
Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr – ein Blick in die Werkstatt



Impressum

Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr – ein Blick in die Werkstatt

Bern, 12. Dezember 2016

Diese Publikation wurde im Rahmen der Energiestrategie 2050 des öffentlichen Verkehrs vom Bundesamt für Verkehr unterstützt.

Redaktion: Infrakom AG, Bern

Redaktionelle Mitarbeit: Thomas Sauters zhaw, Rémy Chrétien, geelhaar consulting gmbh


Realisation: Michael Ruefer, LITRA

Layout: KALUZA + SCHMID GmbH

Druck: A. Walpen AG

Copyright: Litra

Auflage: 500



Vorwort

Der öffentliche Verkehr als Teil der Lösung

Gemäss der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik des Bundesamtes für Energie sind 36 Prozent des gesamten Energieverbrauchs auf den Verkehr zurückzuführen. Von diesen 36 Prozent werden 70 Prozent vom Personenverkehr auf der Strasse verursacht.

Schon diese Zahlen zeigen auf, dass der öffentliche Verkehr (öV) einen sehr kleinen Teil des schweizerischen Gesamtenergieverbrauches verursacht. Das ist aber noch lange kein Grund, sich nicht für eine bessere Energieeffizienz und erneuerbare Energien zu engagieren. Besonders wichtig: Pro Personenkilometer im öV wird weniger Energie verbraucht als im Privatverkehr. Die Transportunternehmen des öV tun bereits heute sehr viel, um ihre Energieeffizienz zu steigern. Sie realisieren meist unspektakuläre Projekte, aber solche mit Wirkung. Eine lose Übersicht über solche Projekte gibt die vorliegende Publikation. Sie zeigt auf, dass die öV-Branche die Energiestrategie 2050 des Bundes mit vereinten Kräften umsetzt.

Die Transportunternehmen stehen allerdings nicht alleine da. Sie sind in ein System von Partnern eingebettet, z. B. die Kantone oder die Bundesämter für Verkehr und Energie. Wollen wir unsere Energieeffizienz weiterhin steigern, müssen alle Beteiligten am gleichen Strick ziehen. Insofern reichen auch die verschärften Energievorschriften und Anreize zur Verbrauchssenkung nicht aus. Die Branche will darüber hinaus Innovation suchen und Vorbild sein. Zu diesem Zweck sind auch ein brancheninterner Know-how-Transfer und ein Austausch nötig.

Hier gilt es zu entscheiden, ob man eine kurzfristige oder eine langfristige Perspektive einnimmt: Kurzfristige Effizienzmassnahmen sind oft mit Anfangsinvestitionen verbunden. Beispiel: Die bewährten Trolleybusse verursachen im Betrieb kein CO₂. Sie haben aber höhere Investitions- und Infrastrukturkosten als Dieselsebusse. Hier stellt sich die Frage für alle Beteiligten: Wo investieren wir unser Geld? Werden diese Investitionen von den Bestellern abgegolten oder nicht? Viele Transportunternehmen fühlen sich von den Bestellern (zu) wenig unterstützt. Die Besteller möchten ihrerseits das Geld lieber in den Angebotsausbau investieren. Allerdings sind ihre finanziellen Mittel begrenzt. Das kann dann dazu führen, dass man auf kurzfristig angelegte und durchaus sinnvolle Investitionen verzichtet, die langfristig Wirkung erzielen. Das kann den Pioniergeist behindern und gute Lösungen bremsen.

Wir stehen also in der Pflicht: Insbesondere im Bereich des Fahrbetriebes sind die Potenziale bei der Bahn wie auch bei den Bussen noch bei weitem nicht ausgeschöpft. Daran arbeitet die öV-Branche. Neue Bedürfnisse, z. B. Fahrgastinformationssysteme oder flächendeckende Klimaanlage, fressen zwar einen Teil der Energieeinsparungen wieder auf. Gleichzeitig versprechen aber Innovationen wie stromsparende Gesamtsysteme (Rekuperation) oder Hybrid- oder Brennstoffzellen-Busse noch mehr Energieeinsparungen.

Der öffentliche Verkehr ist die bei weitem energieeffizienteste und umweltfreundlichste Mobilitätsform. Wir stehen aber auch im öffentlichen Schaulaufenster und in der Verantwortung. Zudem wollen wir auch Energiekosten reduzieren. Wir sind also motiviert, unsere Energiebilanz weiter zu verbessern. In diesem Sinne versteht sich die öV-Branche als Teil der Lösung der Energieeffizienzfrage.

Ueli Stückelberger
Direktor
Verband öffentlicher Verkehr

Mirjam Bütler
Vizedirektorin
Verband öffentlicher Verkehr

Zu dieser Publikation

Die vorliegende Publikation befasst sich mit Energieeffizienz im öffentlichen Verkehr. Die Broschüre ist in die Kapitel «Städtischer Verkehr – Tram und Trolleybusse», «Regionalverkehr – Strasse», «Regionalverkehr – Schiene» und «Fernverkehr» gegliedert. Nicht berücksichtigt ist der Bereich Cargo.

Den einzelnen Kapiteln ist eine Vision (kursiv) vorangestellt. Sie beschreibt, wohin die Reise in Zukunft gehen könnte. Beispiele im Hauptteil eines jeden Kapitels dokumentieren die Vielfalt von Ener-

gieeffizienzmassnahmen unterschiedlichster Transportunternehmen. Nicht alle Massnahmen, nicht alle Akteure konnten berücksichtigt werden. So liegt hier auch keine wissenschaftliche Studie vor, sondern ein Panoptikum verschiedener Teilaspekte des grossen Felds Energieeffizienz im öffentlichen Verkehr. Der Abschluss der Kapitel ist jeweils einer Innovation oder mehreren Innovationen gewidmet.

Das Schlusskapitel thematisiert die Treiber von Energieeffizienzmassnahmen.

Inhalt

Städtischer Verkehr – Tram und Trolleybusse	6
<i>Vision: Die Stadt der Zukunft fährt elektrisch</i>	6
Beispiel: Rekuperationsfähige Trams sparen einen Drittel	6
Beispiel: Erster Schritt – eigenes Unternehmen durchleuchten	7
Beispiel: Wärme-Dämmung bei Trolleybussen	8
Innovation: Schnelle Lader für Genf	8
Innovation: Schnelle Lader für Bern	9
Regionalverkehr – Strasse	10
<i>Vision: E-Mobilität statt fossile Treibstoffe</i>	10
Beispiel: Kinderkrankheiten von Diesel-Hybriden sind ausgemerzt	10
Beispiel: CZV-Schulungen – neue Antriebstechnologien nahebringen	10
Beispiel: LED im Busbahnhof	10
Innovation: Brennstoffzellenpostauto erfüllt Erwartungen	12
Regionalverkehr – Schiene	14
<i>Vision: Smartifizieren von Infrastruktur und Rollmaterial</i>	14
Beispiel: Gebäude – das unterschätzte Potenzial	14
Beispiel: Stromnetz optimieren	16
Beispiel: Heizen, kühlen, klimatisieren – aber energieeffizient	16
Beispiel: Weichen – wetterfühlend und automatisch beheizt	16
Beispiel: Rauf und runter mit wenig Energie	17
Beispiel: Kooperieren bei Ausschreibungen – was denn sonst?	17
Innovation: Sequenzielles Zuschalten – zwei statt vier gewinnt	17
Fernverkehr	18
<i>Vision: Effizientere Effizienz</i>	18
Beispiel: Energiesparend fahren	18
Beispiel: Software vor Hardware	18
Beispiel: Optimal belüften	19
Beispiel: Kraftwerke auf Rädern	19
Beispiel: Ausschreibungen – über Effizienz selektionieren	20
Innovation: ADL – grüne Welle im Bahnverkehr	20
Effizienz-Treiber	21
Schlusswort	23

Städtischer Verkehr – Tram und Trolleybusse

Vision: Die Stadt der Zukunft fährt elektrisch

Die Entwicklung der Elektromobilität schreitet schnell voran. In verschiedenen europäischen Städten gibt es Pilotprojekte zum Einsatz von Elektrobusen. In Fachpublikationen und an Fachtagungen ist die Elektromobilität ein zentrales Thema. Dank Elektrifizierung sollen der CO₂-Ausstoss reduziert und gesetzte Klimaziele erreicht werden. Die städtischen Transportunternehmen verfolgen verschiedenste technische Ansätze. Ökologisch kann die Vision nur erreicht werden, wenn der Strom aus erneuerbaren Quellen stammt: Wasser, Sonne, Wind, Biomasse oder (längerfristig) Geothermie. Die Verkehrsunternehmen können diese erneuerbare Energie im Sinne der Nachhaltigkeit auch selbst produzieren. Städte und Agglomerationen verfügen strukturell über günstige Voraussetzungen für eine Elektrifizierung. Der Taktfahrplan ist eng, das Liniennetz dicht. Und für die Stadtbewohnerinnen und -bewohner sind die Vorteile elektrisch betriebener Fahrzeuge eklatant: Abgase und Lärm lassen sich stark senken oder beinahe vermeiden.

Beispiel: Rekuperationsfähige Trams sparen einen Drittel

Bei Zügen ist die Rekuperation bereits weit verbreitet, bei Trams noch nicht. Baselland Transport (BLT) will das ändern. Seit 2008 hat sie entsprechende

Tango-Trams beschafft. Diese fahren einen Drittel effizienter als die bisherigen Trams. Die BLT hat die Energiedaten des Tango-Trams über eine Strecke von 184'041 Kilometern analysiert. Im Folgenden sind die Details aufgelistet (gerundet):

	MWh
Aufgenommene Energie	1099
– davon für Antrieb	790
– davon für Hilfsbetriebe, Heizung, Klima	309
Zurückgewonnene Energie	- 347
– davon Abgabe an eigenen Hilfsbetrieb	55
– davon Abgabe an andere Fahrzeuge	292
Tatsächlich verbrauchte Energie	752

Tabelle: Energieverbrauch und Rekuperation der Tango-Trams
(Quelle: BLT)



Abb. 1: Städte setzen auf Elektrifizierung – zugunsten der Umwelt, der Passagiere und des eigenen Budgets. (Quelle: BLT)

Ein besonderer Vorteil: Das Tango-Tram verfügt über eine Isolierdoppelverglasung mit wärmereflektierender Beschichtung sowie eine Heizung respektive Kühlung mit hohem Umluftanteil. Dies führt dazu, dass der Heiz- und Kühlbedarf sinkt und bei Türöffnungen aufgrund eines geringeren Überdrucks im Fahrzeug weniger Raumluft nach aussen verloren geht. Die Beleuchtung erfolgt über energiesparende Leuchtdioden.

Rekuperation hat aber auch Grenzen: Fredi Schödler, BLT-Vizedirektor und Leiter Betrieb & Technik, meint: «Man darf nicht nur die Energieeffizienz eines Fahrzeugs betrachten. Vielmehr braucht es ein gesamtes Energieeffizienz-Konzept. Das ist matchentscheidend.» Es geht um die Frage, wie die beim Bremsen freigewordene Energie sinnvoll eingesetzt werden kann. Wird die Energie gespeichert oder ins Netz zurückgespeist? «Bei der Rückspeisung ins Netz muss man darauf achten, dass die Netzstabilität nicht gefährdet wird. Ohne die Abstimmung von Fahrzeugen, Netz und Fahrplandichte kann ein Grossteil der rekuperierten Energie gar nicht genutzt werden», so Schödler. «Deshalb ist ein integriertes Konzept so wichtig.»

Mit ihrem dichten Netz und dem engen Fahrplan nutzt die BLT die rekuperierte Energie selbst. Um Verluste zu reduzieren, wurden die Fahrleitungsquerschnitte auf 700 Quadratmillimeter erhöht. Mit der Längskupplung der Fahrleitung lässt sich die Brem-



Abb. 2: Das BLT-Tango-Tram verbraucht einen Drittel weniger Energie als die Vorgängergeneration. (Quelle: BLT)

senergie neu auch an Fahrzeuge abgeben, die sich an einem weiter entfernten Punkt im Netz bewegen. Zudem hat die BLT die Idee geprüft, am Ende ihres Liniennetzes eine Speicherstation (Batterie oder Supercaps) zur Aufnahme der Rekuperationsenergie zu installieren. Dieser Ansatz wird im Zusammenhang mit der Erneuerung der BLT-Strecke zwischen Liestal und Waldenburg weiterverfolgt.

Beispiel: Erster Schritt – eigenes Unternehmen durchleuchten

Abklärungen der Transports publics lausannois (TL) im Jahr 2011 zeigen: Energiesparpotenziale gibt es

beim Fahrzeugpark (85 %) und bei den Gebäuden (15 %). In beiden Bereichen hat die TL optimiert. Seither gibt es jährliche Meetings zum Energiemanagement. Daraus werden jährliche Aktionspläne abgeleitet. So setzt die TL beispielsweise im Fahrzeugpark auf EcoDrive-Schulungen. Ferner wurden die Energieeffizienzkriterien zur Beschaffung neuer Fahrzeuge geändert. «Mit diesen beiden Massnahmen konnten wir zwischen 2010 und 2015 rund zehn Prozent des Treibstoffs einsparen», freut sich Jérôme Grand, Projektleiter bei TL. Die internen Personal- und Finanzkapazitäten hat das Unternehmen durch verschiedenste Partnerschaften ergänzt. Partner sind unter anderen das Bundesamt für Energie, der Kanton Waadt, die Lausanner Stadtwerke und verschiedene Hochschulen.

Beispiel: Wärme-Dämmung bei Trolleybussen

Die Transports publics lausannois (TL) haben den Energieverbrauch ihrer Trolleybusse unter die Lupe genommen. Die Universität Basel hat das Messsystem entwickelt. Ergänzende Studien haben die EPFL und die Fachhochschule Luzern beigesteuert. Untersucht wurde der Swisstrolley 4 der Marke HESS. Die Forscher wollten wissen, wie viel Energie die Zugkraft absorbiert und wie viel die Heizung respektive Klimatisierung. Die Untersuchung ergab folgende Ergebnisse:

- Im Winter (Dezember 2014 bis Februar 2015) entfielen je 40 Prozent des Energieverbrauchs auf die Zugkraft und auf die Heizung. Der hohe Verbrauch für die Heizung erstaunte. Er wird scheinbar durch eine schlechte Dämmung des Fahrzeugs und des Heizsystems verursacht. Die Hochschule Luzern untersucht nun Möglichkeiten, um die thermische Hülle der Fahrzeuge zu verbessern.
- In den Sommermonaten (Juni bis August 2015) wurden bis zu 10 Prozent der Energie für die Klimatisierung verbraucht. Dieser Verbrauch lag tiefer als erwartet, obwohl der Sommer 2015 sehr warm war. Das Ergebnis belegt die hohe Effizienz des eingesetzten Klimasystems.

Jetzt suchen die TL nach Lösungen, um die Heizung der Fahrzeuge effizienter zu gestalten, ohne dabei den Komfort der Passagiere zu verringern. Weiter wollen die TL die Energieeffizienz bei Tram und Metro bis 2025 erhöhen. Um das Bewusstsein für Energieeffizienz im Unternehmen zu verankern, werden die Mitarbeitenden sensibilisiert, geschult und involviert. Zum Auftakt der Aktion fand dazu auch eine kleine Ausstellung statt.

Innovation: Schnelle Lader für Genf

100 Prozent elektrisch, geräuscharm und umweltschonend – das sind die TOSA-Gelenkbusse in Genf. Die Abkürzung steht für «Trolleybus Optimisation Système Alimentation». Der Bus der Zukunft hat aber nur noch dem Namen nach mit einem Trolley zu tun, fehlt ihm doch die elektrische Oberleitung. Die Transports publics genevois (TPG) haben 2013/14 auf einer Teststrecke zwischen dem Kongresszentrum Palexpo und dem Flughafen Genf-Cointrin einen TOSA-Prototypen getestet.

Batterien liefern den Strom für den Betrieb. Ein mechanischer Arm auf dem Dach des Busses ist mit einem Lasersensor ausgestattet. Er ermöglicht, innert weniger als einer Sekunde an der Ladestation anzudocken und ladebereit zu sein. Eine regelmässige Teilladung der Batterie erfolgt so jeweils an den Haltestellen, wenn Passagiere ein- und aussteigen. Die Schnellladung benötigt bloss 15 bis 20 Sekunden. Die Wirkleistung ist mit 600 Kilowatt hoch. An der Endstation kann die Batterie in drei bis vier Minuten komplett geladen werden. Der vollständig erneuerbare Strom stammt aus Wasser- und Sonnenkraft.

Da der TOSA-Bus immer wieder Strom-Kicks erhält, genügt eine kleinere und leichtere Batterie. Das schafft gegenüber konventionellen Batteriebussen 15 bis 30 Prozent mehr Platz für Fahrgäste. Die Leichtbauweise senkt den Energieverbrauch um weitere 10 Prozent. Eine Rekuperationsbremse gewinnt die Bremsenergie zurück und speichert sie im Bus. Fährt der Bus los oder beschleunigt er von 20 auf 30 Kilometer pro Stunde, liegt der Geräuschpegel bei 60 Dezibel. Einmal in Fahrt, reduziert sich der Lärm im Vergleich zum konventionellen Trolley (70 dbA) um rund die Hälfte. Da keine Oberleitungen nötig sind, ist der TOSA äusserst flexibel und kann von der üblichen Route abweichen. Und: TOSA-Busse produzieren weder CO₂ noch andere Schadstoffe. Selbst die Infrastrukturkosten sind gegenüber konventionellen Trolleys tiefer.

TOSA hat bereits viele Innovationspreise gewonnen wie etwa den Prix OMPI 2012, den Smart Award und den prix EBUS 2014. Städte und Gemeinden aus der ganzen Welt interessieren sich dafür.

Die Innovationskraft entfaltet sich durch die enge Kooperation verschiedener Akteure. TOSA ist ein Gemeinschaftsprojekt von TPG, ABB und den Services Industriels de Genève (SIG). Die Wirtschaftsförderung (OPI) übernahm die Koordination des Pilotprojekts. Die Kosten von rund 5 Millionen Franken teilten sich ABB (zwei Drittel) sowie TPG, SIG, Kanton Genf und Bund (einen Drittel). Das System ist als Alternative zu den heutigen Trolleybussen mit den visuell störenden Oberleitungen und als Ersatz für Dieselbusse konzipiert. «Elektromobilität wird in Zukunft das Kernstück einer nachhaltigen Mobilität in Genf sein», ist Thierry Wagenknecht, Technischer Direktor TPG, überzeugt.



Abb. 3: TOSA-Bus: Mit Elektro-Kicks durch Genf (Bildquelle: Fabrice Piraud / tpg)

Ab März 2018 startet die nächste, eineinhalbjährige Testphase im kommerziellen Betrieb. 12 Busse werden in den regulären Fahrplan auf der 12 Kilometer langen TPG-Linie 23 eingegliedert. Die Wirtschaftlichkeit der neuen Technologie soll nun unter realen Bedingungen belegt werden. Die Kosten betragen zwischen 24 und 28 Millionen Franken. Das Bundesamt für Energie (BFE) unterstützt dieses Projekt für die Technologieentwicklung und das Monitoring im Rahmen seines Leuchtturm-programms mit 3,4 Millionen Franken.

Innovation: Schnelle Lader für Bern

Seit Jahrzehnten ist Elektromobilität bei BERNMOBIL Alltag: Trolleybusse und Trams prägen das Strassenbild. Diese Elektromobilität soll noch weiter ausgebaut werden. 2018 soll eine Buslinie im Pilotbetrieb auf elektrischen Antrieb umgestellt werden, um Erfahrungen im fahrplanmässigen Betrieb mit Gelenkbussen zu sammeln. Ab 2020 – so das Ziel – sollen die Gas- und Dieselbusse sukzessive durch einen möglichst hohen Anteil an Elektrobussen abgelöst werden. Damit leistet BERNMOBIL einen wichtigen Beitrag, um die Ziele der «Energie- und Klimastrategie 2025» der Stadt Bern zu erreichen.

Um herauszufinden, was sich für Bern am besten eignet, wurde in einer Vorstudie evaluiert, welches System auf der Linie 17 zum Einsatz kommen soll.

Die Linie 17 weist ideale Voraussetzungen für einen Pilotbetrieb auf: Sie ist relativ kurz, hat eine einfache Topografie und ausreichende Wendezeiten, um die Batterien nachzuladen. Das erleichtert eine rasche Umstellung. Evaluiert wurden Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge, Schnelllader, Einmallader sowie Trolleybusse. Die Vorstudie zeigte: Schnelllader sind die beste Option für die Linie 17.

BERNMOBIL setzt auf Schnelllader, die am Liniende im Betrieb und über Nacht in der Garage Strom tanken. Mit solchen Bussen lässt sich auf der geprüften Linie 17 der CO₂-Ausstoss um rund 600 Tonnen pro Jahr reduzieren. Das sind etwa 6 Prozent des gesamten CO₂-Ausstosses aller Stadtberner Buslinien. Zudem sind die Busse erheblich leiser. Thomas Ledergerber, Leiter Netzmanagement BERNMOBIL, ergänzt: «Wir sind überzeugt, dass sich mittel- und längerfristig die Elektromobilität durchsetzen wird.»

Bei allen Vorteilen: Kostenmässig sind Elektrobusse noch immer teurer als Diesel- oder Gasbusse. Mit Blick auf die Technologieentwicklung und die Serienproduktion von Bussen und Batterien rechnet BERNMOBIL aber mit sinkenden Kosten. Dabei spielt auch die Entwicklung der Energiepreise eine Rolle. Die Schweiz hat heute wenig Erfahrung mit Schnellladern. Deshalb will BERNMOBIL ihre Erfahrungen auch anderen Verkehrsbetrieben zur Verfügung stellen.

Regionalverkehr – Strasse

Vision: E-Mobilität statt fossile Treibstoffe

Immer mehr Fahrzeughersteller beschäftigen sich mit der Frage, wie Mobilität ohne fossile Treibstoffe in Zukunft sichergestellt werden kann. Als Ideal gilt zurzeit der Elektrobus. Er stösst lokal keine Emissionen aus, ist leistungsstark und komfortabel für die Fahrgäste. Wird die Batterie mit erneuerbarem Strom aufgeladen, dann ist die Bilanz der grauen Energie nahezu CO₂-frei. Weshalb dennoch nicht mehr Elektrobusse auf überregionalen Strassen fahren, liegt an der ungenügenden Kapazität der Batterien. Daraus resultiert eine geringere Reichweite. Auf dem Weg vom klassischen Verbrennungsmotor zum vollständig elektrifizierten Überlandbus sind Diesel-Hybrid-Fahrzeuge eine gute Alternative zu Dieselnussen.

Beispiel: Kinderkrankheiten von Diesel-Hybriden sind ausgemerzt

Diesel-Hybrid-Antriebe hatten vor Jahren noch viele Schwachstellen. Hohe Anschaffungskosten, hohes Eigengewicht, geringere Leistung, hohe Wartungskosten und mässige Zuverlässigkeit machten die Technik zu wenig attraktiv. Das hat sich geändert. Die Kinderkrankheiten sind ausgemerzt. Doch das schlechte Image haftet dem Antrieb noch immer an. Heute hat PostAuto 35 Maxibusse und einen Gelenkbus im Einsatz. Die gewonnenen Erkenntnisse rund um das Thema alternative Antriebe stellt PostAuto

Interessierten unter anderem auf einer Website zur Verfügung. Projektpartner sind der Fachverband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik (electrosuisse) und das Bundesamt für Verkehr (BAV).

Weitere Informationen zur Hybrid-Technologie:
www.swisshybridbus.ch

Beispiel: CZV-Schulungen – neue Antriebstechnologien nahebringen

PostAuto bietet CZV-Schulungen (Weiterbildungskurse für Fahrpersonal) an. In der Schulung wird dem Fahrpersonal der Umgang mit der Technik in der Theorie und durch aktives Fahren nahegebracht. Weiter wird der Umgang mit Hochvolt-Komponenten geschult. Ende 2016 soll es auch CZV-Kurse für rein mit Batterie betriebene Busse geben. Die Schulungen stehen dem Personal aller Transportunternehmen offen.

Beispiel: LED im Busbahnhof

Nicht nur im Busbetrieb, sondern auch bei der Infrastruktur lässt sich energieeffizienter arbeiten. Die Transports publics fribourgeois (TPF) haben im Busbahnhof Fribourg 216 LED-Lampen installiert. Das vorherige Beleuchtungssystem war 16 Jahre alt und bestand aus 370 Natriumdampflampen und Leuchtstoffröhren. Mit den neuen LED-Lampen konnten zwischen August 2015 und August 2016 insgesamt



Abb. 4: Hybrid-Fahrzeuge bieten für überregionale Autobuslinien gute und effiziente Möglichkeiten. (Quelle: PostAuto)

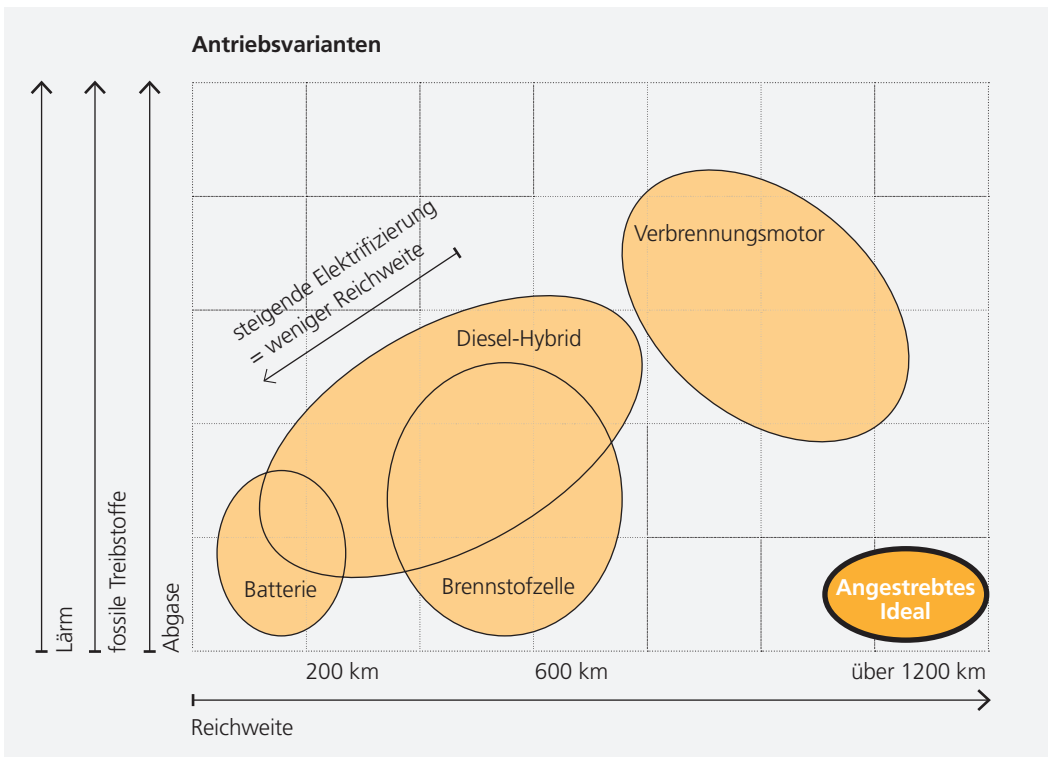


Abb. 5: Reichweiten und Umweltbelastung von Bussen – weg vom Verbrennungsmotor hin zum Elektrobus, aber mit grosser Reichweite. Die Grafik basiert auf Daten eines Maxibusses (12 Meter lang) mit einer Tankfüllung (Quelle: PostAuto).



Abb. 6: Brennstoffzellenbus – ausgezeichnet mit dem Energieeffizienz-Preis «Watt d’or» des Bundesamts für Energie. (Quelle: PostAuto)



Abb. 7 Auswahl verschiedener Brennstoffzellenbusprojekte in Europa. (Quelle: Clean Hydrogen in European Cities, CHIC)

130 Megawattstunden Strom gespart werden. Das ist eine Einsparung von 44 Prozent. Die Umstellung kostete 210'000 Franken. Dazu gab es eine Unterstützung von 37'000 Franken aus dem Auktionsprogramm Tygr-Ench von Pro-Kilowatt. Unter alleiniger Berücksichtigung der Stromkosten rechnen die TPF mit einer Payback-Dauer von zehn Jahren. Werden auch die niedrigeren Wartungskosten einbezogen, sinkt der Payback auf fünf Jahre. Ausserdem freuen sich Angestellte und die Kundschaft über die schönere, regelmässige und angenehmere Beleuchtungsqualität.

Innovation: Brennstoffzellenpostauto erfüllt Erwartungen

Wasserstoff betriebene Busse mit Brennstoffzellen erreichen heute schon akzeptable Reichweiten. Die Brennstoffzellentechnologie ist weit fortgeschritten. Sie ermöglicht heute ähnliche Reichweiten wie Diesibusse und eine angemessene Klimatisierung des Fahrgastraums. Deshalb engagiert sich PostAuto in einem von der EU unterstützten Projekt. Im Rahmen von «Clean Hydrogen in European Cities (CHIC)» hat PostAuto in Brugg (AG) fünf Brennstoffzellenpostautos im regulären Linienbetrieb getestet. Die Bilanz der fünfjährigen Projektdauer (2011 – 2016) kann sich sehen lassen: Bis heute wurden in rund 55'000 Betriebsstunden 1.2 Millionen Kilometer zurückgelegt und in 6'700 Betankungen 102'000 kg Wasserstoff in die Tanks gefüllt. Im Test verbrauchten die Brennstoffzellenbusse durchschnittlich acht Kilogramm

Wasserstoff auf 100 Kilometer. Das entspricht der Energie von ca. 30 Litern Diesel/100km.

«Schon heute ist klar, dass sich das Ziel des CHIC-Projekts realisieren lässt: Unabhängigkeit von fossilen Treibstoffen und eine emissionsfreie Mobilität», sagt Nikoletta Seraidou, bei PostAuto für neue Fahrzeugtechnologien zuständig. Das Projekt zeigt auch, dass wasserstoffbetriebene Busse Dieselbusse ersetzen können. Weiter ist der Betrieb einer Wasserstofftankstelle in der täglichen Praxis praktikabel, denn Wasserstoff lässt sich vor Ort produzieren und abfüllen.

Die Feedbacks von Fahrpersonal, Fahrgästen und Anwohnenden waren durchwegs positiv. Der Fahrerplatz ist leiser und vibriert nicht. Die Busse sind angenehmer zu fahren. Die Klimatisierung kann konstant eingeschaltet bleiben, weil die Voraussetzungen anders sind als bei einem Dieselbus, wo der Motor stets in Betrieb sein muss. Fahrgäste und Anwohnende schätzen die Lärmreduktion. Einzig die Abrollgeräusche der Reifen sind noch zu hören. Und: Wenn ein Diesel-Bus durch enge Gassen fährt, vibrieren in den angrenzenden Gebäuden bisweilen die Scheiben. Bei Brennstoffzellen-Bussen gibt es das nicht.

Regionalverkehr – Schiene

Vision: Smartifizieren von Infrastruktur und Rollmaterial

Regionalbahnen verfügen zum Teil über Infrastrukturen, die zwar nicht mehr zu den jüngsten gehören, aber sich dennoch in gutem Zustand befinden. Oft ist es gar nicht nötig, die allerneusten technischen Lösungen am Markt einzusetzen. Dennoch ist der Blick in die Zukunft zu richten: Es gilt, das Bestehende für weitere Betriebsjahre fit zu machen und die heutigen Möglichkeiten der Technik geschickt zu nutzen, zum Beispiel durch neue Software zur Steuerung vorhandener Komponenten. Infrastruktur und Rollmaterial der Regionalbahnen ermöglichen eine pragmatische Entwicklung, bauen auf verlässlichen Komponenten auf und bieten Möglichkeiten für künftige Entwicklungen. Innovative Ideen und technologische Impulse dürfen jedoch nicht aus dem Blick gelassen werden – sie sind ebenfalls verstärkt zu nutzen, um auf die Herausforderungen der Zukunft frühzeitig zu reagieren.

Beispiel: Gebäude – das unterschätzte Potenzial

Die Rhätische Bahn (RhB) hat ihre Werkstätten überprüft. Dabei wurde speziell der Energieverbrauch berücksichtigt. «Durch Anpassung der Parameter der Steuerungen von grossen Verbrauchern (Öl, Strom usw.) kann Energie ohne Komforteinbusse gespart werden», sagt Reto Sidler, Leiter Elektrotechnische

Anlagen der RhB. 2014 begann die RhB mit der Untersuchung der grossen Standorte und Gebäude. Die Betriebswerkstatt Landquart verbraucht jährlich 2'350 Megawattstunden Energie, die Betriebswerkstatt Samedan 918 Megawattstunden und der Verladebahnhof Klosters Selfranga 590 Megawattstunden pro Jahr. Im ersten Schritt wurden 2014 der Verbrauch gemessen und die vorhandenen Daten gelesen. Gleichzeitig gab es eine Besichtigung vor Ort. Danach folgte die Analyse. Im zweiten Schritt wurden auf den Winter 2014/15 die Parameter der Steuerungen optimiert. In der Nachbearbeitung wurden die Verbraucher weiter beobachtet.

Umgesetzt hat die Analyse ein externes Beratungsbüro. «Im Fokus standen überraschenderweise nicht nur kostenintensive Investitionen an Gebäuden und Anlagen, sondern auch relativ einfach umzusetzende Massnahmen. So etwa die Veränderung einzelner Parameter bei bestehenden Heizungsreglern oder das Abschalten einzelner Anlagenteile», stellt Reto Sidler fest. Anschauliches Beispiel ist die Wärmepumpe in der Werkstatt Samedan. Dort wurden die Einstellungen der ganzjährig betriebenen elektrischen Grundwasser-Wärmepumpe optimiert. Angepasst wurden unter anderem die Temperaturüberhöhung, die Heizgrenze, die Heizkurve und die Mischüberhöhung. Der Effekt ist beeindruckend. Seit der Anpassung lassen sich jährlich über 20 Megawattstunden Strom oder über 44'000 Franken einsparen. Im Detail:



Abb. 8: Regionalbahnen stellen die Hebel für intelligente Steuerungen bestehender Komponenten und machen sich so fit für die Zukunft. (Quelle: RhB)

Um Energiesparpotenziale nutzen zu können, müssen Betreiber, Planer, Nutzer und Instandhalter eng zusammenarbeiten. RhB-Projektleiter Roland Pethö resümiert: «Wir haben die Energieeffizienz in unseren Werkstätten erheblich verbessert. Dies ist ökologisch sinnvoll und finanziell lukrativ. Ein gelungenes Beispiel für das Prinzip, mit wenig viel zu erreichen.»

Übrigens: Das Bündner Energiegesetz verpflichtet Energie-Grossverbraucher von mehr als 500 Megawattstunden jährlich, den Verbrauch zu analysieren und reduzieren. Reto Sidler sagt: «Das Energiegesetz war der Anstoss, jetzt weiten wir die Analysen auch auf die weiteren Gebäude aus. So fließen diese Erfahrungen am Schluss in alle Gebäude der RhB



Abb. 9: RhB-Werkstatt Landquart: In Gebäuden liegen mehr Effizienzpotenziale als angenommen. (Quelle: RhB)

ein.» So hat das Unternehmen unter anderem auch Lüftungsanlagen, Heizungsunterverteilungen und Warmwasserboiler energieoptimiert. 2015 konnte ein weiterer Nachhaltigkeits-Schritt umgesetzt werden: Das Direktionsgebäude und die Heizzentrale für die Betriebswerkstätten in Landquart wurden an das Fernwärmenetz der Kehrichtverbrennung Untervaz angeschlossen.

Beispiel: Stromnetz optimieren

Die Transports publics fribourgeois (TPF) prüfen speziell Energieeffizienzmassnahmen im 900-Volt-Mittelspannungsgleichstromnetz ihrer Schmalspurbahn. Das Bundesamt für Verkehr (BAV) hat eine entsprechende Studie mitfinanziert.

In der ersten Phase des 2014 gestarteten Projekts wurde der Energieverbrauch erfasst. Die TPF interessierten sich insbesondere für die Energiebilanz des Verbrauchs. Basierend auf den von Energieversorgern gelieferten Daten erhoben die TPF die Verbräuche von Antrieb und Hilfssystemen. Zurzeit läuft die zweite Phase: Die TPF erstellten dazu ein Modell des existierenden Netzes. Aufgrund der Daten aus der ersten Phase lässt sich die Wirksamkeit möglicher Massnahmen bei der Reduktion des Energieverbrauchs, des Energieverlusts und bei der effizienten Energieverwertung simulieren und errechnen. Diese

	Menge (in kWh)	Preis (CHF/kWh)	Einsparung (CHF)
Monatliche Reduktion des Spitzenverbrauchs	120	7.50	900
Monatliche Energieeinsparung	20'000	0.14	2'800
Monatliche Einsparung total			3'700

Tabelle: Einsparungen bei Standorten / Stationen bei der RhB.

Gesparte Heizenergie in MWh

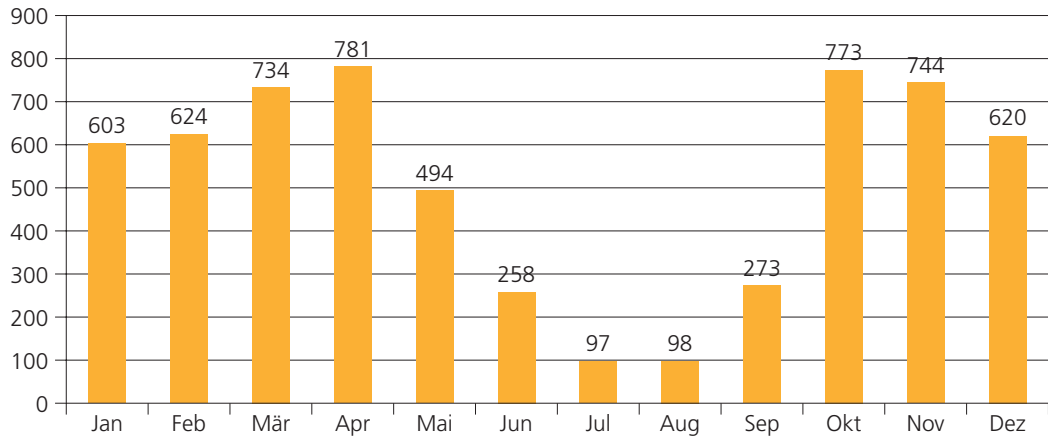


Abb. 10: Gesparte Heizenergie im Jahr 2014 durch optimierte Heizung, Lüftung und Klimatisierung bei der RhB. (Quelle: RhB)

potenziellen Massnahmen werden einer Kosten-Nutzen-Analyse unterzogen, so dass daraus auch andere Bahnunternehmen Anregungen ableiten können. Diese Detailergebnisse werden Ende 2016 vorliegen. Schon heute lässt sich eine erste Tendenz ausmachen: Durch eine Erhöhung der zugelassenen Spannung über das gesamte 900-Volt-Stromnetz könnte mehr zurückgewonnene Bremsenergie ins Netz gelangen und durch andere Zugkompositionen in der Nähe genutzt werden.

Beispiel: Heizen, kühlen, klimatisieren – aber energieeffizient

Bis anhin steuert die Rhätische Bahn (RhB) Heizung, Lüftung und Klimaanlage bei älteren Einzelwagen über die Zeitschaltuhr und die Innenbeleuchtung. Wird die Beleuchtung ausgeschaltet, wechseln Heizung, Lüftung und Klimaanlage nach einer Weile automatisch in den Sparbetrieb. Wird das Licht eingeschaltet, setzt sich das Ganze wieder in Betrieb. Dieses System hat zur Folge, dass die Anlagen bisweilen ohne ausgewiesenen Bedarf unnütz laufen. Anders bei modernen Fahrzeugen. Bei Allegra-Triebzügen zum Beispiel erfolgt die Steuerung über die manuelle Eingabe der Betriebsbereitschaftszeit am Bildschirm. Das heisst: Die Fahrzeug- und Klimaleittechnik übernehmen neu die Einleitung des Schlummerns und die rechtzeitige Aktivierung des Vorbereitungsbetriebs.

Der Sparbetrieb lässt im Winter abgestellte Schienen-Fahrzeuge auf eine Mindesttemperatur von 5° C bis 8° C abkühlen. Damit ist der Frostschutz der WC-Anlagen mit Wasser sichergestellt. Im Sommer wird bis zu einer Maximaltemperatur von 27° C nicht gekühlt. So wird Energie gespart und die Wagen bleiben dennoch schnell einsatzbereit.

Der Spareffekt beider Massnahmen ist beachtlich. Bei den 250 konventionellen RhB-Personenwagen können in den kälteren Monaten pro Wagen zwischen 500 und 800 Megawattstunden Energie gespart werden. Das entspricht insgesamt jährlichen Einsparungen von rund 6'100 Megawattstunden oder rund 670'000 Franken.

Beispiel: Weichen – wetterfühnd und automatisch beheizt

Im Winter 2010/11 hat die Rhätische Bahn (RhB) Systeme für die Automation von Weichenheizungen getestet. Entschieden hat sie sich für ein System mit integrierter Wetterstation. Die Station ermittelt fortlaufend Temperatur und Niederschlag. Ob an einem windigen Tag, bei schönem Wetter mit Flugschnee oder bei Schneefall und Nässe – die automatische Weichenheizung weiss aufgrund der gesammelten Daten, wie sie sich regulieren muss, damit die Schienen funktionieren. Auch weitere Bahnen wie etwa die Südostbahn (SOB) oder die Matterhorn Gotthard Bahn (MGB), nutzen diese Weichenheizung.

Um die intelligente Weichenheizung installieren zu können, musste die RhB neue Kabel für die Fühler im Gleisbereich und für die Wetterstation verlegen. Vor allem die Kabelarbeiten sind kostenintensiv, so dass die Investitionskosten in grosser Abhängigkeit zur Anlagegrösse stehen. Kleinere Anlagen sind der hohen Fixkosten wegen wesentlich teurer als grössere. Bei Stationen können die Kosten pro Weiche zwischen 5000 (bei vielen Weichen auf einer Station) und 20'000 Franken (bei nur zwei Weichen auf einem Bahnhof) variieren. Kleines Trostpflaster: Die Automatisierung wird teilweise durch Förderbeiträge unterstützt.

Die intelligenten Weichenheizungen ermöglichen der RhB Energieeinsparungen zwischen 50 und 70 Prozent. Wie viel eingespart werden kann, hängt von der geografischen Höhe ab. Im tiefer liegenden Raum Chur sind rund 50 Prozent möglich, im höher gelegenen Engadin gar 70 Prozent. Die RhB zählt in ihrem Netz über 550 Weichen mit einer Leistung von rund 2,7 Megawatt. Bei einer mittleren Einsparung von 60 Prozent und einer jährlichen Einschaltdauer von 1900 Stunden können so rund 3000 Megawattstunden pro Jahr gespart werden. Das sind das jährlich 330'000 Franken.

Beispiel: Rauf und runter mit wenig Energie

Der Regionalverkehr Bern Solothurn (RBS) schult seine Lokführerinnen und Lokführer mit einem EcoDrive-Modul. Der das Netz abbildende Fahrsimulator zeigt den Energieverbrauch des fahrenden Zugs in Echtzeit. So kann ein Gespür dafür entwickelt werden, wie der Fahrplan eingehalten und gleichzeitig Energie gespart werden kann. So kann es sich lohnen, das Terrain auszunutzen. Das heisst: Mit möglichst wenig Energie wird die höchste Erhebung erfahren, um dann das Gefälle ohne Energiebedarf zum Beschleunigen zu nutzen. Auch als kleineres Transportunternehmen will der RBS nachhaltig das Verständnis für energieoptimiertes Fahren verankern und durchsetzen.

Beispiel: Kooperieren bei Ausschreibungen – was denn sonst?

Die BLS und die Südostbahn (SOB) müssen in den nächsten Jahren Teile ihrer Flotte erneuern. Statt alleine, sind sie gemeinsam unterwegs. So erarbeiteten sie zum Beispiel in enger Zusammenarbeit den Anforderungskatalog für die Beschaffung. Dort spielt die Energieeffizienz eine wichtige Rolle.

Beide Bahnen gehen davon aus, dass in Zukunft die Trassenpreise den effektiven Energieverbrauch der Züge berücksichtigen werden. Heute wird lediglich eine gewichtsabhängige Pauschale berechnet. Damit wird die Energieeffizienz des Rollmaterials künftig zu einem zentralen Kostenfaktor im Betrieb. Bei der Neubeschaffung des Voralpen-Expresses hat die SOB diesem Aspekt grosse Beachtung geschenkt.

Bei der Ausschreibung hat die SOB von den Herstellern verbindliche Zusagen zu den Lebenszyk-

luskosten (LCC) eingefordert. Darin ist der Energieverbrauch des Zugs separat auszuweisen. Um die Angebote bewerten zu können, hat die SOB einheitliche Vorgaben für die Energieverbrauchsrechnungen definiert. Zusammen mit der BLS und weiteren Experten hat die SOB eine Spezifikation zur Berechnung der Energiekosten ausgearbeitet. «Die Kooperation unter den Bahnen bei der Ausarbeitung technischer Anforderungen ist wichtig, erleichtert sie doch der Fahrzeugindustrie die Standardisierung ihrer Produkte und trägt damit letztlich zur Kostensenkung bei», sagt Peter Bruderer, Projektleiter Rollmaterialbeschaffung SOB.

Die Vorgaben wurden anhand realer Strecken und Betriebsprofile des künftigen Fahrzeugeinsatzes auf dem Netz der SOB definiert. Die vorgegebenen Fahrzeiten sind bei der Berechnung des Energieverbrauchs einzuhalten. Für die Klimatisierung, Beleuchtung, Informations- und Unterhaltssysteme wird der Jahresverbrauch durch Aufsummierung einer Anzahl genau definierter Betriebsfälle bestimmt. Dazu sind Vorgaben zu realistischen meteorologischen Umgebungsbedingungen und zur Fahrgastbelegung gemacht worden. Werden die von der Industrie zugesagten Verbrauchswerte überschritten, sind vertraglich definierte Entschädigungszahlungen fällig. So hat der Hersteller einen Anreiz, die Energieeffizienz der Fahrzeuge auch nach Auslieferung weiter zu optimieren, bis die Zielwerte erreicht sind. Die so beschaffte neue Flotte nimmt die SOB 2019 in Betrieb.

Innovation: Sequenzielles Zuschalten – zwei statt vier gewinnt

Die Rhätische Bahn (RhB) hat Lokomotiven so umgerüstet, dass ein Teillastbetrieb möglich ist. Lange fuhr eine Lokomotive mit allen vier zur Verfügung stehenden Motoren. Neu fährt der Triebwagen nur mit zwei Motoren. Sobald mehr Zugkraft gefordert wird, schalten sich die anderen Motoren sequenziell zu. So können die ersten Motoren mit einem besseren Wirkungsgrad betrieben werden. Kombiniert mit weiteren Massnahmen spart dies bei den 20 Allegra-Triebzügen rund 950 Megawattstunden Strom pro Jahr. Das entspricht dem Energiebedarf von rund 210 durchschnittlichen Schweizer Einfamilienhäusern. Finanziell lassen sich dadurch jährlich gut 100'000 Franken einsparen.

Fernverkehr

Vision: Effizientere Effizienz

Seit gut 150 Jahren verkehrt die Bahn auf Schienen. Verglichen mit anderen Verkehrsarten hat die Schiene spezifische Vorteile. Die Bewegung von Stahl auf Stahl minimiert Reibungsverluste. Züge haben einen tiefen Luftwiderstand pro transportierter Person. Schwere Batterien sind unnötig. Beim Bremsen freiwerdende Energie kann in Strom umgewandelt und ins Netz eingespeist werden (Rekuperation). Elektromotoren haben einen hohen Wirkungsgrad. Der Bahnstrom in der Schweiz stammt zudem zu rund 90 Prozent aus Wasserkraft.

Also: Schon heute ist der Schienenverkehr äusserst energieeffizient und klimaschonend. Das heisst aber nicht, dass das Ende der Fahnenstange erreicht ist. Mit ihrem Energiesparprogramm will die SBB ihren Energie- und Leistungsbedarf bis 2025 um 20% gegenüber 2008 senken und ihre Züge ausschliesslich mit Strom aus erneuerbarer Energie betreiben. Die SBB ist überzeugt: Was effizient ist, kann noch effizienter werden.

Beispiel: Energiesparend fahren

Ein wirkungsvoller Hebel für mehr Energieeffizienz sind Schulungen. Sie setzen weder am kalten Metall noch an elektronischen Schaltkreisen an und lassen sich günstig umsetzen. «Der Faktor Mensch ist in der täglichen Arbeit zentral», unterstreicht SBB-Mann

Markus Halder, Leiter Energiemanagement Traktion. EcoDrive heisst das Stichwort. Lokführer werden geschult, vorausschauend und energiesparend zu fahren. «Bremst ein Lokführer bei der Ausfahrt aus der Neubaustrecke zwischen Bern und Olten rechtzeitig von 200 km/h elektrisch auf 160 km/h, produziert der Zug 82 Kilowattstunden Strom. Das ist so viel Strom, wie ein typischer Haushalt in einer Woche verbraucht oder ein Solarpanel (1 m²) in einem halben Jahr erzeugt», sagt Halder.

Geschult werden auch die Disponenten. Um energieeffizient fahren zu können, ist die Kommunikation zwischen Betriebsleitzentrale und Lokführenden entscheidend. Ineffiziente Stopps vor roten Signalen lassen sich vermeiden, wenn das Tempo frühzeitig gedrosselt wird. Eine eigens entwickelte Software unterstützt die Betriebsleitzentrale für die «richtigen» Tipps an die Lokführerinnen und -führer im Führerstand. Diese Software «denkt» die Energieeffizienz mit.

Beispiel: Software vor Hardware

Sollen Fahrzeuge auf Energieeffizienz getrimmt werden, gilt meist «Software ist billiger als Hardware.» Es ist einfacher, Verbraucher optimierter zu steuern als gleich ganze Loks auseinanderzunehmen und energieeffiziente Komponenten einzubauen. Klar, zwischen Software und Hardware bestehen gegenseitige Abhängigkeiten, die nicht immer voneinander



Abb. 11: Der Fernverkehr ist zwar schon heute effizient unterwegs, aber weitere Einsparungen sind noch möglich. (Quelle: © SBB CFF FFS)

zu trennen sind. Grundsätzlich lohnen sich umfangreichere technische Energieeffizienz-Optimierungen vor allem im Rahmen von Refit-Programmen und Neubeschaffungen. Das bis 2014 umgesetzte Refit der EuroCity-Reisezugwagen brachte jährliche Stromersparungen von 6'700 Megawattstunden. Die Energiekosten des Personenverkehrs werden damit um 800'000 Franken pro Jahr reduziert.

Beispiel: Optimal belüften

Heizen, Lüften und Klimatisieren sind neben dem dominierenden Antrieb zusätzliche Energieverbraucher eines Personenzugs. Der Energieverbrauch von Klimaanlage lässt sich etwa mit CO₂-Sensoren senken, indem die Aussenluftmenge der effektiven Passagierzahl angepasst wird. Die SBB rüstet zum Beispiel die ICN-Fahrzeuge entsprechend auf.

Die CO₂-Sensoren in den einzelnen Wagen erfassen die Luftqualität. Unterschreitet diese ein bestimmtes Mass, passen die Klimaanlage den Aussenluftstrom automatisch an. So wird weniger Energie zum Heizen oder Kühlen eingesetzt als wenn die Lüftung auf die maximal mögliche Passagierzahl ausgerichtet wäre. Mit der auf die Passagierzahl ausgerichteten Luftsteuerung wird die SBB alleine bei den ICN-Fahrzeugen rund 3000 MWh pro Jahr einsparen.

Aber auch weggestellte Züge verbrauchen Energie. Früher wurde ein Teil der älteren Wagen die

ganze Nacht hindurch geheizt, damit sie die erste Morgenfahrt mit angenehmer Raumtemperatur unter die Räder nehmen konnten. Heute hingegen sind die Heiz- und Klimaanlage im Schlumberbetrieb, sobald der Zug abgestellt ist. Bei einem schlummernenden Zug beträgt die Innentemperatur nur noch 10° C bis 12° C als Frostschutz. Zusätzlich werden alle nicht nötigen technischen Geräte abgeschaltet.

Insgesamt spart die SBB heute mit den Fahrzeug-Optimierungen bei Heizung, Lüftung und Klima rund 48'000 Megawattstunden pro Jahr. Dies entspricht dem Stromverbrauch von rund 12'000 typischen Haushalten.

Beispiel: Kraftwerke auf Rädern

Alle elektrischen Lokomotiven und Triebzüge der SBB können beim Bremsen Strom erzeugen, der wieder ins Netz eingespeist werden kann (Rekuperation). Angestrebt wird, möglichst viel Bremsenergie nutzen zu können. Hier setzen Massnahmen an, die die Lokführerinnen und -führer beim Einsatz der elektrischen Bremse unterstützen. So wurde das Bremsblending beim Intercity Neigezug ICN und beim Doppelstocktriebzug DTZ der Zürcher S-Bahn angepasst. Der im Regional- und Fernverkehr eingesetzte Regio-Dosto-Zug weist zudem eine weitere mechanische Neuerung auf: Das Lokpersonal merkt durch eine kleine Raste, wo der Übergang vom elektrischen zum pneu-



Abb. 12: ADL-Anzeige im Führerstand. (Quelle: © SBB CFF FFS)

matischen Bremsen liegt. So können die Lokführerinnen und -führer die elektrische Bremse noch gezielter einsetzen und ihr Zugferd als Kraftwerk wirken lassen.

Beispiel: Ausschreibungen – über Effizienz selektionieren

Bei Neubeschaffungen sollte die Energieeffizienz künftig eine noch stärkere Bedeutung erhalten. Statt auf die Industrie zu warten, geht die SBB aktiv vor: Sie definiert eine für den Zugseinsatz typische Referenzstrecke und lädt die Schienenfahrzeugehersteller dazu ein, den Energiebedarf auf dieser Strecke für die offerierten Züge anzugeben.

Der Energiebedarf dient als zusätzliches Kriterium für den Beschaffungsentscheid. Damit erhalten die Hersteller einen Anreiz, möglichst effiziente Züge zu offerieren. Bei der Abnahme des neuen Zugs wird der Energiebedarf auf der definierten Strecke gemessen. So lassen sich die Energieangaben des Herstellers in der Praxis überprüfen. Werden die Energie-Versprechungen nicht eingehalten, muss nachgebessert werden oder der Hersteller hat für den Energiemehrbedarf aufzukommen.

Die von der SBB angewandte Methodik ist in der Norm «TecRec 100_001» des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) und des Verbands der europäischen Bahnindustrie (UNIFE) eingeflossen. Diese Beschaffungsnorm definiert die Art und Weise, wie

bei Offertstellungen Energieeffizienzreize gesetzt werden können. Aktuell läuft eine Weiterentwicklung und Umwandlung in die Europäische Norm EN 50591. Die SBB ist daran aktiv beteiligt und bringt ihre Erfahrungen aus den letzten Beschaffungsprojekten für eine branchenweite Lösung ein.

Innovation: ADL – grüne Welle im Bahnverkehr

Die adaptive Lenkung (ADL) dient als Software-Verbindung zwischen Disponenten und Lokführenden. Ihr Zweck: eine an die Betriebssituation angepasste Lenkung der Züge. ADL baut auf dem bestehenden Rail Control System (RCS) der SBB auf, das für den Disponenten in Echtzeit den gesamten schweizerischen Verkehrsfluss auf der Schiene abbildet. Es deckt Konflikte auf und liefert Lösungen zu deren Vermeidung. Die ADL-Software sendet dafür Geschwindigkeitsempfehlungen in den Führerstand.

Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Lokführerinnen und -führer erhalten Informationen, die sie für eine vorausschauende Fahrweise nutzen können. So werden unnötige Halte vor roten Signalen und energieverschwendendes Bremsen und Wiederbeschleunigen vermindert. Gleichzeitig verbessern sich Pünktlichkeit und Fahrkomfort. Mit ADL will die SBB jährlich bis zu 72'000 Megawattstunden Strom sparen. Das entspricht dem Stromverbrauch von 18'000 Haushalten oder 60-mal der Stromproduktion der Fotovoltaik-Anlage auf dem Stade de Suisse in Bern.

Effizienz-Treiber

Sich vertieft mit Energieeffizienz auseinanderzusetzen, kann viele verschiedene Gründe haben. Zu den wichtigsten gehören:

Energieeffizienz rechnet sich

Energieeffizienz rechnet sich. Christian Florin, stellvertretender Direktor und Leiter Infrastruktur bei der RhB, ist überzeugt: «Eine zukunftsorientierte Nachhaltigkeit und ein effizienter Einsatz von Energie ist für die RhB auch ein wirtschaftlicher und finanzieller Faktor.» Energieeffizienz ist bei der RhB deshalb schon seit geraumer Zeit ein wichtiges Thema. In den Rechnungen der Energielieferanten sind die Energiesparmassnahmen erkennbar.

Energieeffizienz dank Strategievorgaben

Sowohl auf Bundes- und Kantonsebene wie auch auf lokaler Ebene beeinflussen die strategischen Vorgaben von Eignern und Unternehmen den Umgang mit Energieeffizienz stark.

So schreibt der Bundesrat in seinen strategischen Zielen der SBB unter anderem Effizienzsteigerungen im Bahnstromverbrauch vor. Deshalb hat sich die SBB das ambitionierte Ziel gesetzt, bis 2025 rund 600'000 Megawattstunden Energie einzusparen und die Energiekosten um 70 Millionen Franken jährlich zu reduzieren. Dazu hat das Unternehmen 2012 das

«TOP-Programm Energiesparen» ins Leben gerufen. 2016 werden bereits 235'000 Megawattstunden Energie eingespart. Massnahmen im Umfang von 540'000 Megawattstunden per 2025 sind identifiziert oder in Umsetzung, womit das Ziel übertroffen würde.

Oder: Auch städtische Regierungen sind aktiv und verpflichten ihre Transportunternehmer zu einem effizienten Umgang mit Energie. Zum Beispiel Zürich: Im Rahmen ihrer 2000-Watt-Strategie will die Stadt den motorisierten Individualverkehr reduzieren und gleichzeitig dem steigenden Mobilitätsbedürfnis Rechnung tragen. Die Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) setzen dabei auf eine Zweifachstrategie: den Ausbau des Tramnetzes und den vermehrten Einsatz von Trolleybussen. So sollen etwa die Diesellinien der Linien 80 und 69 aufgrund der grossen Nachfrage durch Doppelgelenk-Trolleybusse ersetzt werden.

Energieeffizienz dank Know-how

Energieeffizienz wird künftig eine gewichtigere Rolle spielen als heute. Wer auch künftig mit dabei sein will, muss sich das nötige Know-how erarbeiten. Welche Technologie sich zum Beispiel bei den Bussen durchsetzen wird, ist noch unklar. Daher baut PostAuto mit verschiedenen Pilotprojekten Know-how auf. «Wir wollen für die Zukunft gewappnet sein», sagt die für neue Fahrzeugtechnologien zuständige Niko-

letta Seraidou. Und weiter: «Es ist wenig zielführend und sinnvoll, wenn jedes Transportunternehmen für sich selbst im stillen Kämmerlein Fahrzeuge evaluiert, beschafft und nur die eigenen Erfahrungen sammelt. Viel effizienter sind ein koordiniertes Vorgehen und ein Austausch der Unternehmen untereinander!» Dem pflichtet Pascal Ganty, Directeur développement et énergie bei den Transports publics genevois (TPG) voll bei. «Erfahrungsaufbau und Innovation sind für uns treibende Motive. Zudem erhoffen wir uns von TOSA, dem strombetriebenen Schnelllader-Bus – einen Spillover-Lerneffekt für die Trams».

Energieeffizienz durch Unterstützung

Ohne finanzielle Unterstützung lassen sich Pilotprojekte im Energiebereich oft nur schwierig realisieren. Das Bundesamt für Verkehr (BAV) hat das Programm «Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr (ESÖV 2050)» lanciert. Die Zielsetzungen des Programms sind anspruchsvoll und bedürfen grosser Anstrengungen aller Akteure: Transportunternehmen, Zulieferindustrie und Behörden. Wirksame und koordinierte Massnahmen bei Fahrzeugen, Infrastruktur und Betrieb sollen umgesetzt werden. Aus diesem Grund identifiziert, finanziert und begleitet das BAV innovative Projekte. Eine Liste mit bereits umgesetzten Projekten findet sich auf der Website des BAV: www.bav.admin.ch/energie2050

Schlusswort

Was die Treibhausgasemissionen betrifft, gehört der Schienenverkehr in der Schweiz seit Jahren zu den Vorreitern. Dennoch darf nicht vergessen werden: Rund ein Drittel des schweizweiten Energieverbrauchs entfällt gesamthaft auf den Verkehr – fast doppelt so viel wie auf die Industrie. Das ist Grund genug, um dem Energieverbrauch des öffentlichen Verkehrs Beachtung zu schenken.

So hat das Bundesamt für Verkehr (BAV) den Auftrag erhalten, die Energiestrategie des Bundesrates in seinem Zuständigkeitsbereich zu konkretisieren. Zu diesem Zweck hat das BAV das Programm «Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr (ESöV 2050)» lanciert. Damit sollen die Energieeffizienz erhöht und die Nutzung erneuerbarer Energien im öffentlichen Verkehr gesteigert werden. Mit dem Programm ESöV 2050 werden auch die Unternehmen des öffentlichen Verkehrs zu Akteuren beim Umbau des Energiesystems. Sie sind verantwortlich für die Umsetzung.

Die Herausforderungen betreffen sowohl die Infrastruktur und die Gebäude wie auch die Fahrzeuge und den Betrieb. Mögliche Handlungsfelder sind etwa eine bessere Energierückgewinnung bei Bahn, Tram und Bus, Anpassungen bei den elektrischen Weichenheizungen. Von Interesse sind auch Effizienzmassnahmen von Heizung, Lüftung und Kühlung, die zusammen eine ähnliche Energiemenge verschlingen können wie das eigentliche Fortbewegen der Fahrzeuge.

Die Transportunternehmen sind aktiv. Die Beispiele in dieser Publikation zeigen es. Wie in einem Puzzle leistet jede Massnahme einen Beitrag zur Zielsicherung. Manchmal sind es auch unscheinbare Zahnräder, die zu drehen es sich lohnt. Und nicht zuletzt sind Energiesparmassnahmen oft auch wirtschaftlich attraktiv.

BAV, BFE, VöV und LITRA ziehen am selben Strang – für einen energieeffizienten öffentlichen Verkehr in der Schweiz. Denn nur durch gemeinsame Anstrengungen hält die Energiezukunft auch im öffentlichen Verkehr Einzug und können die vorhandenen Potenziale ausgeschöpft werden. Die Transportunternehmen haben es in der Hand mitzuhelfen, dass Energieeffizienz auch im öffentlichen Verkehr einen immer grösseren Stellenwert erhält.

Bundesamt für Verkehr

Bundesamt für Energie

LITRA

Pieter Zeilstra
Vizedirektor BAV

Marianne Zünd
Leiterin Medien und Politik

René Böhlen
Geschäftsführer

