



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Verkehr BAV**  
Programm Umsetzung der Energiestrategie 2050  
im öffentlichen Verkehr (ESöV 2050)

# Powerpack für Güterwagen

## Schlussbericht

**Thomas Baumgartner, Rhätische Bahn AG**  
RhB-Strasse 1  
CH-7302 Landquart  
[thomas.baumgartner@rhb.ch](mailto:thomas.baumgartner@rhb.ch)  
[www.rhb.ch](http://www.rhb.ch)

## **Begleitgruppe**

Herr Raffael Löhner, Rhätische Bahn AG  
Herr Thomas Tanner, Rhätische Bahn AG

## **Impressum**

Herausgeberin:  
Bundesamt für Verkehr BAV  
Programm Umsetzung der Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr (ESöV 2050)  
CH-3003 Bern

Projektnummer: 221  
Bezugsquelle  
Kostenlos zu beziehen über das Internet  
[www.bav.admin.ch/energie2050](http://www.bav.admin.ch/energie2050)

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor –in oder sind ausschliesslich die Autoren –  
innen dieses Berichts verantwortlich.

Bern, den [06.10.2023]

## Inhalt

1	Zusammenfassung Deutsch .....	2
2	Riassunto Italiano.....	3
3	Ausgangslage .....	4
4	Ziel der Arbeit.....	5
5	Forschungsansatz und aktueller Wissensstand.....	5
6	Ergebnisse .....	6
6.1	Powerpack Betrieb.....	7
6.2	Powerpack Betrieb Sommer .....	7
6.3	Powerpack Betrieb Winter .....	8
6.4	Laden des Powerpacks.....	9
6.5	Einsparung CO <sub>2</sub> .....	9
6.6	Fahrzeugzulassung.....	9
7	Diskussion.....	10
8	Schlussfolgerungen und Empfehlungen .....	10

## Liste der Tabellen

Tabelle 1: Technische Daten Powerpack.....	6
--	---

## Liste der Abbildungen

Abbildung 1: Powerpack auf Containertragwagen mit Wechselbehälter .....	2
Abbildung 2: Powerpack Containertragwagen im Güterumschlagzentrum Samedan .....	3
Abbildung 3: Powerpack an der Ladesteckdose .....	6
Abbildung 4: Stromverbrauch Container im Kühlmodus .....	7
Abbildung 5: Batteriestand Container im Kühlmodus .....	7
Abbildung 6: Stromverbrauch Container im Heizmodus .....	8
Abbildung 7: Batteriestand Container im Heizmodus.....	8
Abbildung 8: Ladekurve.....	9

## 1 Zusammenfassung Deutsch

Im kombinierten Verkehr werden viele Lebensmittel (Fleisch, Gemüse, Früchte etc.) mit klimatisierten Wechselbehältern transportiert. Diese werden in den allermeisten Fällen mit einem Dieselaggregat angetrieben. Die Dieselaggregate verursachen hohe lokale Emissionen (Luftverschmutzung und Lärm). Ein Betrieb der klimatisierten Wechselbehälter ab der Fahrleitung bzw. Zugsammelschiene ist technisch wie auch betrieblich nur sehr schwierig umzusetzen. Im Einzelwagenladungsverkehr könnten die Fahrzeuge nur mit einem beträchtlichen Zusatzaufwand gekuppelt werden. Zusätzlich müsste für sämtliche Standzeiten eine infrastrukturseitige Energieversorgung sichergestellt werden.

Die Rhätische Bahn AG (RhB) suchte nach einer bahntauglichen Lösung, welche die gestellten Anforderungen (Leistung und Umgebungsbedingungen) erfüllen konnte. Um die Kosten gering zu halten und eine zeitnahe Umstellung zu gewähren, wurde zusammen mit einem Lieferanten eine Lösung entwickelt, welche als Retrofit auf die bestehenden Containertragwagen gebaut werden kann.

Mit der Installation der Powerpacks auf den Sb-v Containertragwagen konnte die Möglichkeit geschaffen werden, dass nun täglich die Wechselbehälter von einem Grossisten von Landquart nach Samedan CO<sub>2</sub> neutral transportiert werden können und diese mittels elektrischer Energie gekühlt bzw. beheizt werden können. Somit laufen die Dieselaggregate nicht mehr, sobald die Container auf dem Bahnwagen verladen und angesteckt sind. Im Falle eines Ausfalles der Stromquelle springt automatisch der Dieselgenerator auf dem Wechselbehälter wieder an. Damit kann für den Kunden die Einhaltung der Kühlkette auch bei ungeplanten Ereignissen (Streckenunterbruch) gewährleistet werden.

Mit der umgesetzten Lösung können bei der aktuellen Auslastung im Durchschnitt etwa 1.5 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Monat eingespart werden. Nun ist die Bündler Güterbahn gefordert, zusätzliche Kunden für den CO<sub>2</sub> neutralen Transport von klimatisierten Wechselbehältern zu gewinnen, da genügend Fahrzeugkapazität vorhanden ist. Die Powerpacks werden bei der RhB mit Energie aus 100% Wasserkraft aufgeladen.

In Zukunft ist angedacht, dass die Infrastruktur auf diese Möglichkeit zurückgreifen kann, um bei schlecht durchlüfteten Arbeitsorten (z.B. bei Tunnels) die Baugeräte und Hilfswerkzeuge mit Strom zu versorgen.

In der Betriebserprobung konnte aufgezeigt werden, dass das auf den Bahnwagen installierte Konzept funktioniert und eine grosse Flexibilität zulässt. Der Betrieb funktioniert in den Sommer (Kühlen) wie auch in den Wintermonaten (Heizen). Für zukünftige Neubeschaffungen ist zu empfehlen, dass die Powerpacks direkt in den Wechselbehälter fest installiert sind. So können Schnittstellen reduziert werden, das Powerpack auf den Verbraucher abgestimmt und der Bezug elektrischer Energie ab Batterie verlängert werden (Zu- und Abfuhr).



Abbildung 1: Powerpack auf Containertragwagen mit Wechselbehälter

## 2 Riassunto Italiano

Nel trasporto combinato, molti alimenti (carne, verdura, frutta, ecc.) vengono trasportati in casse mobili climatizzate. Nella maggior parte dei casi, queste sono alimentate da generatori diesel, i quali causano elevate emissioni locali (inquinamento atmosferico e acustico).

Il funzionamento delle casse mobili climatizzate alimentate dalla linea aerea di contatto o dalla linea elettrica del treno è tecnicamente e operativamente molto difficile da realizzare. Nel trasporto singolo, i veicoli possono essere accoppiati solo con un considerevole sforzo aggiuntivo. Inoltre, a livello di infrastruttura, sarebbe necessario garantire una fornitura di energia per tutti i tempi di inattività.

La Ferrovia Retica SA (FR) era alla ricerca di una soluzione compatibile con le ferrovie che potesse soddisfare i requisiti (prestazioni e condizioni ambientali). Per contenere i costi e garantire una rapida sostituzione, è stata sviluppata una soluzione in collaborazione con un fornitore che potesse essere installata come retrofit sui vagoni portacontainer esistenti.

L'installazione dei powerpacks sui vagoni portacontainer Sb-v ha permesso di trasportare ogni giorno le casse mobili di un grossista da Landquart a Samedan ad emissioni zero di CO<sub>2</sub> e di raffreddarle o riscaldarle utilizzando energia elettrica. Ciò significa che i generatori diesel si spengono non appena i container vengono caricati sul vagone ferroviario e collegati alla corrente. Se la fonte di energia viene a mancare, il generatore diesel sulla cassa mobile si riavvia automaticamente. Ciò garantisce il mantenimento della catena del freddo per il cliente anche in caso di eventi non pianificati (interruzione della linea ferroviaria).

Con la soluzione implementata e con l'utilizzo attuale, è possibile risparmiare in media circa 1.5 tonnellate di CO<sub>2</sub> al mese. La Bündler Güterbahn deve ora acquisire altri clienti per il trasporto di casse mobili climatizzate a zero emissioni di CO<sub>2</sub>, poiché è disponibile una capacità sufficiente di veicoli. I powerpacks vengono caricati presso la FR con energia proveniente al 100% da fonte idroelettrica.

In futuro si prevede che l'infrastruttura sarà in grado di utilizzare questa opzione per rifornire di energia le attrezzature da costruzione e gli strumenti ausiliari in luoghi di lavoro scarsamente ventilati (ad esempio le gallerie).

Le prove operative hanno dimostrato che il concetto installato sui vagoni ferroviari funziona e consente una grande flessibilità. L'esercizio funziona sia in estate (raffreddamento) sia nei mesi invernali (riscaldamento). Per i nuovi acquisti futuri, si raccomanda di installare i powerpacks in modo permanente direttamente nelle casse mobili. In questo modo è possibile ridurre le interfacce, personalizzare il powerpack in base all'utenza e prolungare la fornitura di energia elettrica dalla batteria (alimentazione e fornitura).



Abbildung 2: Powerpack Containertragwagen im Güterumschlagzentrum Samedan

### 3 Ausgangslage

Im kombinierten Verkehr werden viele Lebensmittel mit Kühlcontainern transportiert. Diese werden in den allermeisten Fällen mit einem Dieselaggregat angetrieben. Die RhB verfügt über vier eigene Kühlcontainer, die fest auf Güterwagen aufgesetzt sind, mit einer Energieversorgung ab Batterie und Diesel. Bei den gekühlten Containern von Partnerfirmen im kombinierten Verkehr ist dies jedoch nicht der Fall. Diese werden ausschliesslich mit Energie von Dieselaggregaten versorgt, welche direkt an den Containern angebracht sind, und verursachen hohe lokale Emissionen (Luftverschmutzung und Lärm). Die Container besitzen ab Werk einen elektrischen Anschluss, damit die Energie von extern geliefert werden kann.

Ein Betrieb der Kühlcontainer ab der Zugsammelschiene ist technisch wie auch betrieblich nur sehr schwierig umzusetzen. Im Einzelwagenladungsverkehr könnten die Fahrzeuge nur mit einem beträchtlichen Zusatzaufwand gekuppelt werden. Zusätzlich müsste für sämtliche Standzeiten eine infrastruktureitige Energieversorgung sichergestellt werden. Eine Energieversorgung ab Achsgenerator eignet sich aufgrund der Standzeiten und der relativ geringen Geschwindigkeiten im Verkehr der Meterspurbahnen nicht. Auch im Hinblick auf die gesteigerten Compliance Anforderungen bei den temperaturgeführten Transporten (Einhaltung der Kühlkette), muss eine zuverlässige und unterbrechungsfreie Energieversorgung sichergestellt sein. Aus den genannten Gründen besteht keine zufriedenstellende Lösung, für den Transport von elektrifizierten Einheiten auf der Schiene.

Verschiedene Kunden sind bestrebt, auf einen durchgängigen CO<sub>2</sub> neutralen Transport der gekühlten Güter umzustellen. Dieses Ziel kann mit den aktuell im Betrieb befindlichen Dieselaggregaten nicht erreicht werden. Das Angebot eines CO<sub>2</sub> neutralen Transports von gekühlten Gütern würde jedoch gegenüber dem Transport mit Lastwagen ein grosses Potential an zusätzlichen Transportaufträgen darstellen und so das Ziel einer Verlagerung der Transporte auf die Schiene unterstützen. Namentlich in folgenden Bereichen:

- Food (Fleisch, Gemüse, Früchte, Käse, Schokolade)
- Near Food (Tierfutter, Tierbedarf)
- Pflanzen

Ein zusätzliches Problem, welches mit diesem Projekt angegangen werden soll, stellt die Energieversorgung von Baugeräten und Hilfswerkzeugen an schlecht durchlüfteten Arbeitsorten dar (im speziellen bei Infrastrukturarbeiten im Tunnel). Die aktuell verwendeten Dieselgeneratoren können nur sicher verwendet werden, wenn eine ausreichende Belüftung sichergestellt ist.

Um die Kosten gering zu halten und eine Umstellung möglichst zeitnah umsetzen zu können, wurde eine Lösung entwickelt, welche als Retrofit umgesetzt werden kann. Zu Beginn des Projektes waren keine bahnzugelassenen Produkte am Markt verfügbar.

## 4 Ziel der Arbeit

Mit dem Ausrüsten der Containertragwagen mit Powerpacks will die RhB folgendes erreichen:

- Reduktion der lokalen Emissionen (Lärm und Schadstoffe)
- CO<sub>2</sub> neutraler Transport von gekühlten Gütern ins Engadin ermöglichen
- Anreize für Kunden generieren, den kombinierten Verkehr vermehrt zu nutzen
- Sammeln von Erfahrungen für den Umbau oder Neubeschaffung von weiteren Fahrzeugen
- Verbesserung des Arbeitsschutzes bei Infrastrukturarbeiten in schlecht belüfteten Umgebungen
- Vorarbeit für andere Eisenbahnverkehrsunternehmen, welche im Einzelwagenladungsverkehr tätig sind

Technisch muss das Powerpack unter den harten Umgebungsbedingungen ohne Störung funktionieren und in der Bedienung sehr einfach sein. Das Gerät muss die notwendigen Normen erfüllen, damit es fest auf einen Eisenbahnwagen verschraubt werden kann.

## 5 Forschungsansatz und aktueller Wissensstand

Die RhB hatte bereits die ersten positiven Erfahrungen mit elektrischen Speichermedien gemacht (Rangierlokomotiven und Kühlcontainer).

Da die RhB eine Betreiberin von Rollmaterial ist und die Werkstätte insbesondere auf den Unterhalt von Rollmaterial spezialisiert ist, musste das Produkt extern beschafft werden.

Auf dem Markt gab es zum Projektstart kein schlüsselfertiges Produkt, welches auf einen Bahnwagen geschraubt werden konnte. Daher wurde eine, anhand eines Anforderungskataloges, öffentliche Ausschreibung durchgeführt. Das Marktinteresse war sehr hoch und bei Offert Öffnung lagen neun Angebote vor. Die Angebote wurden von Firmen erstellt, welche als Bahn- und Strassenverkehrszulieferer gelten sowie von reinen Engineering Firmen.

Die Grundkonzepte waren meist sehr ähnlich. Der Hauptunterschied lag im Kombinieren der vorhandenen Komponenten. Dies hatte auch eine direkte Auswirkung auf die Kosten und das Gesamtgewicht des Powerpacks. Das Gesamtgewicht des Powerpacks hat eine direkte Auswirkung auf die Nutzlast des Containertragwagens sowie der Energieverbrauch für die Traktion.

Die Anbietersauswahl wurde aufgrund des Preises, Konzeptes, Nachweise und der Referenzen getätigt.

## 6 Ergebnisse

Das Powerpack des gewählten Anbieters verfügt über die folgende Spezifikation:

Abmessung L x B x H	1 200 mm x 1 500 mm x 1 000 mm
Batteriekapazität	34 kWh
Nennleistung	19 kW
Ladegerät	Integrierter On-Board-Lader, AC 32 A / 400 V 50 Hz
Ladedauer	3 Stunden
Anschluss (für Container)	2 Abgangssäulen, AC 32 A / 400 V 50 Hz (3P+N+PE)
Anschluss Nebenverbraucher	1 Anschluss, AC 16 A / 230 V 50 Hz (P+N+PE)
Batterietechnologie	Lithium Ionen
Lebensdauer Batterie	4 000 Zyklen (80 % Entladungsgrad bis 80 % der angegebenen Kapazität)
Thermal-Management	Aktiv bei eingeschaltetem Powerpack
Betriebsbereich	-30 °C bis +45 °C
Gewicht	630 kg
Online-Überwachung	Ladezustand, Systemstatus und Fehlermeldung

Tabelle 1: Technische Daten Powerpack



Abbildung 3: Powerpack an der Ladesteckdose

Das Powerpack wurde auf acht Güterwagen installiert und wird aktuell in der Betriebserprobung bis Ende 2023 getestet. Es zeigt sich, dass das Konzept und die Idee in der Praxis funktioniert und die Wechselbehälter auf dem Weg ins Engadin elektrisch gekühlt oder beheizt werden können.

Die Umlaufplanung sieht vor, dass die Powerpacks im Engadin geladen werden, da dort die Ladeinfrastruktur vorhanden ist (Abstellgleis mit Steckdosen).

### 6.1 Powerpack Betrieb

Abhängig von der geforderten Containertemperatur und der Aussentemperatur wird der Kompressor bzw. Heizung unterschiedlich oft eingeschaltet.

Die grosse Herausforderung für den Umrichter des Powerpacks ist der hohe Anlaufstrom des Kühlkompressors von etwa 141 A. Bei der Inbetriebnahme des Powerpacks brauchte es daher eine vertiefte Analyse des Einschaltvorganges der Kühlcontainer. Technisch wurden im Powerpack vier verschiedene Anlaufprofile von den bekannten Kühlkompressoren hinterlegt. So kann sichergestellt werden, dass spätestens nach dem vierten Anlaufversuch der Kompressor erfolgreich startet. Im Kühlvolllastbetrieb brauchen die bekannten Container etwa 17 A (ca. 11 kW).

### 6.2 Powerpack Betrieb Sommer

Folgend ist der Einsatz eines Powerpacks am 13. Juli 2023 von Landquart – Samedan dargestellt. Die Aussentemperatur in Landquart um 03.00Uhr betrug +18°C. Die Containertemperatur war auf +14°C eingestellt. In dieser Temperaturkonstellation war der Container im Kühlmodus. Der Kühlkompressor wurde jeweils für kurze Zeit eingeschaltet und hatte über 25 Ampere aus dem Powerpack bezogen. Der Batterielevel nahm stufenweise ab. Es zeigte sich, dass bei diesen Temperaturkonstellationen zwei Umläufe mit einer Batterieladung abgewickelt werden können.

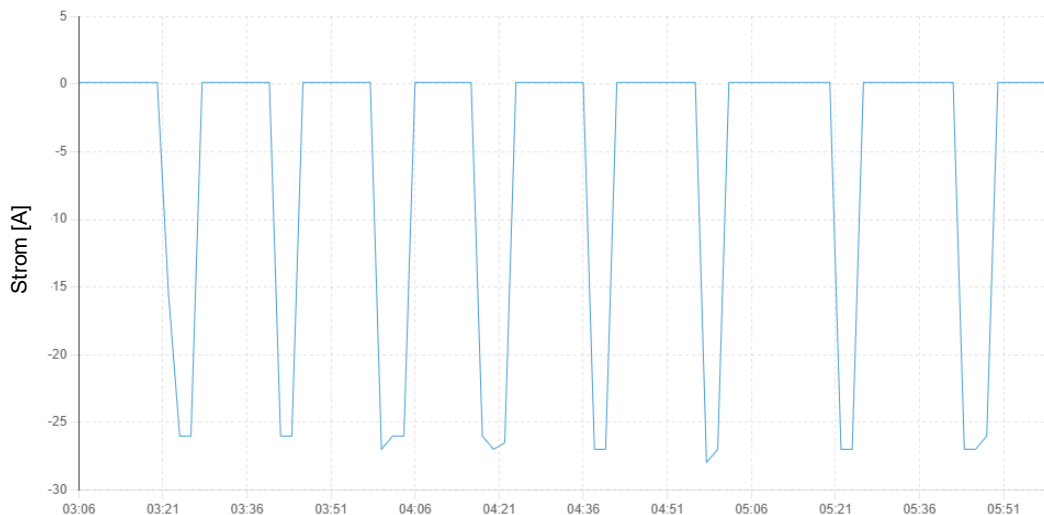


Abbildung 4: Stromverbrauch Container im Kühlmodus

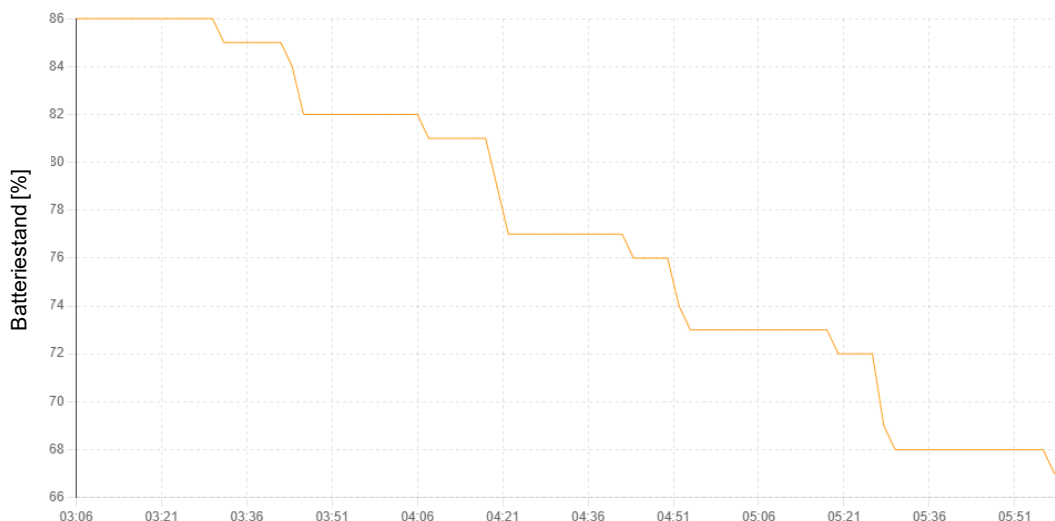


Abbildung 5: Batteriestand Container im Kühlmodus

### 6.3 Powerpack Betrieb Winter

Folgend ist der Einsatz eines Powerpacks am 9. November 2023 von Landquart – Samedan dargestellt. Die Aussentemperatur in Landquart um 03.00Uhr betrug +4°C. Die Containertemperatur war auf +14°C eingestellt. Der Container war im Heizmodus und der Kühlkompressor wurde nicht eingeschaltet. Die Belastung für das Powerpack im Heizmodus ist niedriger, da nicht die volle installierte Leistung benötigt wird. In dieser Konstellation können vier bis fünf Umläufe mit einer Batterieladung durchgeführt werden.



Abbildung 6: Stromverbrauch Container im Heizmodus

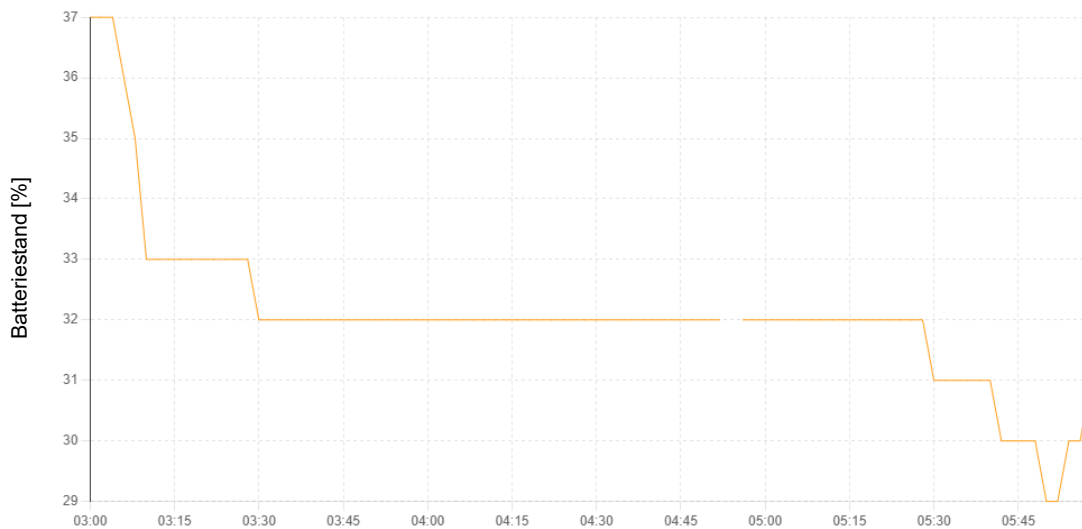


Abbildung 7: Batteriestand Container im Heizmodus

## 6.4 Laden des Powerpacks

Das Aufladen des Powerpacks dauert drei Stunden (siehe Abbildung 8). Voraussetzung dazu ist, dass die Batteriezelltemperatur  $> -20\text{ °C}$  ist. Bei kälteren Temperaturen sind das Laden und der Bezug von Strom zum Schutz der Batterie nicht möglich.

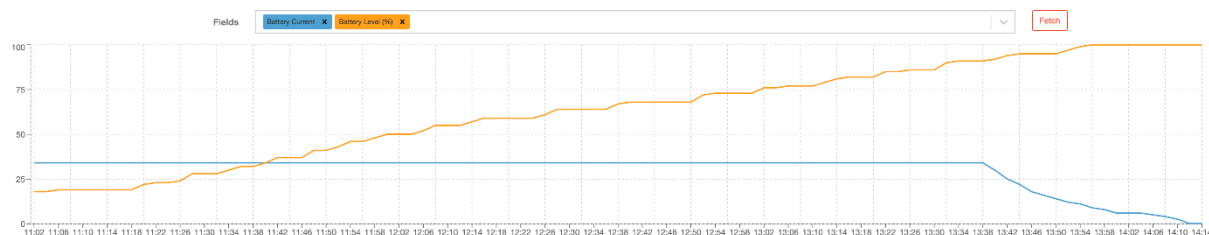


Abbildung 8: Ladekurve

Die blaue Kennlinie stellt den Ladestrom dar, welcher bei etwa 32 Ampere liegt. Bei der orangenen Kennlinie ist der Ladezustand der Batterie ersichtlich. Gegen Ende des Ladevorgangs wird der Ladestrom durch das Batteriemanagementsystems automatisch kontinuierlich reduziert.

Damit das Powerpack auch in den harten Umgebungsbedingungen funktioniert, ist es mit einer Kühlung bzw. Heizung ausgestattet. Bei einer Batteriezelltemperatur  $< 5\text{ °C}$  schaltet die Heizung zu. Damit es im Sommer zu keinem Hitzestau kommt, wird ab  $> 50\text{ °C}$  Bauteiltemperatur die Kühlung zugeschaltet.

Anhängig von den verschiedenen Temperaturkonstellationen (Umgebung/Container) können die Powerpacks 2-5 Umläufe durchführen, bis sie wieder geladen werden müssen. Betrieblich werden die Wagen jeweils für 24h ausgereiht und in Samedan an die ortsfeste Steckdose angeschlossen (CEE 32A/400V 50Hz). In Landquart wird die Ladeinfrastruktur in den nächsten Jahren mit dem Bahnhofumbau realisiert.

## 6.5 Einsparung CO<sub>2</sub>

Im Durchschnitt verbrauchen die Wechselbehälter ca. 300 Liter Diesel pro Monat. Per Ende 2023 werden à 6 Tage pro Woche je zwei Wechselbehälter von Landquart nach Samedan transportiert. Mittels dem Powerpackbetrieb kann daher etwa 600 Liter Diesel pro Monat eingespart werden, was eine CO<sub>2</sub> Einsparung von 1.5 Tonnen ergibt (2.64kg/lit Diesel).

## 6.6 Fahrzeugzulassung

Mit dem Einbau des Powerpacks auf die Sb-v Containertragwagen wurde eine Risikoanalyse gemäss RTE 49100 durchgeführt. Daraus resultierte eine Einstufung einer «wesentlichen Änderung». Bei einer Einstufung von diesem Level muss gemäss Richtlinie «Zulassung Eisenbahnfahrzeuge» EBV 8 Abs 1b eine neue Betriebsbewilligung beantragt werden.

Das BAV stufte die Änderung als „Nicht wesentliche Änderung“ ein und eröffnete kein Verfahren für eine neue Betriebsbewilligung.

Zu Beginn des Projektes hatte das Powerpack keinen Nachweis für EN 45545 (Brandschutz in Schienenfahrzeugen). Dies war der Hauptgrund für die getroffene Einstufung durch die RhB. Während der Projektlaufzeit reichte der Lieferant die Nachweise für den Brandschutz nach. Nun erfüllt das eingesetzte Powerpack die Anforderungen nach EN 45545-2 OC3, HL2 und die RhB konnte in ihrer Dokumentation die Änderung auch als „Nicht wesentliche Änderung“ festhalten.

## 7 Diskussion

Technisch funktioniert das Powerpack mit den definierten Kühlcontainern. Die Bedienung ist einfach und die Verlademitarbeiter sind instruiert. Die Schwierigkeiten befinden sich auf der betrieblichen Seite. Die mit Powerpack ausgerüsteten Containertragwagen müssen jeweils im Güterumschlagszentrum Landquart um 02.45 Uhr in der korrekten Reihenfolge eingereicht sein, damit die Wechselcontainer des Grossisten genau auf diese Wagen geladen werden können. Das Auf- und Abladen mit dem Kran auf den Zug läuft immer in derselben Reihenfolge ab, weil das Zeitfenster dazu sehr kurz ist. Da die Wagen meistens via Albula Strecke ins Engadin und retour via Vereina Tunnel nach Landquart geleitet werden, variieren die Positionen innerhalb des Zugsverbandes immer wieder.

In der Rollmaterialplanung sind die Fahrzeuge mit den Powerpacks 15 – 20 Jahre eingeplant. Aufgrund, des vom Lieferanten garantierten 4'000 Ladezyklen, sollten die Powerpacks diese Laufzeit erfüllen können, da nicht nach jedem Umlauf/Transport die Powerpacks geladen werden müssen.

Bei der Investition in die Powerpacks und deren Montage (CHF 70'000.-/Stk) durch die Bündner Güterbahn wird die Rentabilität nicht angestrebt. Der Fokus liegt primär auf der Umweltverträglichkeit und die reduzierte Lärmbelastung.

Zudem ist es ein Kundenbedürfnis, dass die Lebensmittel CO<sub>2</sub>-Neutral transportiert werden können. Denn die Bahn steht in direkter Konkurrenz zur Strasse. Damit die Güter nicht auf der Strasse transportiert werden, muss die RhB mit dem Stand der Technik mitgehen und kann dadurch auch die bestehenden Kunden behalten und in Zukunft neue dazu gewinnen. Mit alternativen Antriebstechnologien können die Grossisten ihre Güter auch auf der Strasse nahezu CO<sub>2</sub>-Neutral transportieren.

Aktuell können nur Container von einem Kunden auf dem Containertragwagen elektrisch verbunden werden. Die Container müssen ihren elektrischen Anschluss nahe an der Unterkante haben, damit die Verlademitarbeiter nicht auf den Wagen steigen müssen. Dies ist aus Sicherheitsgründen nicht gestattet (Fahrleitung, Absturzgefahr). Die RhB transportiert von etwa 6 weiteren Kunden Kühlcontainer. Da diese älter sind, haben sie alle die Steckdose nahe des Kühlkompressors bei der Oberkante des Containers. Da die RhB nicht Eigentümerin von diesen Containern ist, können diese nicht durch die RhB umgebaut werden. Bei Neubeschaffungen sind die eklektischen Steckdosen unten angebracht, da Container mittlerweile auch auf den Lastwagen teilweise elektrisch betrieben werden.

## 8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Für die Bündner Güterbahn konnten die Wagen gemäss ihren Anforderungen umgebaut werden. Sie haben nun die Möglichkeit ihren Kunden einen 100 % CO<sub>2</sub> neutralen Transport anbieten zu können. Aus technischer Perspektive ist es in Zukunft sinnvoller, mit den Eigentümern der Wechselladebehälter zu schauen, dass ein Powerpack direkt im Kühlcontainer installiert werden kann. Dies bringt den Vorteil, dass ein auf den Kühlkompressor abgestimmtes Produkt eingebaut werden kann und die Problematik mit dem hohen Anlaufstrom gelöst wird, da alles in einem System verbaut werden kann.

Die Bündner Güterbahn ist bestrebt, aufgrund der in diesem Projekt gemachten Erfahrungen, weitere sechs klimatisierte Grosscontainer in hybrider Form (Diesel/Batterie) mit integriertem Powerpack anzuschaffen.