalen Weg äussern. Allerdings wird es wichtig sein, die Kundschaft beim Wechsel gut zu begleiten.

Das Projekt könnte ein Türöffner für zahlreiche weitere Situationen werden, die von einer digitalen Abwicklung profitieren würden und die bisher daran scheitern, dass ein Nachweis der Identität erforderlich ist. Die SBB allein schätzt ihr Potenzial auf gegen eine Million Anwendungen pro Jahr, beispielsweise für Zutrittsberechtigungen für Mitarbeitende, Ausweise für Behinderte und Marschbefehle des Militärs. Auch bei Kantonen, Gemeinden und öffentlichen Dienstleistern ist das Interesse gross, wie diverse Pilotprojekte für digitale Identitätsnachweise zeigen. Das Programm «Innovation im regionalen Personenverkehr» wirkt somit als Impulsgeber für Neuerungen, die weit über den öV hinaus wirksam werden könnten.

Das Projekt zeigt, dass die Wohnsitzbestätigung digital ausgestellt werden kann – unter Einhaltung des Datenschutzes und der Datensicherheit.



#Innovation RPV

#Kunden

Link zum Schlussbericht:



Video zum Projekt unter diesem Link:





#ESöV2050

#Tram
#Fahrzeuge

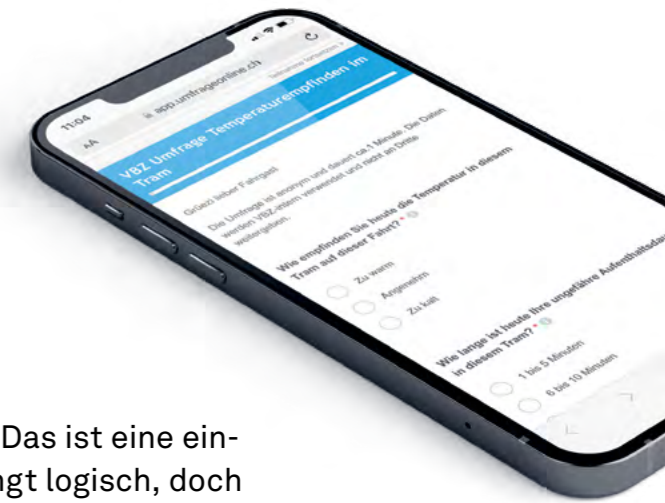
Link zum Schlussbericht:



Mit der Einstellung der Heizung auf 16 °C konnte der Energieverbrauch der 88 Trams um 2,5 GWh gesenkt werden. Das ist der Jahresenergieverbrauch von etwa 500 Haushalten.

EINBLICKE IN DIE PROJEKTE

Weniger heizen im Tram? Kein Problem!



Im Winter weniger heizen, im Sommer weniger kühlen: Das ist eine einfache und günstige Energiesparmassnahme im öV. Klingt logisch, doch ob das tatsächlich so ist, wurde bisher erst an Einzelfahrzeugen und in Simulationen überprüft. Die VBZ haben nun mit Messungen an ihrer Tramflotte den Beweis geliefert.

Die SBB hat bereits im Winter 2018 einen viel beachteten Pilotversuch durchgeführt, um herauszufinden, ob die Fahrgäste in den Zügen eine Temperatur von 20° statt 22 °C akzeptieren würden. Das Ausbleiben von negativen Reaktionen hat die SBB ebenso wie verschiedene andere Transportunternehmen ermutigt, die Massnahme weiterzuverfolgen. Offen war insbesondere die Frage, wie viel Energie sich denn damit tatsächlich einsparen lässt. Berechnungen zeigten zwar, dass es eine ganze Menge sein könnte. Ob das in der Realität auch stimmte, blieb aber offen. Der Grund ist einfach: Es standen schlicht keine Messwerte für eine ganze Flotte zur Verfügung.

Dieser Umstand störte auch Geoffrey Klein und Fabio Inderbitzin von der VBZ. Als ihre Cobra-Trams ein Systemupdate eingespielt erhielten, das den Energieverbrauch aufzeichnet, packten die beiden Fahrzeugingenieure die Chance, Licht ins Dunkel zu bringen. Von Februar 2021 bis März 2022 sammelten sie die Daten von 30 Cobra-Trams, die mit drei unterschiedlichen Temperatureinstellungen unterwegs waren. Im Szenario «aggressiv» wurde die Heizung auf 16 °C eingestellt. Das mildere Szenario wurde mit 18 °C betrieben, während der dritte Teil der Flotte auf 20 °C belassen wurde. Der Versuch wurde mit einer Kundenbefragung begleitet.

Die Auswertung der Messungen zeigte, dass im Szenario «aggressiv» über die Flotte von 88 Trams knapp 2,5 GWh eingespart werden konnten. Dies entspricht immerhin dem Jahresenergieverbrauch von etwa 500 Haushalten. Dass dies so viel ausmacht, wird verständlich, wenn man weiss, dass das Heizen der Fahrzeuge im Winter fast so viel Energie braucht wie die Traktion.

Der grösste Teil der Einsparung (88%) wird mit der Absenkung der Heizung erreicht, die reduzierte Kühlung macht demgegenüber viel weniger aus. Die Messungen stimmen gut mit früheren Berechnungen der Hochschule Rapperswil überein, was angesichts der vielen beeinflussenden Faktoren (z. B. Effekt von Türöffnungen und -schliessungen, Zugluft, Verwirbelungen, Besetzungsgrad) nicht unbedingt erwartet werden konnte.

Geoffrey Klein und Fabio Inderbitzin freuen sich über die Bestätigung, dass diese einfache Massnahme eine so hohe Wirkung zeigt. Und noch besser: In den Befragungen der Fahrgäste war kaum ein Unterschied zwischen den drei Szenarien auszumachen. Es ist nur logisch, dass die VBZ die Einstellung «aggressiv» im vergangenen Winter in allen Cobra-Trams zum Standard machte. Damit leistet die VBZ einen aktiven Beitrag zur Vermeidung einer Stromlücke und reiht sich in die vielen Unternehmen ein, die der Kampagne des Bundes «Energie ist knapp. Verschwenden wir sie nicht» gefolgt sind.

Der Roboter als Gärtner

Landauf, landab gehört der Mähroboter zum alltäglichen Bild. Leise summend arbeitet er sich stetig über die Rasenfläche vor. Da liegt der Gedanke nahe, diese anspruchslosen, gutmütigen Helfer auch entlang von Gleisen einzusetzen. Die SBB untersucht im Projekt «roboterbasierte Vegetationskontrolle», wie realistisch das ist.

Der Gedanke ist in der Tat verlockend. Wer weiss, wie hart die Arbeit ist, den Pflanzenaufwuchs neben den Gleisen in Schach zu halten, würde sich bestimmt über die Unterstützung eines Roboterkollegen freuen. Das dachte sich auch Lukas Tanner. Er ist bei der SBB verantwortlich, Methoden zu finden, um auf den Einsatz des Herbizids Glyphosat verzichten zu können. Als Profi kennt er aber auch die Hürden, die es beim Robotereinsatz zu überwinden gilt. Einfach einen Mäher aus dem Fachmarkt neben die Gleise zu setzen, ist definitiv keine Option.

Eine offensichtliche Schwierigkeit ist der Umstand, dass viele Randbereiche steil sind. Schafe erweisen sich daher manchmal als die bessere und günstigere Option als Mähmaschinen. Dann gibt es die Frage der Navigation: Wie verhindert man, dass der Roboter sein Einsatzgebiet verlässt? Der Einbau eines Begrenzungskabels wie im heimischen Garten kommt bei 3265 km Netzlänge kaum in Betracht. GPS-Navigation ist aber ebenfalls nicht ohne – auf dem Rangierfeld zwischen zwei Zügen kann es sein, dass der Roboter kein Signal mehr empfangen kann.

Um ein vollwertiger Ersatz für den Menschen zu sein, sollten Roboter fähig sein, hohes Gras zu mähen, welches zur

Förderung der Biodiversität stehen gelassen wurde. Sie sollten invasive Pflanzen erkennen und gezielt bekämpfen können. Ausserdem sollten die Roboter die Tiere schützen, welche sich im hohen Gras verstecken. Und natürlich sollten sie auch auf unwegsamem Gelände wie auf Schotterstreifen einsetzbar sein.

All diesen Herausforderungen zum Trotz hat sich der Ingenieur dafür eingesetzt, zusammen mit der Fachhochschule Luzern ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt zu lancieren, um die Möglichkeiten eines Robotereinsatzes zu untersuchen. Hintergrund ist, dass die SBB das Ziel verfolgt, auf den Einsatz von Glyphosat zu verzichten.



Dabei ist zu sagen, dass bereits heute ein Grossteil der Flächen mit anderen Methoden bearbeitet wird, beispielsweise indem sie gemäht oder punktuell mit Heisswasser behandelt werden. Neue Gleisabschnitte werden mit aufwuchshemmenden Materialien ausgerüstet. Und dort, wo die Pflanzen die Sicherheit und den Bahnbetrieb nicht gefährden, werden sie auch mal stehen gelassen.

Im Randbereich zwischen Gleis und Böschung oder zwischen Gleis und Lärmschutzwand könnten autonome Mäher diesen Massnahmenmix ergänzen. Das Ziel der Studie ist deshalb, eine solche Roboterlösung zu entwickeln und zu erproben. Damit sollen die technische Machbarkeit, die betriebliche Einsatztauglichkeit und die Wirtschaftlichkeit beurteilt werden können. Das Konzept besteht aus einem kleinen, wendigen Roboter und modularen Anbaugeräten. Je nach Bedarf wird er mit einem Modul zum Mähen, zum Ausreissen von Unkraut oder zum gezielten Abbrennen von unerwünschten Pflanzen mittels Laser ausgerüstet. Für die Steuerung und Navigation werden verschiedene Systeme wie Kameras, GPS und Lidar verglichen.

Nebst der technischen Entwicklung und der praktischen Erprobung soll das Projekt auch die Wirtschaftlichkeit der roboterbasierten Vegetationskontrolle klären. Nur



wenn diese gegeben ist, besteht die Chance, dass aus dem Innovationsprojekt ein Business Case wird, der die Kommerzialisierung erlaubt. Dass dies gelingen kann, beweist ein früheres Forschungsprojekt der HSLU, aus welchem eine Firma hervorgegangen ist, welche autonome Mähroboter für Sportplätze und andere Grünflächen herstellt.

Noch in diesem Jahr sollen weitere Feldversuche stattfinden, der Projektabschluss ist auf 2026 geplant. Lukas Tanner ist zuversichtlich, dass das Projekt erfolgreich verlaufen wird. Aber bis zu seiner Vision ist es noch ein weiter Weg. «Eventuell könnten langfristig Roboter als Hauptarbeitskraft eingesetzt werden», hofft er. «Das Personal bräuchte es dann nur dort, wo der Roboter nicht hinkommt. Der automatische Gärtnerkollege würde die Arbeit unserer Leute draussen auf der Strecke wesentlich erleichtern.»

“
Eventuell könnten langfristig Roboter als Hauptarbeitskraft eingesetzt werden. Das Personal bräuchte es nur dort, wo der Roboter nicht hinkommt.

#Bahninfrastrukturforschung

#Eisenbahn
#Infrastruktur

Link zum Projekt:





“ Opportunity Charging ist ein gutes Beispiel für Kosteneinsparungen, die dank der Harmonisierung von technischen Standards drinliegen.



#ESöV2050

#Bus
#Fahrzeuge

Link zum Projekt:



EINBLICKE IN DIE PROJEKTE

Gemeinsam laden ist günstiger

Teilen liegt sozusagen in der DNA des öffentlichen Verkehrs. Reisende teilen sich Fahrzeuge, Transportunternehmen teilen sich die Bahninfrastruktur. Um Kosten zu sparen, könnte man dieses Prinzip vielleicht auch auf Einrichtungen zum Nachladen von Elektrobussen anwenden. EBP hat zusammen mit der Branche das Potenzial dafür ausgelotet.

Zahlreiche Verkehrsunternehmen betreiben erfolgreich Elektrobusse im täglichen Einsatz. Dennoch stösst ihre Verbreitung zurzeit noch an Grenzen: Die Batteriekapazität reicht vielfach nicht für lange und steile Strecken. Um anspruchsvolle Linien trotzdem elektrisch betreiben zu können, planen die Verkehrsunternehmen Zwischenladungen während des Einsatzes ein. Am einfachsten finden diese im Depot statt, da dort die Ladeinfrastruktur vorhanden ist. In vielen Situationen ist dies aber nicht möglich, etwa bei langen Umläufen oder bei Linien, die weder an einem Depot beginnen noch enden.

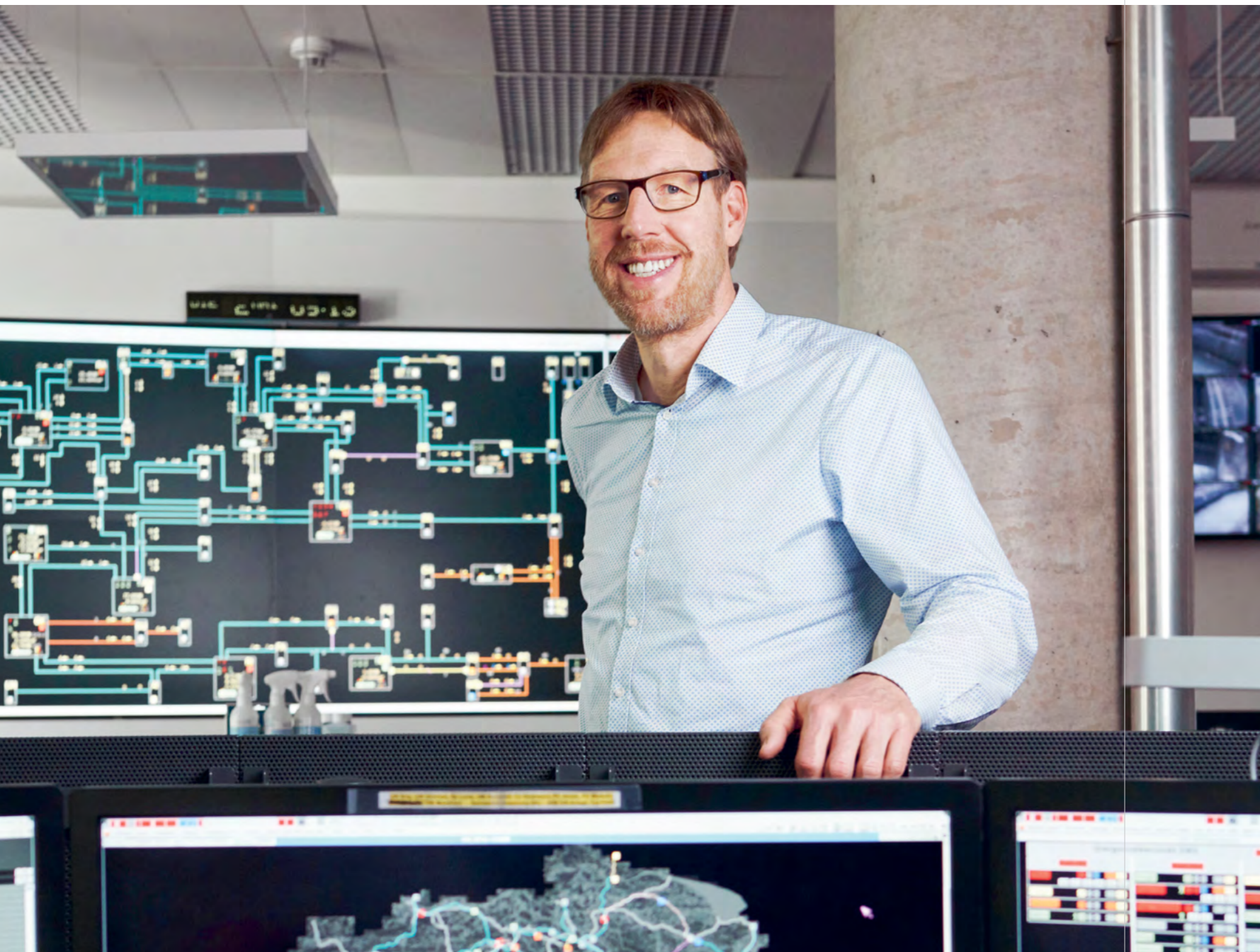
Die Lösung in diesen Fällen heisst Gelegenheitsladen oder Opportunity Charging. In diesem Konzept werden die Batterien unterwegs nachgeladen, indem an einer Haltestelle ein Schnellladesystem eingerichtet wird. Anders als bei Elektroautos werden die Busse aber nicht an einer Ladesäule eingesteckt, sondern docken über einen ausfahrbaren Stromabnehmer an die Stromversorgung an. Auch induktive Systeme sind am Markt erhältlich, bei denen die Batterien kontaktlos geladen werden, diese werden aber in der Schweiz noch kaum eingesetzt.

In ihrer Studie hat EBP die Systeme für Opportunity Charging untersucht. Dabei hat sie festgestellt, dass zwei Systeme den Markt dominieren. Bei beiden findet die Ladung über Dach statt, wobei beim einen das Fahrzeug einen Pantografen mitführt, der nach oben ausgefahren wird, um den Kontakt zur Stromversorgung herzustellen. Beim anderen System senkt sich ein Ladearm auf das Fahrzeug hinunter. Zahlreiche Hersteller bieten beide Systeme an. Sollen diese Ladestationen von mehreren Transportunternehmen genutzt werden, müssen sie sich auf dasselbe System einigen. Um das gemeinschaftliche Laden zu fördern, wäre es deshalb sinnvoll, dass sich Transportunternehmen und Hersteller auf einheitliche Standards für ihre Ladesysteme einigen. Diese sollten

nicht nur die technische Ausrüstung, sondern auch die Datenkommunikation umfassen. Erst dann wird es möglich, dass z. B. Busse unterschiedlicher Hersteller ohne weitere Anpassungen an der gleichen Ladestation Strom beziehen können.

Mit dieser Harmonisierung würde beispielsweise erreicht, dass die Fahrzeuge eines Verkehrsunternehmens linienunabhängig eingesetzt werden können. Dies schafft Flexibilität in der Disposition und erlaubt, die Fahrzeugreserve zu verkleinern. Noch interessanter wird es, wenn auch benachbarte Transportunternehmen auf die gleiche Technologie setzen und bei Bedarf einander Fahrzeuge ausleihen werden können, etwa bei Grossanlässen oder Betriebsstörungen. Dieser interoperable Betrieb bringt ein grosses Potenzial für Einsparungen in Beschaffung und Betrieb.

Noch ist das gemeinsame Opportunity Charging erst eine Idee. Peter de Haan, der Leiter der Studie, ist aber vom Potenzial überzeugt: «Opportunity Charging ist ein gutes Beispiel für Kosteneinsparungen, die dank der Harmonisierung von technischen Standards drinliegen. Sie ermöglicht ökonomische Skaleneffekte und sie ist eine Voraussetzung für einen interoperablen Betrieb über Unternehmens- und Netzgrenzen hinweg.»



#ESöV2050

#Eisenbahn
#Energieerzeugung
#Fahrzeuge

Link zum Schlussbericht:



“
Wir möchten den Datenmanager für Fahrzeugbatterien zu einer Branchenlösung entwickeln. Damit versetzen wir die Transportunternehmen in die Lage, die Batterien effizient und kostengünstig zu betreiben.

DIE MENSCHEN HINTER DEN PROJEKTEN

Markus Halder

Der Schwarm macht aus Batterien ein Kraftwerk

Die SBB ersetzt ihre Diesel-Schienenfahrzeuge durch solche mit Batterieantrieb. Zusammengenommen könnten sie es dereinst auf eine installierte Batteriekapazität von über 150 MWh bringen. Dieser «Batterieschwarm» kann als virtuelles Kraftwerk genutzt werden, wie das Projekt BIENE zeigte. Doch es liegt noch mehr drin.

Markus Halder, ihr habt im Projekt BIENE das Potenzial eines Batterieschwarms von Schienenfahrzeugen untersucht. Was ist deine wichtigste Erkenntnis daraus?

Die Bestätigung, dass die dezentralen Batterien weniger ein Risiko als vielmehr eine Chance für die Bahnstromversorgung sind, hat dem Projekt enorm Auftrieb gegeben. Wir konnten zeigen, dass damit kurzfristig Kapazität zur Deckung von Lastspitzen bereitgestellt werden kann, die viel günstiger als der Bau von neuen Produktionsanlagen ist. Zudem kann die mit dem Bahnstromnetz verbundene Batteriekapazität in kritischen Netzsituationen als Reserve genutzt werden. Genauso wichtig war aber eigentlich etwas anderes.

Also quasi ein Nebenprodukt des Projekts. Worum handelt es sich?

Wir erkannten, dass wir die Batteriealterung mit einer zentralen Steuerung optimieren

können. Dieser Nutzen ist für die Fahrzeugbesitzer zentral, weil die Batterien eine sehr teure Komponente sind. Je schonender sie betrieben werden, desto länger leben sie und desto günstiger wird das Fahrzeug in seinem Lebenszyklus. Darüber hinaus können sie kleiner dimensioniert werden, was ihre Anschaffung günstiger macht, und am Ende ihres Einsatzes können sie für weniger anspruchsvolle Anwendungen weitergenutzt werden, beispielsweise als stationäre Speicher. Schliesslich können die Fahrzeugnutzer bei einer zentralen Batteriesteuerung die Batterieladung von der Ferne überwachen und beeinflussen, beispielsweise indem sie eine Schnellladung für einen kurzfristigen Einsatz anfordern.

Wie ist die Idee zum Projekt BIENE entstanden?

Mein Kollege Ueli Kramer vom Kompetenzzentrum Energiespeicher der SBB realisierte,



“
Batterien sind für das Lastmanagement eine attraktive Verbrauchergruppe, weil sie das ganze Jahr über zur Verfügung stehen und weil sie sehr flexibel Strom aufnehmen und sogar abgeben können.

dass, wenn einmal alle Dieselfahrzeuge durch batteriebetriebene ersetzt sind, mehr als 150 MWh Kapazität am Netz sein könnten. «Da kommt etwas auf euch zu», sagte er mir einmal und wies darauf hin, dass das Netz zusammenbrechen könnte, wenn alle Fahrzeuge gleichzeitig schnell geladen würden. Wir wollten dieses Risiko genauer untersuchen und erkannten gleichzeitig die Chance, die Batterien als virtuelles «Reservekraftwerk» zu nutzen. Mit dem Programm Lastmanagement der SBB steuern wir bereits Heizungen auf Zügen und Weichenheizungen an, um teure Lastspitzen im Netz zu kappen. Batterien sind für uns eine weitere attraktive Verbrauchergruppe, weil sie das ganze Jahr über zur Verfügung stehen und weil sie sehr flexibel Strom aufnehmen und sogar abgeben können.

Welche Rolle hattest du in diesem Projekt?

Aus vorherigen Energieeffizienzprojekten kannte ich das Programm «Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050». Bei diesem Projekt war mir ein besonderes Anliegen, eine Optimierung mit Nutzen für die gesamte Branche zu realisieren. Es unterstützt die Elektrifizierung der Dieselflotte und den optimalen Einsatz der Infrastruktur durch Flexibilisierung der Verbraucher. Damit kann es einen wichtigen Beitrag an die Energiewende leisten. Meine

Rolle lag darin, die richtigen Projektpartner zusammenzubringen, die gemeinsame Finanzierung sicherzustellen und das Projekt zusammen mit der Berner Fachhochschule zu leiten.

Inzwischen ist bereits ein Nachfolgeprojekt am Start, diesmal finanziert über das BFE. Worum geht es dabei?

Wir wollen das Konzept in einem Pilotprojekt in der Praxis erproben. Dazu wird ein zentraler Batteriemanager entwickelt, also ein System, mit dem die Batterien der verbundenen Pilotfahrzeuge zentral überwacht und gesteuert werden können. Damit kann jede Batterie optimal betrieben werden. Optimal heisst: Ihr Ladezustand und der Ladestrom werden so niedrig gehalten wie möglich, um die Batterie zu schonen. Gleichzeitig muss sichergestellt sein, dass sie für einen zuverlässigen Betrieb ausreichend geladen ist. Das System soll zudem eine Überwachung der Batterien ermöglichen, damit kritische Zustände erkannt und eine vorausschauende Instandhaltung sowie ein Second-Life-Einsatz ermöglicht werden.

Ist dieses Projekt ebenfalls eines für die ganze Branche?

Ja, auf jeden Fall. Alle Unternehmen können profitieren und Synergien nutzen, wenn wir auf ein gemeinsames System setzen. Über standardisierte Schnittstellen wer-



den wir damit langfristig auch in die Lage versetzt, die Flexibilität der Schwarmbatterien als «Reservekraftwerk» nutzen zu können. Durch die Wirkung auf den Bahnstrompreis und die Zuverlässigkeit der Bahnstromversorgung profitieren davon auch wieder alle Beteiligten. Wir wollen deshalb den Batteriemanager als Service von SBB Energie zur Verfügung stellen. Damit versetzen wir die Transportunternehmen in die Lage, die Batterien effizient und kostengünstig zu betreiben.

Wie könnte es danach weitergehen?

Mit den Erfahrungen aus dem 4-jährigen BFE-Pilotprojekt möchten wir den Datenmanager zu einer Branchenlösung entwickeln. So können bei den kommenden Flottenbeschaffungen entsprechende Schnittstellen für die Anbindung an einen zentralen Batteriemanager spezifiziert werden. Gerne laden wir alle Interessierten ein, sich mit ihren Bedürfnissen einzubringen und damit eine optimierte Lösung mitzugestalten. So können wir mit diesem Projekt einen grossen Hebel nutzen, die Energie-wende gemeinsam voranzubringen und den öV wirtschaftlicher zu machen.

Das Projekt BIENE

Als Beitrag zum Klimaschutz will die SBB ihre dieselpetriebenen Schienenfahrzeuge schrittweise durch elektrische ersetzen. Das Projekt BIENE (Batter!Eschwarm im BahnstromNEtz) analysierte die potenziellen Risiken für das Bahnstromnetz beim gleichzeitigen Laden einer grossen Anzahl dieser Fahrzeuge. Im Gegenzug bietet der zukünftige Schwarm dezentraler Batterien das Potenzial, Leistungsressourcen für die Bahnstromversorgung bereitzustellen.

Das Projekt hat gezeigt, dass die zu erwartende Zusatzlast für das Bahnstromnetz entgegen den ursprünglichen Befürchtungen nur bei etwa 1% heutiger Maximallasten liegt und damit als unkritisch eingeschätzt wird. In den Batterien der mit dem Bahnstromnetz verbundenen Fahrzeuge ist aber jederzeit eine elektrische Energie von 60 bis 80 Megawattstunden verfügbar. Dies entspricht der Stromproduktion eines mittleren Kraftwerks in einer Stunde. Über ein zentrales Lademanagement kann diese Ressource von SBB Energie im Sinne aller Bahnstromkunden bewirtschaftet werden. Ein besonders hohes Nutzenpotenzial ist dann gegeben, wenn die Energie selten und kurz benötigt wird, beispielsweise in Überlastsituationen und zur Abdeckung extremer Lastspitzen.

Im Projekt wurde deutlich, dass ein zentrales Lademanagement notwendig ist, um das Potenzial des Batterieschwarms zu nutzen. Es sichert eine ausreichende Batteriekapazität für die nächsten Einsätze, ermöglicht batterieschonendes Laden und unterstützt das Asset-Management hinsichtlich einer Optimierung der Lebenszykluskosten (LCC). Allein das in der Studie abgeschätzte Nutzenpotenzial durch eine reduzierte Batteriealterung liegt bei über 1 Mio. Franken pro Jahr. Basierend auf den Stakeholder-Bedürfnissen wurde eine zentrale Batteriemanager-Plattform konzipiert und mit einem ersten Proof of Concept in einer Simulationsumgebung getestet.

Mit dem vom BFE geförderten Pilotprojekt BIENE-Batteriemanager wird das Konzept nun in der Praxis erprobt. Projektpartner sind neben der SBB die Rhätische Bahn und die Berner Fachhochschule.

Joachim Greuter

Der Schlüssel zum wirtschaftlichen Bahnbetrieb liegt zwischen Rad und Schiene

Der zunehmende Verschleiss von Rad und Schiene verursacht hohe Kosten. Um die Gründe zu verstehen und die richtigen Massnahmen zu treffen, muss die Forschung in diesem Bereich intensiviert werden. Der Bund hat deshalb RAILplus mit der Systemaufgabe «Interaktion Fahrzeug/Fahrweg Meterspur» beauftragt. Wir haben bei Joachim Greuter, Geschäftsführer von RAILplus, nachgefragt, was es damit auf sich hat.

#Bahninfrastrukturforschung

#Eisenbahn
#Infrastruktur
#Fahrzeuge

Link zur Projektwebsite:



Mehr zur Systemaufgabe Interaktion Fahrzeug/Fahrweg Meterspur findet sich in dieser Broschüre:



Was versteht man unter einer Systemaufgabe?

Gemäss dem Eisenbahngesetz kann das BAV sogenannte Systemaufgaben Infrastrukturbetreibern oder Dritten übertragen. Dies ermöglicht, dass ein Unternehmen stellvertretend für andere übergreifende Aufgaben wahrnimmt, beispielsweise die Kundeninformation oder die Bahnstromversorgung. Damit soll die Effizienz verbessert und einheitliche Lösungen für die Branche bereitgestellt werden. In der Regel sind die Systemaufgaben bei der SBB angesiedelt. Das hat sich aber erweitert, seit die RhB mit der Aufgabe «Zugbeeinflussung Meterspur

(ZBMS)» beauftragt wurde. Als zweite Nicht-SBB-Aufgabe kommt nun die Fahrzeug/Fahrweg-Interaktion Meterspur hinzu – übrigens die erste, die einer Drittorganisation und nicht einem Infrastrukturbetreiber übertragen wurde.

Was macht RAILplus zum idealen Partner für diese Systemaufgabe?

Praktisch alle Meterspurbahnen sehen sich mit denselben Herausforderungen konfrontiert. Da erscheint es logisch, sich zu koordinieren. Diese Rolle liegt der RAILplus AG gut, da sie sich gewohnt ist, in Arbeitsgruppen die Mitgliedsbahnen zusammenzubringen



“ Wir stehen vor der Herausforderung, dass das Fachwissen bei den Mitgliedsbahnen knapp ist.

und ihre Praxiserfahrung nutzbar zu machen. Zudem hat RAILplus mit ihrer Wissensplattform ein attraktives und bestens eingeführtes Instrument, um die Forschungserkenntnisse den Fachleuten in den Unternehmen zugänglich zu machen.

Worum geht es in dieser Aufgabe?

Wir haben den Auftrag, die Grundlagen zu erarbeiten, um das Problem der übermässigen Abnutzung von Rad und Schiene kurz- und langfristig besser in den Griff zu kriegen. Neben Forschungs- und Grundlagenarbeit zum komplexen Thema der Interaktion zwischen Rad und Schiene ist auch eine eigentliche Bildungsoffensive vorgesehen.

An der Rad-Schiene-Interaktion wird bei der Normalspur schon seit Jahrzehnten geforscht. Was macht das Thema für die Meterspur so dringlich?

Bei vielen Meterspurbahnen haben Schäden an Rad und Schiene in den letzten Jahren deutlich zugenommen, an einzelnen Stellen auch das Kurvenkreischen. Dies führt zu Mehrkosten an Fahrzeugen und Infrastruktur, vermindert die Rollmaterialverfügbarkeit und belästigt Anwohner und Fahrgäste. Dass das Thema gegenüber der Normalspur später virulent wurde, hat damit zu tun, dass die Meterspurbahnen später als die SBB auf neue Triebfahrzeuggenerationen umgestellt haben und die Fahrbahn ertüchtigten. Die neuen Fahrzeuge stellen mit ihren höheren Achslasten, den starken Antrieben und den steifen Drehgestellen hohe Anforderungen an das Material. In Verbindung mit den vergleichsweise engen Kurvenradien und immer starrereren Fahrbahnkonstruktionen führt dies zu akutem Innovationsbedarf.

Wo ist es besonders wichtig, spezifisch für die Meterspur Antworten zu finden?

Grundsätzlich ist die 1:1-Übertragung der Erkenntnisse und Vorgaben aus der Normalspur wegen engerer Kurvenradien nicht möglich – die Physik ist zwar dieselbe, aber die Auswirkungen sind unterschiedlich. Entsprechend braucht es deshalb teilweise angepasste oder neue Regelwerke, beispielsweise für die Rad- und Schienenprofile, für die Schienenkopfkonditionierung oder möglicherweise auch für Drehgestelle. Dabei muss nicht nur den Radien, sondern auch den höheren Steigungen Rechnung getragen werden.

Was macht das Projekt von RAILplus besonders?

Wir stehen vor der Herausforderung, dass das Fachwissen bei den Mitgliedsbahnen knapp ist. Da die Unternehmen klein sind, ist die Personaldecke ohnehin dünn, andererseits erleben wir eine Pensionierungswelle erfahrener Mitarbeitender. Deshalb setzen wir gezielt auf den Aufbau von Nachwuchingenieuren. Diese sind bei unterschiedlichen Bahnen angestellt und machen dort ihre regulären Projekte. Zusätzlich arbeiten sie mit einem Pensum von 50% in der Systemaufgabe mit.

“
Wird die Kontaktfläche von Rad und Schiene richtig konditioniert, kann die Laufleistung der Radsätze vervierfacht und der Lärm deutlich vermindert werden.

Welchen Umfang hat der Auftrag, und wie wird er finanziert?

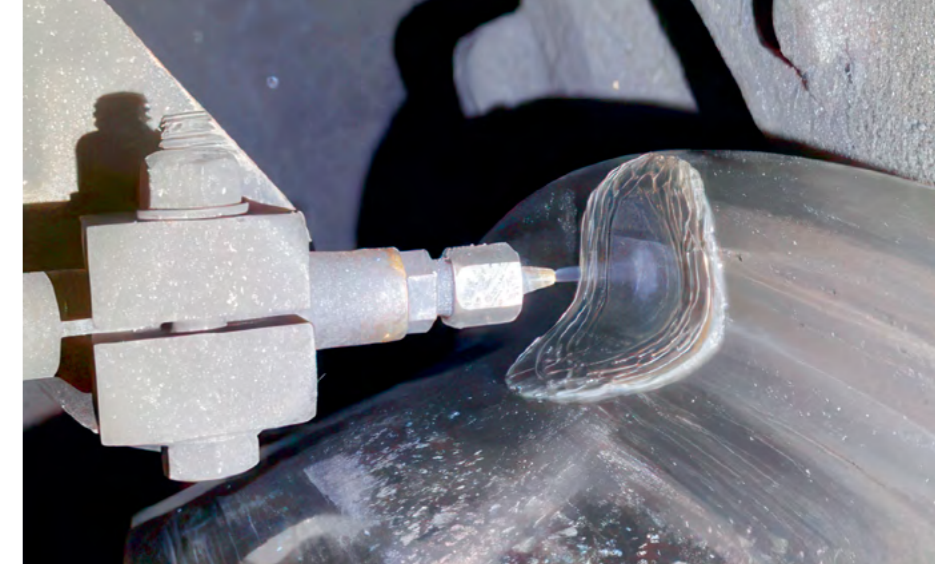
Wir haben ein Budget von 12 Millionen Franken über einen Zeitraum von 6 Jahren zugesprochen erhalten. Wegen des Umfangs und der Bedeutung des Projekts wird es nicht über das Programm «Bahninfrastrukturforschung» finanziert, sondern direkt über die Leistungsvereinbarungen.

Welche Ergebnisse erwartet RAILplus von diesem Projekt?

Kurzfristig erhoffen wir uns eine «Kopfwehtablete» für das Problem des Verschleisses und des Lärms in Form der Schienenkonditionierung und der Spurkranzschmierung. Wird die Kontaktfläche von Rad und Schiene richtig konditioniert, kann die Laufleistung der Radsätze vervierfacht und der Lärm deutlich vermindert werden, wie erste Resultate bei der MGB zeigen. Dies ermöglicht massive Einsparungen, deshalb möchten wir diese Ergebnisse durch die Wissensvermittlung in unserer Direktorenkonferenz, in Fachgruppen und in Schulungen weitergeben. Mittelfristig möchten wir Optimierungen bei Rad und Schienenprofilen ermöglichen, um auch hier Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit zu erhöhen.

Lassen sich die Erkenntnisse auf die Normalspur oder auf Trambahnen übertragen?

Unbedingt. Unser Auftrag ist explizit, Trambahnen mitzunehmen, teilweise sind sie auch aktiv in Projekten tätig. So arbeiten die Forchbahn und die BLT im Teilprojekt Wirtschaftlichkeit mit. Dieses ist mir übrigens sehr wichtig – die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit über den Life Cycle ist eines der zentralen Ziele der Systemaufgabe Interaktion. Davon werden nicht nur unsere Mitglieder, sondern auch Trambahnen und Normalspurbahnen profitieren.



Welche Rolle spielen die Mitgliedsbahnen von RAILplus?

Sie sind auf verschiedenen Ebenen tätig. Zum einen stellen sie sich als Testbahnen zur Verfügung, so beispielsweise die MGB bei der Schienenkopfkonditionierung und die TPF bei der Lärmreduktion. Die RhB übernimmt das Finanz- und Projektcontrolling und nutzt dabei ihre Instrumente aus der Systemaufgabe «Zugbeeinflussung». Weiter arbeiten Kader und Fachexpertinnen und -experten in beratenden Gremien und Arbeitsgruppen mit. Und nicht zuletzt stellen die Mitglieder die Projektleitenden für die Forschungsaktivitäten. Damit können wir den Elfenbeinturm vermeiden und zeitnah umsetzbare Lösungen ermöglichen.

Wie wird sichergestellt, dass der Wissenstransfer von und zu den Bahnen stattfindet?

Wir wollen bereits während der Projekte die Ergebnisse vermitteln. Dazu führen wir Webinare, aber auch Präsenzschulungen durch. Für wiederkehrende Bedarfe bieten wir RAILplus-Seminare an, daneben werden auch andere Plattformen etwa beim Verband öffentlicher Verkehr (VöV) genutzt. Schliesslich sind auf unserer Website alle Berichte öffentlich zugänglich, ebenso wie die Lerneinheiten, die laufend entstehen. Diese sind aus meiner Sicht auch für Nichtingenieure absolut empfehlenswert. Wir überlegen uns ferner, die Inhalte auch auf unsere interne Lernplattform zu stellen und somit gegen 10 000 Mitarbeitende der angeschlossenen Bahnen zu erreichen. Die Bahnen können diese dann frei nutzen und ihre Mitarbeitenden die Kurse absolvieren.

Ein paar Quadratmillimeter machen den Unterschied

Bei Bahnen findet der Kontakt zwischen Rad und Schiene auf einer Fläche von wenigen Quadratmillimetern statt. Statt Asphalt und Gummi wie beim Auto sind die Kontaktpartner aus Stahl, also einem harten, wenig elastischen Material. Statt maximal 11,5 Tonnen beim LKW drückt ein Zug mit bis zu 16 Tonnen (Meterspur) bzw. 22,5 Tonnen (Normalspur) pro Achse auf die Unterlage. Und schliesslich kann sich das Rad auf der Schiene seitlich nicht frei bewegen, sondern ist mit dem Radkranz gegenüber dem Schienenkopf geführt, damit das Rad ruhig läuft und nicht entgleist. Die Kombination zwischen hartem Material, hoher Belastung und geringem Spiel bedeutet, dass schon bei einer kleinen Auslenkung der Achse eine hohe Reibung zwischen Schienenkopf und Rad entsteht. Diese äussert sich in Lärm (Kreischen, Schlagen) und mechanischer Abnutzung. Beides gilt es aus Umwelt- und Kostengründen möglichst zu vermeiden. Die Fahrzeug/Fahrweg-Interaktion erforscht, welche physikalischen Vorgänge beim Kontakt entstehen, wodurch sie verursacht werden und welche Massnahmen ergriffen werden können, um die Lebensdauer von Schiene und Rad zu verlängern und Lärm zu vermeiden. Ist das Projekt weiterhin erfolgreich, lassen sich jedes Jahr Kosten in Millionenhöhe einsparen.

Andreas Hutter

Die Sicht unseres Programmexperten auf die Batterietechnologie

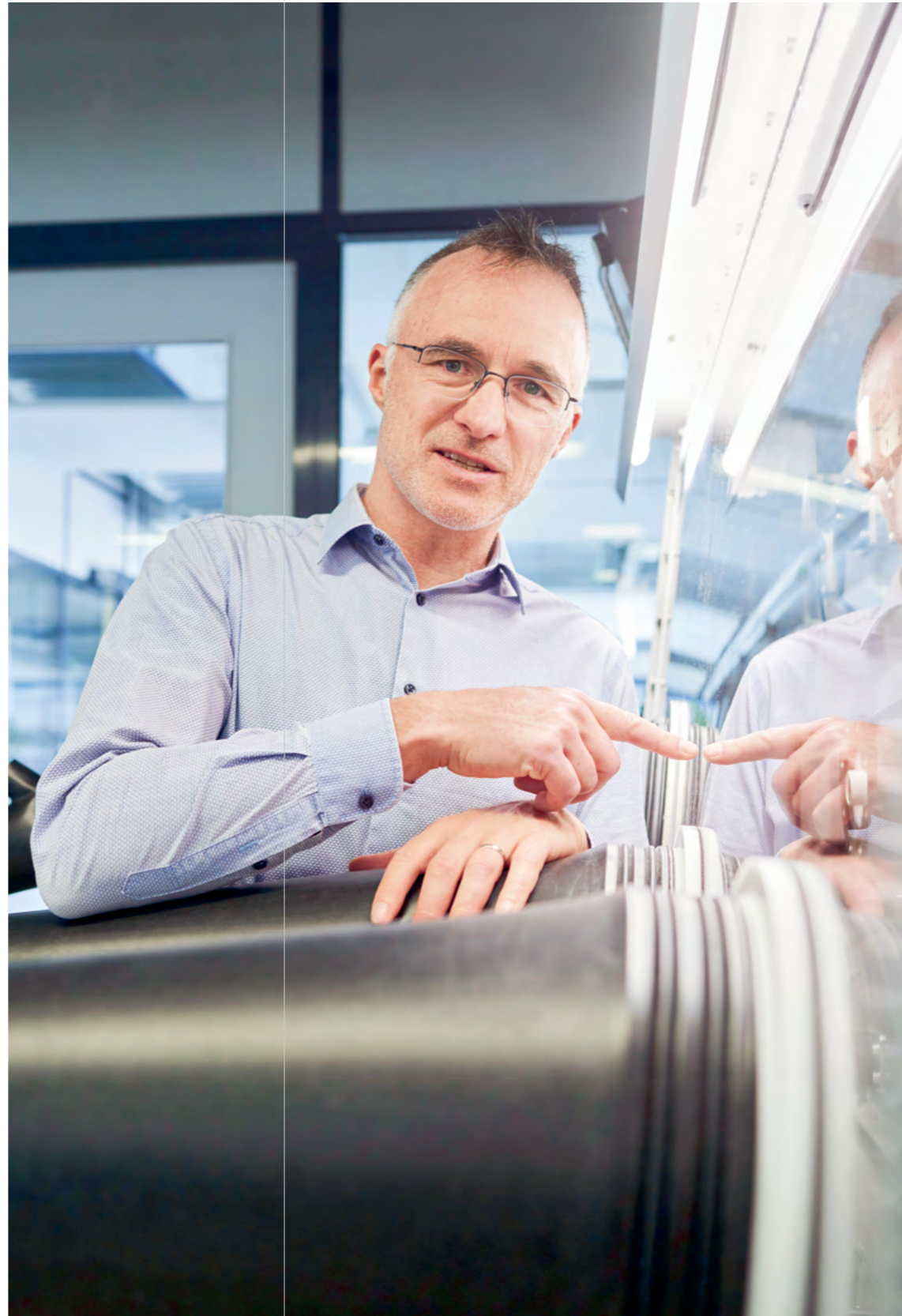
Mit dem fortschreitenden Klimawandel wird die Suche nach Alternativen zum Dieselmotor immer dringlicher. Andreas Hutter, Experte im Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» und Forscher am CSEM erklärt, welche Rolle die Batterietechnologie in der Transformation zum fossilfreien Strassen-öV spielt.

Herr Hutter, welche Aufgabe haben Sie als Experte im Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050»?

Ich bringe technische Expertise ein, insbesondere im Bereich der elektrischen Antriebe. Bei der Beurteilung der Anträge gebe ich Hinweise, wie aussichtsreiche Projekte noch verbessert werden könnten, damit sie den grösstmöglichen Nutzen für den Schweizer öV bringen. Dabei ist es auch für die eigene Forschungstätigkeit interessant, möglichst früh mit den Nutzern und Transferpartnern in Kontakt zu kommen und die Sichtweise der Wirtschaft aufzunehmen.

Die Batterie ist der Schlüssel zur Elektrifizierung des öV. Wieso eigentlich?

Die Batterie ist eindeutig das teuerste Element eines Elektrofahrzeugs. Anders als bei heutigen Verbrennerfahrzeugen ist in Zukunft nicht der Motor, sondern die Batterie



“ Mit kleineren und leistungsfähigeren Batterien können wir bei gleichem Gewicht die Kapazität und somit die Reichweite erhöhen oder bei gleicher Reichweite die Nutzlast. Beides ist bei Bussen sehr willkommen.

das Unterscheidungsmerkmal auf dem Markt. Entsprechend verschiebt sich auch der aktuelle Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt. Das ist allerdings auch nötig, denn die Entwicklung schreitet relativ langsam voran: Es hat 20 Jahre gedauert, um das Gewicht der Batterie bei gleicher Kapazität zu halbieren. Und noch immer ist die Batterie mehr als 10-mal schwerer als die für die gleiche Reichweite erforderliche Menge Diesel. Wer eine hohe Reichweite anbieten will, muss also leichte, leistungsfähige Batterien haben.

Welche Besonderheiten prägen die Elektrifizierung des Strassen-öV?

Sicher ist eine genügende Reichweite eine Herausforderung, vor allem für anspruchsvolle Situationen wie bei Gebirgsstrecken. Dies bedingt für Busse grosse und entsprechend schwere Batterien. Ein Beispiel: Eine Batterie mit einer Kapazität von 1 MWh, mit der man eine Reichweite von 1000 km erzielen kann, wiegt 5 Tonnen. Wenn wir es schaffen, die Energiedichte zu verdoppeln, und damit rechnet sich in den nächsten zehn Jahren, lässt sich dieses Gewicht halbieren. Dann lassen sich Busse auch auf langen und anspruchsvollen Strecken sinnvoll elektrisch betreiben.

#ESöV2050

Link zum CSEM:



Im Februar hat das CSEM in Neuenburg den Battery Innovation Hub eröffnet. Wie könnte der öffentliche Verkehr davon profitieren?

Wir arbeiten an zwei Themen, die der öV nutzen könnte: Einerseits wollen wir die Energiedichte erhöhen. Dafür entwickeln wir unter anderem Feststoffbatterien, bei denen der flüssige Elektrolyt durch einen festen, zum Beispiel eine Keramikschiicht oder ein Polymer, ersetzt wird. Dadurch kann die Grafitanode durch eine wesentlich kompaktere aus reinem Lithium ersetzt werden. Die Batterie wird also kleiner und leistungsfähiger, das heisst, wir können bei gleichem Gewicht die Kapazität und somit die Reichweite erhöhen oder bei gleicher Reichweite die Nutzlast. Beides ist bei Bussen sehr willkommen.

Und was ist das zweite Thema?

Der Sicherheitsaspekt. Wir entwickeln Methoden, mit denen man die Alterungsvorgänge in der Batterie verfolgen kann. Die Ablagerung von Lithium im Innern der Zelle kann nämlich unter ungünstigen Umständen zu Kurzschlüssen führen. Mit einem Batteriemangement beobachten wir den Leistungsabfall der Zellen über die Zeit und können veranlassen, dass Batterien rechtzeitig ersetzt oder nötigenfalls präventiv abgeschaltet werden, bevor es zum Kurzschluss kommt.

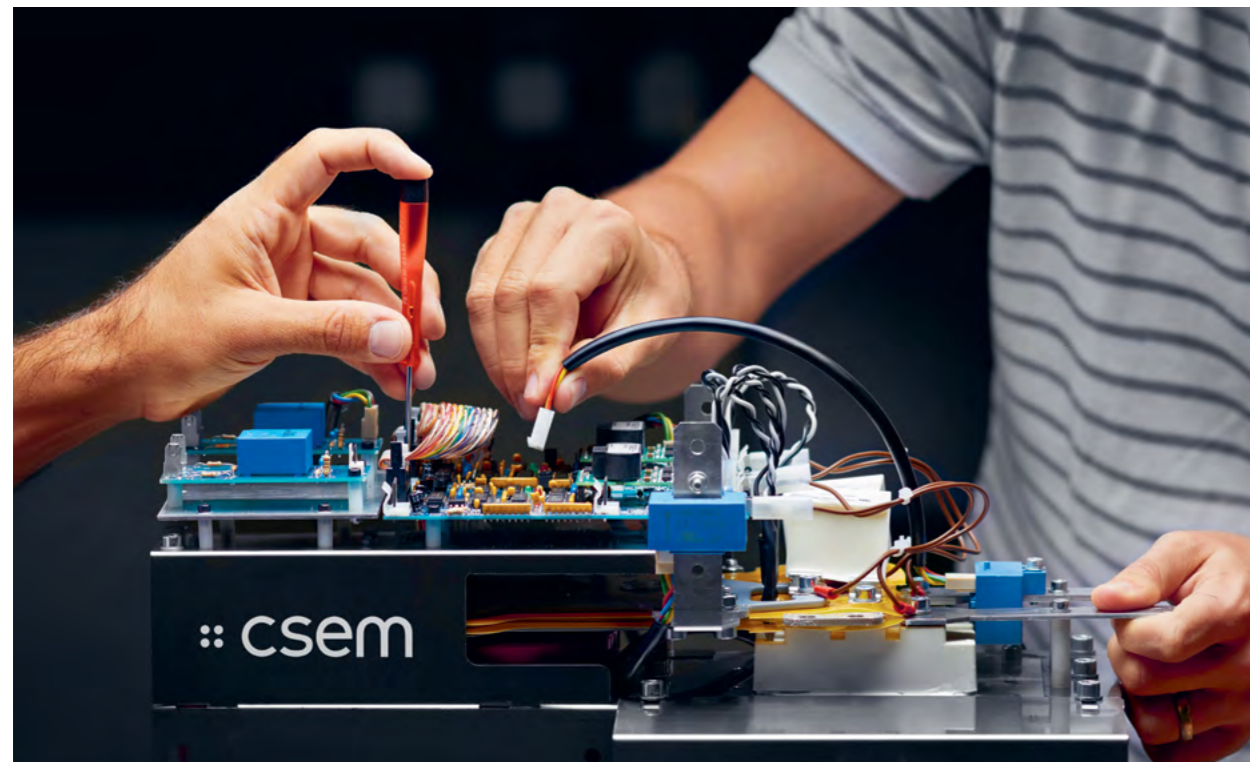
Dieselben Methoden werden auch eingesetzt, um die Langlebigkeit zu erhöhen, was ökonomisch interessant ist.

Die Herstellung von Batterien belastet die Umwelt. Weshalb sind Sie trotzdem für die Elektrifizierung des öV?

Erdöl lässt sich nur einmal nutzen – wenn es verbrannt ist, ist es weg. Lithium hingegen kann man immer wieder verwenden, sofern das Recycling funktioniert. Es ist – im Gegensatz zu Erdöl – auch genügend davon vorhanden, um für die nächsten 20 Jahre Autos zu bauen. Das Recycling ist zurzeit im Aufbau. Die EU hat sich das Ziel gesteckt, dass bis 2035 das Lithium zu 70% rezykliert werden soll, die Metalle in der Kathode sogar zu 95%. Grundlage ist der neue Battery Pass, ein QR-Code, über den die genaue Zusammensetzung und der CO₂-Fussabdruck der Batterie geprüft werden können.

Welche weiteren Innovationen bräuchte es Ihrer Meinung nach, um den öV energieeffizienter und klimaschonender zu machen?

Im Gegensatz zu Dieseln, bei denen Wärme als Abfallprodukt entsteht, muss bei batteriebetriebenen Fahrzeugen dem Wärmemanagement besondere Beachtung geschenkt werden. Ein Bus braucht etwa eine



Kilowattstunde Strom für einen Kilometer Fahrt. Im Winter benötigt er aktuell etwa nochmals so viel zum Heizen des Fahrgastraums, das heisst, die Reichweite sinkt auf die Hälfte. Zunehmend werden deshalb Wärmepumpen verwendet, mit denen man die Umweltwärme nutzt, denn diese brauchen nur etwa ein Drittel der Primärenergie eines fossilen Heizsystems. Darüber hinaus bietet das Wärmemanagement einen grossen Hebel, beispielsweise indem versucht wird, beim Öffnen der Türen so wenig Wärme wie möglich entweichen zu lassen.

Damit schliesst sich der Kreis zum Programm «Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050». Welche Impulse können Sie als Experte zur Förderung der Innovation im öV setzen?

In meiner Tätigkeit als Experte sehe und schätze ich die grosse Breite an Themen, die im Programm «Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050» bearbeitet werden. Gleichzeitig ist die Forschungslandschaft mit Bezug zum öV in der Schweiz dünn, viele der Hersteller sind im Ausland angesiedelt und die Transportunternehmen haben oft weder die Expertise noch die Kapazität, um sich intensiv der Innovation zu widmen. Umso mehr legen wir im Expertenbeirat Gewicht darauf, nicht einfach die Gesuche zu prüfen, sondern ihren innovativen Kern herauszuschälen und die Antragsteller dabei zu unterstützen, ein erfolgreiches Projekt aufzugleisen. Damit profitieren letztlich nicht nur die Antragsteller, sondern die gesamte Branche.

“ Eine Busbatterie mit einer Kapazität von 1 MWh, mit der man eine Reichweite von 1000 km erzielen kann, wiegt 5 Tonnen.





“

In einem Bereich, der noch am Anfang seiner Entwicklung steht, ist das Teilen von neuem Wissen zentral.

DIE MENSCHEN HINTER DEN PROJEKTEN

Sue Putallaz

Emissionsfreie Schiffe? Ja, das geht!

Dieselmotor raus, Elektromotor rein? Leider ist der Wechsel zu einer emissionsfreien Schifffahrt nicht ganz so einfach. Der Platz für die Batterien, die Reichweite, die Stromversorgung, der Fahrplan, ja auch die behördliche Zulassung wollen bedacht sein. Eine Machbarkeitsstudie am Genfersee zeigt aber immerhin: All das ist kein Hindernis.

Frau Putallaz, Sie haben die Machbarkeitsstudie geleitet, sind hauptberuflich aber Geschäftsführerin einer Firma, die elektrisch betriebene Tragflügelboote herstellt. Wie finden Sie neben dem Geschäft Zeit für Forschung?

Diese Frage stellt sich nicht – man muss Zeit finden. Die Schiffbauindustrie ist in Bezug auf emissionsfreie Innovationen nicht so weit fortgeschritten wie die Automobilindustrie, daher ist Forschung wichtig. Aus diesem Grund unterhalten wir bei MobyFly eine Forschungs- und Entwicklungsabteilung, die eng mit Hochschulen, aber auch mit der Industrie und den Schifffahrtsgesellschaften zusammenarbeitet.

Was ist für Sie das wichtigste Resultat der Studie?

Die Studie hat klar gezeigt, dass es sowohl technisch als auch wirtschaftlich möglich ist, die Energiewende in der Schweizer Schiff-

fahrt zu erreichen. Der Antrieb kann elektrisch oder mit Wasserstoff erfolgen. Und dies zu Investitionen, die angemessen sein können, wenn man auf bestehende Schiffe auf dem Markt zurückgreift. Nicht zu vergessen sind auch die Emissionsgutschriften, die stark dazu beitragen können, dass sich die für den Energiewandel getätigten Investitionen rentieren. Auf betrieblicher Ebene ist der Übergang sogar sehr rentabel, wenn die Kraftstoffpreise weiter steigen. Die Technik ist verfügbar, es ist nun eine Frage des Willens. Der Übergang ist notwendig, und er ist positiv für die Natur und die Wirtschaft.

Zum Abschluss der Studie haben Sie ein Video produziert, welches die wichtigsten Ergebnisse erklärt. Warum haben Sie sich für dieses Format entschieden?

Das Projekt entstand aus einem Gespräch mit Tristan Chevroulet, damals Leiter des Programms «Energiestrategie im öffentlichen

#ESöV2050

#Schiff
#Fahrzeuge

Link zum Projekt (Bericht auf
Französisch mit Management
Summary auf Deutsch):



Link zum Video (Französisch
mit deutschen Untertiteln):





“ Die Studie hat klar gezeigt, dass es sowohl technisch als auch wirtschaftlich möglich ist, die Energiewende in der Schweizer Schifffahrt zu erreichen.

Emissionsfreier ÖV auf dem See

Die Elektrifizierung von Binnenschiffen ist technisch machbar, wie beispielsweise die Projekte Luganersee (P-230) und Greifensee (P-240) zeigen. Für den täglichen Einsatz als Teil des ÖV-Angebots sind allerdings auch rechtliche, betriebliche und ökonomische Faktoren zu berücksichtigen. Ein Konsortium von kantonalen Verkehrsbehörden, Hochschulen und Wirtschaft unter der Leitung des Schiffsherstellers MobyFly hat untersucht, unter welchen Voraussetzungen ein emissionsfreier Betrieb der Verbindung über den Genfersee (Bellevue – La Bellotte) machbar ist. Sie kommt zum Schluss, dass batteriebetriebene Schiffe technologisch reif sind, die Voraussetzungen für die behördliche Zulassung erfüllen, die nötige Reichweite und Geschwindigkeit für einen Pendelbetrieb auf der betrachteten Linie erreichen und wirtschaftlich betrieben werden können. Die Machbarkeitsstudie zeigt ferner exemplarisch, dass bei der Planung eines elektrischen Betriebs diverse Parameter betrachtet und optimiert werden müssen, die einander teilweise beeinflussen. Dazu gehören das Schiff selbst (Grösse, Gewicht, Batteriekapazität), der Betrieb (Fahrplan, Streckenlänge und Geschwindigkeit, Passagierwechselzeiten, Passagieraufkommen) und die Infrastruktur (Quaianlagen, Stromtankstelle, Wellenschutz). Der Betrieb mit Wasserstoff wurde ebenfalls untersucht, erwies sich aber wegen höherer Investitions- und Energiekosten als die weniger geeignete Lösung.

Verkehr 2050». Er fand die Idee, etwas anderes als eine PowerPoint-Präsentation zu machen, sehr gut. Er war sehr offen für neue Wege, insbesondere im Bereich der Schifffahrt, da er wusste, dass es dort nicht einfach ist, Dinge zu bewegen. Das Video verleiht dem Thema eine frische Note und lässt sich leicht verbreiten.

Das Programm «Energierstrategie im öffentlichen Verkehr 2050» legt grossen Wert darauf, dass die Ergebnisse aus den geförderten Projekten in der Branche Verbreitung finden. Halten Sie das ebenfalls für wichtig?

Es ist wichtig, über die Fortschritte in den Bereichen der Energiewende zu sprechen und sachliche Informationen zu liefern. Es gibt viel Know-how an den Hochschulen und bei den Ingenieuren der Verkehrsunternehmen. Aber in einem Bereich, der noch am Anfang seiner Entwicklung steht, ist das Teilen von neuem Wissen noch wichtiger. In der Schifffahrt befinden wir uns dort, wo wir vor zehn Jahren mit dem Auto standen, also müssen wir das Feld erst einmal vorbereiten.

Wie geht es nun weiter? Wird die CNG nächstens bei Ihnen elektrisch betriebene Schiffe bestellen?

Wir stehen sowohl mit der CGN als auch mit anderen

Schiffahrtsgesellschaften in der Schweiz und im Ausland in Kontakt. Die Strategien der Betreiber sind unterschiedlich. Einige bevorzugen mittelgrosse Schiffe (60–120 Passagiere) mit maximal einem Viertelstundentakt, während andere sich für grosse Schiffe (über 350 Passagiere) mit einem Halbstundentakt entscheiden. In jedem Fall ist es billiger, herkömmliche Schiffe zu kaufen, als eigene Schiffe bauen zu lassen. Unsere Studie zeigt, dass der Übergang zu einer kohlenstoffneutralen Schifffahrt auch mit klassischen Schiffen möglich ist, die nach dem Verdrängungsprinzip funktionieren. Auf die Tragflügelboote sind wir in der Studie nicht eingegangen.

Wie sehen Sie denn die Schifffahrt der Zukunft?

Studien zeigen, dass die emissionsfreie Schifffahrt auf dem Meer, auf Seen und auf Flüssen nur mit Tragflügelbooten möglich ist, die Passagiere über einen Radius von 50 bis 100 km bei hoher Geschwindigkeit befördern. Diese Technologie ermöglicht es, das Boot über das Wasser zu heben, wodurch die Reibung des Rumpfes eliminiert wird. Dadurch wird der Widerstand enorm reduziert und der Energieverbrauch sinkt um mehr als 70 % im Vergleich zu einem klassischen Boot vergleichbarer Grösse. Dank des Flügels gibt es kaum mehr Reibung mit

dem Wasser, sobald das Boot «abhebt», und in Bezug auf die Energie pro Passagier schlagen wir ein Elektrovelo mit 45 km/h.

Und was bedeutet das für den öffentlichen Verkehr?

Wenn man die grossen traditionellen Schiffe durch eine Flotte von Tragflügelbooten mit einer durchschnittlichen Kapazität von 60 bis 120 Personen ersetzt, könnte man häufigere und schnellere Verbindungen zwischen den beiden Ufern haben. Es wird also nicht mehr nötig sein, das Auto zu nehmen, einfach weil die Wasserstrasse viel schneller sein wird. Die Kantone und Gemeinden werden auch wesentlich weniger in die Infrastruktur investieren müssen als bei Strassen oder Schienen. Ausserdem werden die negativen Aspekte der Schifffahrt beseitigt: keine Emissionen, keine Wellen, keine Gerüche, keine Seekrankheit! Die Pendelfahrten werden eine kleine, angenehme Auszeit im Alltagstrott sein.

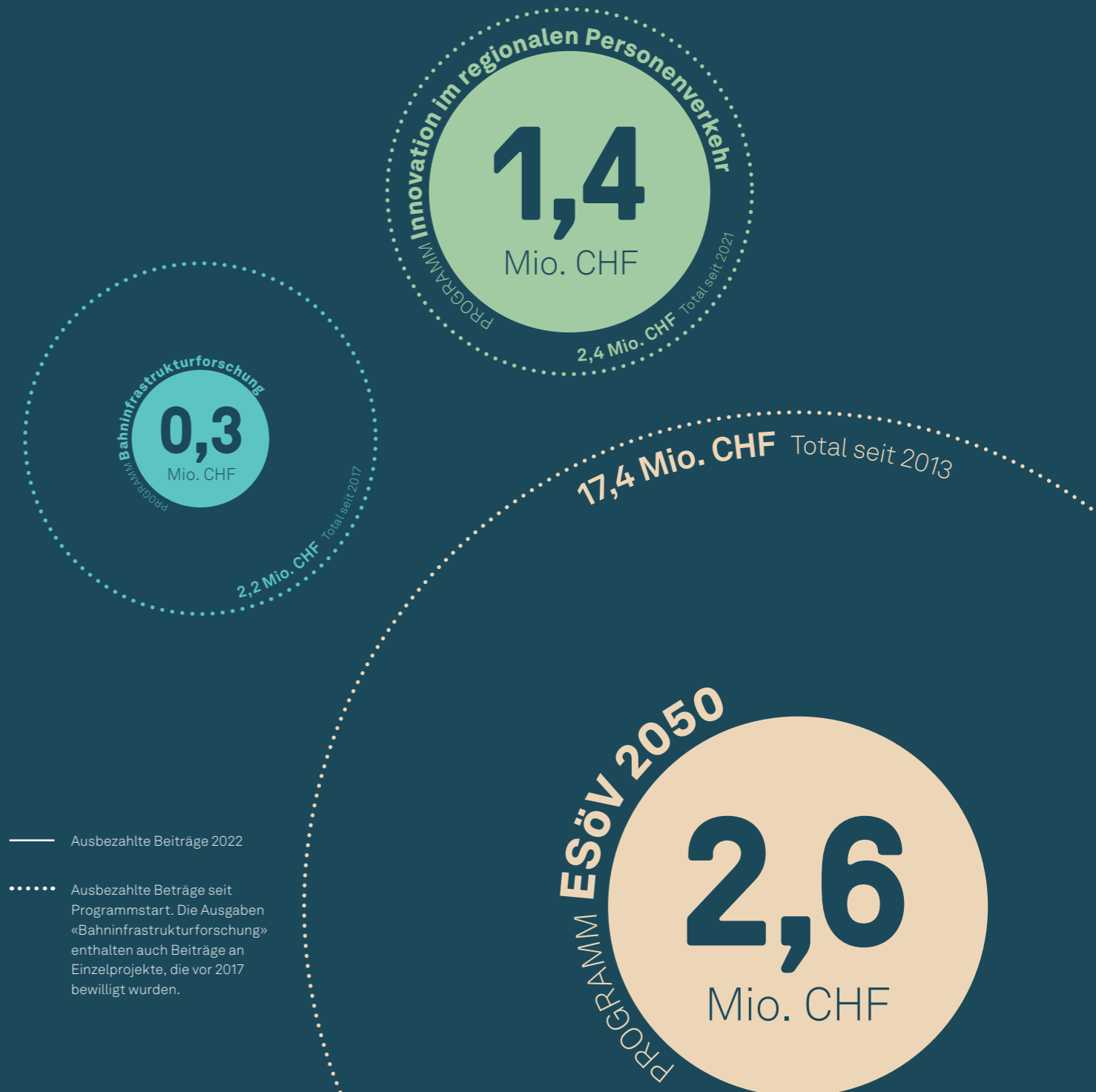
Zahlen und Fakten

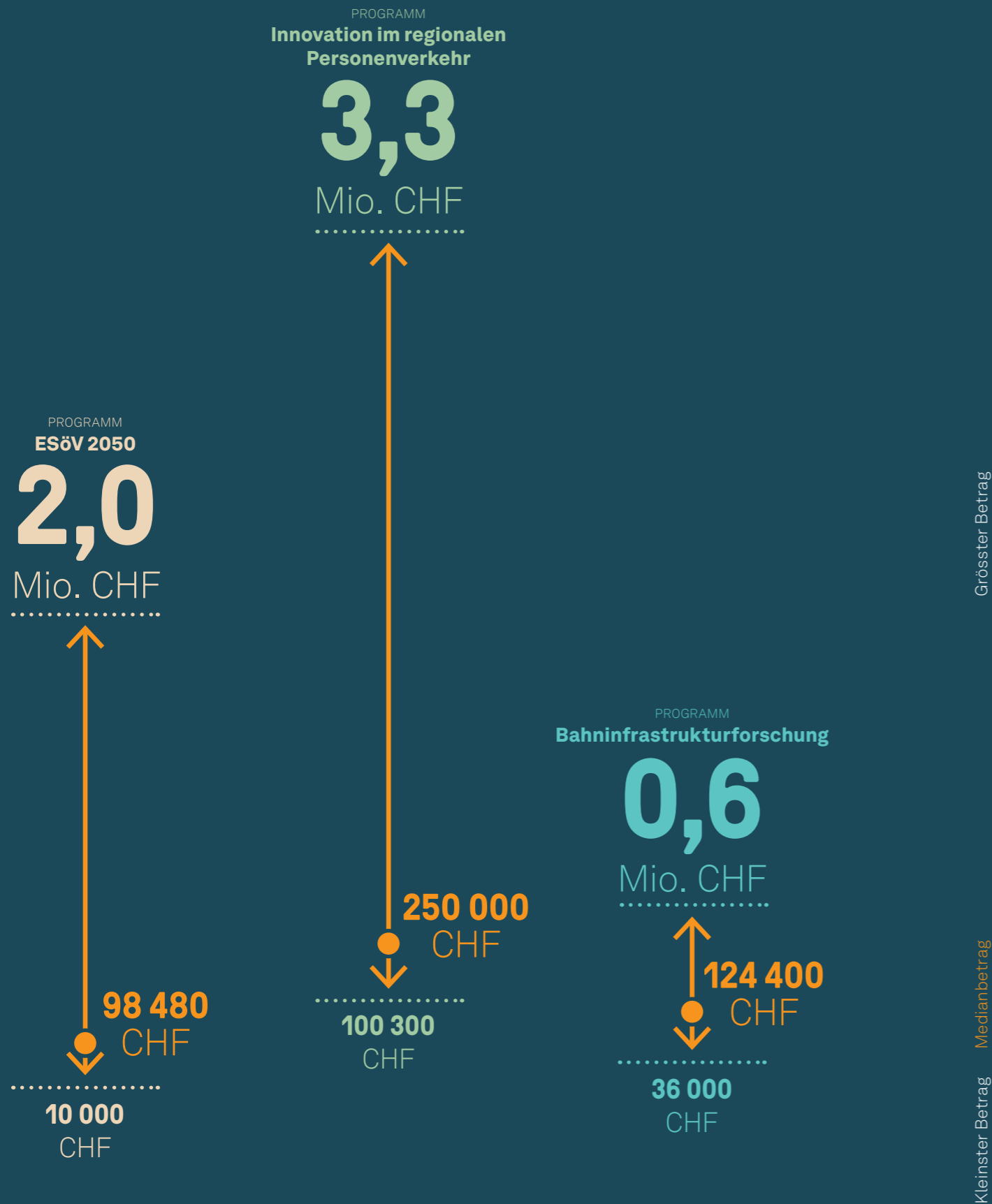
Über die drei Programme «Bahninfrastrukturforschung», «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» und «Innovation im regionalen Personenverkehr» hat das BAV die Forschung und Innovation im öffentlichen Verkehr im vergangenen Jahr mit 4,3 Millionen Franken gefördert. Die folgenden Grafiken bieten eine Übersicht über die Mittelflüsse, die bearbeiteten Themen und die Verkehrsmittel, die in den unterstützten Projekten untersucht werden. Weitergehende Informationen finden sich im Projektverzeichnis auf der Homepage.

Ausbezahlte Mittel

Die drei Programme haben im vergangenen Jahr insgesamt 4,3 Millionen Franken an Fördergeldern ausbezahlt (innere Kreise), ein Grossteil davon im Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050». Über ihre gesamte Laufzeit haben die drei Programme 22,5 Millionen Franken in die Forschung und Innovation investiert (äussere Kreise). Die unterschiedliche Grösse erklärt sich durch die verschiedenen Laufzeiten der Programme.

Es ist zu berücksichtigen, dass das mit diesen Programmen ausgelöste Volumen wesentlich grösser ist als die ausbezahlten Beträge. In der Regel macht der Förderbetrag nämlich 40% des Projektbudgets aus; der Rest wird von den Gesuchstellern über Eigenleistungen und Drittaufträge selbst aufgebracht. Das BAV schreibt bei Bedarf Forschungsaufträge aus und finanziert diese vollumfänglich. Dies ist in der «Bahninfrastrukturforschung» und im Programm «Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050» der Fall; die entsprechenden Beträge liegen bei weniger als 10% der total ausbezahlten Mittel.





Spanne der bewilligten Beiträge

In allen drei Programmen decken die Beiträge an Gesuche und Forschungsaufträge eine grosse Spannweite ab. Dies widerspiegelt die Überzeugung des BAV, dass auch kleinere Projekte wertvolle Beiträge an die Forschung und Innovation leisten können. Umgekehrt will das BAV mit entsprechenden Beiträgen die

Realisierung umfangreicher Vorhaben ermöglichen, wenn diese Themen mit hohem Handlungsbedarf behandeln. In jedem Fall steht für das BAV die Qualität des Gesuchs und des beantragten Projekts im Zentrum. Es zieht deshalb zur Prüfung der Anträge gezielt ausgewiesene Expertinnen und Experten bei.

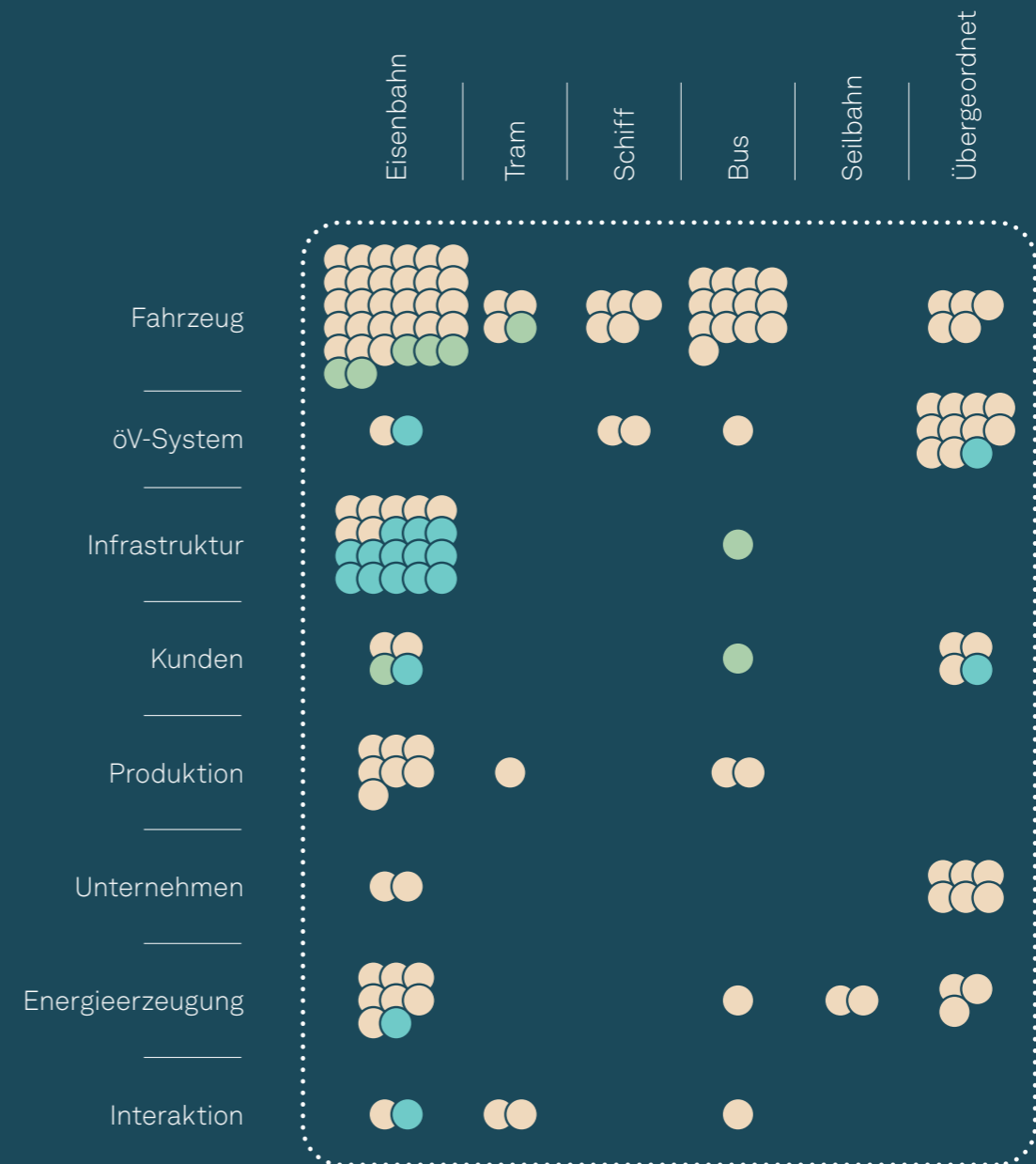
Verkehrsmittel und Themenbereiche

Insgesamt haben bisher 142 Projekte über eines der drei Programme eine Förderung erhalten. Davon entfallen 114 auf das Programm «Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050», das am längsten laufende unter den dreien, während in der «Bahninfrastrukturforschung» bisher 19 und in der «Innovation im regionalen Personenverkehr» 9 Projekte unterstützt werden konnten.

Projekte im Bahnbereich bilden ein Schwergewicht, ist dies doch sowohl bezüglich der Transportleistung als auch der Aufwendungen der öffentlichen Hand der bedeutendste Sektor des öffentlichen Verkehrs. In den letzten Jahren hat allerdings das Segment Busse aufgeholt, getrieben von der Umstellung des strassengebundenen öV auf nicht fossile Antriebe. Bei Seilbahnen konnten erst zwei Vorhaben gefördert werden, obwohl dort Unterstützung

sowohl für Innovationen im regionalen Personenverkehr als auch für energetische Massnahmen beantragt werden könnte.

Die Projekte decken eine breite Themenpalette ab. Dabei bildet der Fahrzeugbereich ein Schwergewicht. Dies ist ein Ergebnis davon, dass im Programm «Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050» seit Beginn regelmässig Gesuche zu Schienen- und Strassenfahrzeugen eingereicht wurden. Zunehmend kommen nun auch innovative Projekte im regionalen Personenverkehr dazu. Die Infrastrukturforschung hat ihren Fokus bisher beim Thema Umweltauswirkungen der Bahninfrastruktur, jedoch werden auch darüber hinausgehende Bereiche unterstützt, wenn sie mit der Infrastruktur zusammenhängen.



- Projekte im Programm «Bahninfrastrukturforschung»
- Projekte im Programm «Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050»
- Projekte im Programm «Innovation im regionalen Personenverkehr»

Forschungs- und Innovationsförderung beim BAV

Das Engagement zur Förderung von Forschung und Innovation geht über die in der vorliegenden Publikation vorgestellten drei Programme hinaus. Zusätzlich zu den von ihnen abgedeckten Themen der Eisenbahninfrastruktur, des regionalen Personenverkehrs und der Energie, werden auch der Eisenbahnlärm und der Schienengüterverkehr gefördert. Bei der Eisenbahninfrastruktur steht fallweise auch eine direkte Förderung via Leistungsvereinbarungen zur Verfügung.

Weitere Informationen zum Programm unter diesem Link:



Forschung in der Bahninfrastruktur

Zur dauerhaften Finanzierung von Betrieb und Unterhalt, Modernisierung und Ausbau der Eisenbahninfrastruktur wurde per Volksentscheid der Bahninfrastrukturfonds (BIF) geschaffen. Er kann vom BAV auch zur Förderung von Forschungsvorhaben in diesem Bereich genutzt werden. Im Vordergrund stehen dabei Projekte, die einen Nutzen für den Werterhalt der Infrastruktur sowie ihren effizienten und sicheren Betrieb erwarten lassen.

Weitere Informationen zum Programm unter diesem Link:



Innovation in der Bahninfrastruktur

Zusätzlich kann im Rahmen der Leistungsvereinbarungen mit den Infrastrukturbetreiberinnen Innovation gefördert werden, sofern diese dem Betrieb oder Substanzerhalt der Eisenbahninfrastruktur dient. Darin eingeschlossen ist die Anpassung an den Stand der Technik und an die Erfordernisse des Verkehrs. Finanziert wird die Umsetzung neuer Lösungen, die sich auf Forschung stützen, und nicht die Forschung selbst. In diesem Sinne zielt die Finanzierung darauf ab, innovative Projekte auf der Grundlage von Forschungsergebnissen zu fördern.

Weitere Informationen zum Programm unter diesem Link:



Energiestrategie im öffentlichen Verkehr 2050

Trotz seines Vorteils gegenüber dem motorisierten Individualverkehr und dem Güterverkehr auf der Strasse muss auch der öffentliche Verkehr seinen Beitrag an die Energie- und Klimaziele der Schweiz leisten. Gestützt auf einen Bundesbeschluss fördert das Programm deshalb innovative Massnahmen der Branche und Forschungsprojekte zur Verbesserung der Energieeffizienz, zur Erzeugung erneuerbarer Energie und zur Senkung der CO₂-Emissionen bei allen öffentlichen Verkehrsmitteln.

Weitere Informationen zum Programm unter diesem Link:



Innovation im regionalen Personenverkehr

Das Programm verfolgt das Ziel, innovative Lösungen im regionalen Personenverkehr zu fördern und damit die Transportunternehmen zu unterstützen, auf die Herausforderungen der Zukunft zu reagieren. Gestützt auf das Personenbeförderungsgesetz stellt der Bund der Branche über dieses Programm jährlich 5 Millionen Franken zur Verfügung. Die inhaltlichen Prioritäten liegen in den Bereichen Fahrzeugtechnik, Produktion und Instandhaltung, Angebotskonzeption, Ticketing und Kundenerfahrung.

Weitere Informationen zum Programm unter diesem Link:



Forschung Eisenbahnlärm

Die Forschung zum Eisenbahnlärm ergänzt die 2015 abgeschlossene Lärmsanierung des Netzes. Der Bund finanziert, gestützt auf das 2013 revidierte Lärmsanierungsgesetz, mit Mitteln von insgesamt 25 Mio. Franken Forschungsvorhaben, die mit Massnahmen an Schienenfahrzeugen oder an der Infrastruktur zur Verminderung von Lärmemissionen führen. Das Programm wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) in enger Koordination mit dem BAV geführt.

Weitere Informationen zum Programm unter diesem Link:



Technische Neuerungen im Schienengüterverkehr

Zur Weiterentwicklung des Schweizer Schienengüterverkehrs sind umfassende Innovationen notwendig. Das BAV unterstützt technische Neuerungen durch Investitionsbeiträge an die Akteure im Schienengüterverkehr, insbesondere für den Einsatz von automatischer Kupplung und automatischer Bremsprobe.

Mitmachen

Wer kann mitmachen?

Die drei Programme «Bahninfrastrukturforschung», «Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050» und «Innovation im regionalen Personenverkehr» richten sich an Transportunternehmen, Hochschulen und die Industrie. Projekte mit einer gemeinsamen Trägerschaft werden begrüsst. Von besonderem Interesse sind Partnerschaften, bei denen Transportunternehmen mitarbeiten und die Ergebnisse nutzen.

Wie hoch ist der Förderbeitrag?

Das BAV beteiligt sich in der Regel mit bis zu 40% an den ausgewiesenen Kosten des Projekts, wobei je nach Situation auch tiefere oder höhere Beiträge bis zu einer Vollfinanzierung möglich sind. In jedem Fall sind die Vorgaben des Subventionsförderungsgesetzes einzuhalten. Eigenleistungen der Projektpartner können angerechnet werden.

Welche inhaltlichen Voraussetzungen müssen die Projekte erfüllen?

Bahninfrastrukturforschung: Die eingereichten Projekte müssen einen ausreichenden Bezug zu den Zielen des Bahninfrastrukturfonds aufweisen und mindestens einem der Schwerpunktthemen des aktuellen Forschungsprogramms Bahninfrastruktur (siehe Website) zugeordnet werden können.

Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050: Grundsätzlich können Projekte eingereicht werden, welche einen innovativen Beitrag an die Steigerung der Energieeffizienz oder der Nutzung erneuerbarer Energie im öffentlichen Verkehr leisten.

Innovation im regionalen Personenverkehr: In der laufenden Programmphase werden Projekte in den folgenden Bereichen zugelassen: Fahrzeugtechnik und fahrzeugbezogene Anlagen, Produktion und Instandhaltung, Angebotskonzept, Ticketing und Kundenerfahrung.

Welche Projekte eignen sich nicht?

Bahninfrastrukturforschung: Projekte, welche keinen direkten Bezug zur Bahninfrastruktur aufweisen, können nicht berücksichtigt werden.

Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050: Projekte im Bereich der Grundlagenforschung sowie Serienausrüstungen werden vom BAV nicht gefördert.

Innovation im regionalen Personenverkehr: Das Innovationsprogramm unterstützt hauptsächlich Pilot- und

Demonstrationsprojekte, Feldtests und Analysen. Je nach Fall können auch Projekte auf dem Gebiet der experimentellen Entwicklung gefördert werden. Projekte, die nicht diesen Kategorien zugeordnet werden können, erhalten keine Förderung.

Unter Umständen erfüllen derartige Vorhaben die Förderbedingungen von Innosuisse (ehemals KTI) oder des Bundesamts für Energie (BFE) (z. B. Programm «ProKilowatt»). Bitte erkundigen Sie sich bei Interesse direkt bei diesen Stellen.

Wie und wann kann man sich bewerben?

Bahninfrastrukturforschung: Die Gesuche können laufend mit dem Antragsformular Bahninfrastrukturforschung eingereicht werden.

Energiesstrategie im öffentlichen Verkehr 2050: Reichen Sie für Ihr Vorhaben eine Interessensbekundung ein. Die Abgabefrist ist jeweils der 31. Januar bzw. der 30. Juni.

Innovation im regionalen Personenverkehr: Die Gesuche können laufend mit dem Antragsformular Innovation im regionalen Personenverkehr dem Programmleiter eingereicht werden.

Was gilt es sonst noch zu beachten?

Um die Finanzmittel der Programme so wirkungsvoll wie möglich einzusetzen, begrüsst das BAV gemeinschaftliche Projekte. Dabei sind folgende Formen denkbar:

- Arbeitsgemeinschaften (z. B. in Form einer Zusammenarbeit zwischen mehreren Transportunternehmen oder zwischen Transportunternehmen, der Industrie und/oder Hochschulen)
- Folgestudien (z. B. Vertiefung von Fragestellungen, die in einem vorangehenden Projekt nicht abschliessend untersucht werden konnten)
- Partnerstudien (Bearbeitung verschiedener Aspekte des gleichen Themas in unterschiedlichen Projekten)
- Metastudien (z. B. Auswertung der bisherigen Arbeiten zu einem bestimmten Thema)

Wo gibt es weitere Informationen?

Die Bewerbungsunterlagen und weitere Angaben zur Ausschreibung finden Sie unter www.bav.admin.ch/forschung unter dem jeweiligen Programm. Für einen einfachen Zugang nutzen Sie die QR-Codes neben den Programmbeschreibungen.

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesamt für Verkehr (BAV)
CH-3003 Bern
Mai 2023
forschung@bav.admin.ch
www.bav.admin.ch/forschung

Steuerungsgruppe

Mélanie Attinger, BAV
Christophe Le Borgne, BAV
Tristan Chevroulet †, BAV
Stephan Husen, BAV
Markus Liechti, BAV
Philipp Mosca, BAV

Projektleitung und Redaktion

Rémy Chrétien, Federas Beratung AG

Konzeption und Layout

moxi ltd., Biel/Bienne

Bildnachweis

Personenporträts: Nils Sandmeier
Tristan Chevroulet: Irène Vogel Chevroulet
Fotos zu den Projekten zur Verfügung gestellt von Carrosserie Hess AG, CGN, CSEM, RAILplus, SBB, Selectron AG, SOB, VBG, VBZ
Titelseite: Tom Smith, Unsplash
Seite 22: Keystone, SDA
Seite 44: McKayla Crump, Unsplash

Zusätzliche Exemplare dieser Broschüre können beim Herausgeber kostenlos bestellt werden.

Sprachversionen

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar.

Bundesamt für Verkehr (BAV)
CH-3003 Bern

forschung@bav.admin.ch
www.bav.admin.ch/forschung