Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 114 (2023)

Heft: 3

Artikel: Ladeinfrastruktur für Akku-Bahnfahrzeuge = Recharge des trains à batterie à l'arrêt

Autor: Dschung, Felix

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1053145

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 19.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Prototyp der Voltap-Schnellladestation für Batteriezüge.

Ladeinfrastruktur für Akku-Bahnfahrzeuge

Entwicklungen und Möglichkeiten | Wurden früher Bahnstrecken, deren Elektrifizierung zu aufwendig war, mit Dieselloks versorgt, stehen heute Bahnfahrzeuge mit Traktionsakku und Stromabnehmer zur Verfügung. Ihre Reichweite liegt zwischen 50 und 120 km. Für die erforderliche Ladeinfrastruktur kann sogar die 50-Hz-Wechselspannung eingesetzt werden.

FELIX DSCHUNG

Eine der grossen Hürden bei der Einrichtung eines elektrischen Bahnbetriebs stellt der Bau der nötigen Infrastruktur dar. Die Errichtung und der Betrieb von Unterwerken und Fahrleitungsanlagen sind aufwendig und kostspielig. Daher ist es naheliegend, dass der Wille zur Elektrifizierung nur dort gegeben ist, wo ein genügend hohes Verkehrsaufkommen diese Ausgaben auch rechtfertigt.

Aber gerade auf Strecken, die abseits der grossen Magistralen ins Hinterland führen, ist die Verkehrsdichte gering. Bereits unsere Vorfahren hatten sich Anfang des 20. Jahrhunderts ihre Gedanken dazu gemacht, wie auf solchen Strecken ein möglichst wirtschaftlicher Bahnbetrieb möglich ist. Denn der damalige Dampfbetrieb ging mit hohen Kosten – insbesondere für die Wartung – für die Maschinen einher, die auf den geringen Verkehrsbedarf umgelegt werden mussten.

So lag die Entwicklung der ersten Akkutriebwagen nahe. Auf Basis der damit gemachten Erfahrungen wurde in Deutschland in den 1950er-Jahren die Baureihe ETA 150 entwickelt, die später als Baureihe 515 bezeichnet wurde. Dabei handelte es sich um einen 23,4 m langen Triebwagen mit bis zu 86 Sitzplätzen, der eine Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h und eine Reichweite von etwa 300 km erreichte [1]. Über 200 dieser Triebwagen wurden gebaut und gelegentlich durch antriebslose Steuerwagen ergänzt, um die Fahrgastkapazität zu erhöhen.

Im Vergleich zu heute war die damalige Akkutechnologie rudimentär, die Leistungs- und Energiedichten gering und der Unterhalt der Akkus wartungsintensiv. So mussten die Fahrzeuge an einer speziellen Ladeinfrastruktur aufgeladen werden und alle drei Tage mussten die Akkus mit destilliertem Wasser versorgt werden. Unterm Strich war diese Fahrzeuggeneration den gleichzeitig aufkommenden Dieseltriebwagen in wirtschaftlicher Hin-

Bild: swt/Marquardt

sicht unterlegen, sodass sie folgerichtig 1995 in Deutschland ausstarb.

Heute sind u.a. Klimaanlagen nicht mehr wegzudenken. Gesteigerte Anforderungen, welche auch durch die im Vergleich zu früher anspruchsvolleren Crashnormen entstehen, führen ferner zu schwereren Fahrzeugen. Gleichzeitig möchte man mit Geschwindigkeiten von 140 km/h, oder besser 160 km/h, unterwegs sein. Diese Bedingungen konnten bis vor Kurzem auf nicht elektrifizierten Strecken nur durch Dieselzüge erfüllt werden.

Durch die Fortschritte in der Akkutechnologie, welche vor allem durch den Automotive- und Consumer-Electronics-Sektor getrieben wurden, hat sich das Blatt allerdings gewendet. So haben alle namhaften Fahrzeughersteller in Europa elektrische Triebzüge in ihrem Portfolio, die in einem modularen Konzept zusätzlich mit Traktionsakkus ausgestattet werden können. Solche Triebzüge werden bisweilen als BEMU (battery electrical multiple unit) bezeichnet. Ihre Reichweite variiert abhängig von der Anzahl der auf den Fahrzeugen installierten Akkupacks und bewegt sich in der Grössenordnung zwischen 50 km und 120 km.

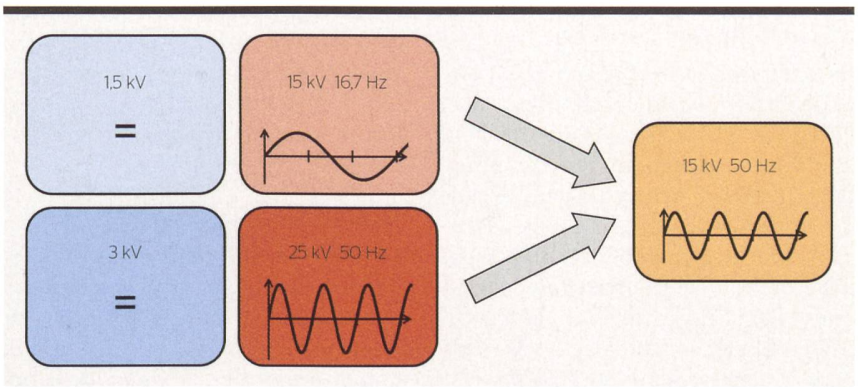


Bild 1 Es erscheint sinnvoll, die vier bestehenden Bahnspannungssysteme nach EN 50163 um das neue Bahnspannungssystem AC 15 kV 50 Hz zu ergänzen.

Bild 2 Siemens Mireo Plus B, Designstudie.

Aufladung während der Fahrt

Im Gegensatz zu ihren früheren Pendants verfügt die neue BEMU-Generation über einen Stromabnehmer, über den das Fahrzeug während der Fahrt auf elektrifizierten Strecken versorgt wird. Zeitgleich werden die Traktionsakkus geladen. Die Ladeleistung liegt hierbei zwischen einem und zwei Megawatt. Bevor das Fahrzeug nun in einen nicht elektrifizierten Bereich einfährt, wird einfach der Stromabnehmer gesenkt, und das Fahrzeug zehrt von der in den Akkus gespeicherten Energie. Die Fahrgäste bekommen von dieser Transition nichts mit.

Trotz der neusten Akkutechnologie bleibt aber eine wesentliche Einschränkung: Die Energiemenge und damit die Reichweite sind beschränkt. Der Zug kann sich also nur so weit ins nicht-elektrifizierte Terrain wagen, wie sichergestellt ist, dass er es wieder in den nächsten elektrifizierten Abschnitt schafft. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, braucht es eine zusätzliche Ladeinfrastruktur. Diese besteht aus einer Oberleitungsanlage, die von einem Unterwerk gespiesen wird. In Deutschland wäre zunächst die Versorgung des Fahrzeugs mit einer Wechselspannung von 15 kV und 16,7 Hz naheliegend.

Blickt man auf die Grundlagen der Bahnantriebstechnik, stellt man aber fest: Charakteristisch für die auf Drehfeldmaschinen basierende moderne Triebwagentechnik ist die Leistungselektronik. Die an der Oberleitung abgegriffene einphasige Spannung wird auf dem Fahrzeug zunächst gleichgerichtet, um damit einen Gleichspannungszwischenkreis zu laden. Traktionsumrichter wandeln die Gleichspannung anschliessend in eine mehrphasige Wechselspannung um, die die Fahrmotoren je nach gewünschter Drehzahl mit einer variablen Frequenz speist. Es entsteht dadurch eine völlige Entkoppelung der Frequenz des speisenden Netzes von der an den Antriebsmotoren anliegenden Spannung.

Aus dieser Tatsache konnte eine wichtige Erkenntnis abgeleitet werden: Anstatt das Fahrzeug, wie bislang üblich, mit einer Spannung zu versorgen, bei der die Frequenz auf 16,7 Hz reduziert wird, kann – eingespeist über den Stromabnehmer – auch die 50-Hz-Netzspannung verwendet werden. Durch den Verzicht auf die infrastrukturseitige Frequenzumrichtung ergeben sich grosse Kostenvorteile. Es konnte in diversen Versuchen nachgewiesen werden, dass eine auf diese Weise eingerichtete Versorgung eines Akkuzugs für das Mittelspannungsnetz, an dem die Ladestation angeschlossen ist, netzverträglich ist [2]. Für das Fahrzeug beschränken sich die Auswirkungen im Wesentlichen auf die Software des eingangsseitigen Gleichrichters. Die bei BEMU zusätzlich eingebaute Traktionsbatterie wirkt während des Ladevorgangs lediglich als zusätzlicher Verbraucher auf dem Fahrzeug.

Deshalb findet in Fachkreisen aktuell eine intensive Diskussion um die Einführung eines neuen Bahnspannungssystems AC 15 kV 50 Hz statt (**Bild 1**). In der Cenelec-Arbeitsgruppe TC9X/SC9XC/SG25 werden hierzu alle Aktivitäten gebündelt.

Bilder: Felix Dschung; NEB

Aufladung der Akkus ausserhalb des Betriebs

Es wäre aber zu kurz gesprungen, die Errichtung von Ladeinfrastruktur nur dort zu sehen, wo sie für die Abwicklung des täglichen Betriebsprogramms mit Fahrgästen gebraucht wird. Denn damit der erste Zug des Tages gegen 5 Uhr morgens auch bei Minusgraden mit einem auf angenehme Temperaturen vorkonditionierten Fahrgastraum in Betrieb gehen kann, ist die Versorgung der Fahrzeuge durch eine externe Spannungsquelle in den Abstellbereichen sinnvoll. Gleichzeitig lassen sich auch die Akkus während der längeren Standzeit mit einer relativ geringen Ladeleistung im Bereich einiger Hundert Kilowatt aufladen. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass in solchen Abstellbereichen auch mehrere Züge stehen können, sodass die kumulierte Leistung aller Züge durchaus im Megawatt-Bereich liegen kann. Hier bietet sich, analog zur Diskussion um die Aufladung von Elektroautos, ein intelligentes Lademanagement an.

Als konkretes Beispiel hierfür hat sich die Niederbarnimer Eisenbahn dafür entschieden, an vier Standorten ihres Liniennetzes im Raum Berlin – Ostbrandenburg Ladestationen vom Typ Voltap zu installieren, an denen bis zu fünf BEMU gleichzeitig versorgt werden können. Bei den Fahrzeugen handelt es sich um zweiteilige Mireo Plus B von Siemens (**Bild 2**). Die Speisespannung der Oberleitungsanlagen beträgt auf Wunsch des Fahrzeugherstellers 25 kV 50 Hz. Auch wenn die Aufladung in diesem Fall nur während der Nachtstunden stattfinden soll, dienen die Ladestationen auch der Erhöhung der Betriebsstabilität.

Weitere Entwicklung und neue Freiheiten

Die derzeitige Marktentwicklung der Akkuzüge ist als sehr dynamisch zu bezeichnen. Praktisch alle der für die Organisation des Regionalverkehrs verantwortlichen Aufgabenträger möchten nach Ablauf der aktuell laufenden Verkehrsverträge, die noch mit Dieselzügen bedient werden, auf den neuen Akkuzug aufspringen. Da die Akkuzüge aber andere Anforderungen an die Infrastruktur stellen, sind im Vorfeld etliche Fragen zu beantworten.

Viele Aufgabenträger beauftragen daher derzeit Studien bei externen Fachinstituten, die sie bei der Gestaltung eines Betriebskonzepts unterstützen sollen. Dabei ist es essenziell, die lokalen Gegebenheiten zu berücksichtigen, bei denen es sich um topografische Herausforderungen in Form einer starken Steigung handeln kann, aber auch um fahrplantechnische Zwangspunkte. Auch die Fahrzeughersteller unterstützen ihrerseits mit Simulationen, aus denen hervorgeht, welche Energieverbräuche je Streckenabschnitt unter anderem in Abhängigkeit der Temperatur zu erwarten sind.

Teil der Studien ist auch die Analyse von Notkonzepten. So muss untersucht werden, welche Streckenabschnitte bei Ausfall einer Nachladeinfrastruktur noch bedient werden können und wie der Zugbetrieb organisiert werden kann, um eine möglichst hohe Resilienz gegenüber externen Störgrössen zu erreichen.

Die nächsten Jahre werden in vielerlei Hinsicht spannend werden. Während die neuen Akkuzüge ein grosses Potenzial versprechen, die alten Dieselzüge aufs Abstellgleis zu schieben, müssen sie sich erst im Realbetrieb noch beweisen. Denn, wie beim Fussball, liegt die Wahrheit auf dem Platz.

Aber auch für Fahrleitungsbauer in der vollelektrifizierten Schweiz bieten die Akkuzüge neue Chancen, Oberleitungsinfrastruktur völlig neu zu denken. Denn mit den neuen Akkuzügen ist es nicht mehr nötig, jeden Gleismeter überspannen zu müssen. So ist es denkbar, komplizierte und teure Stellen – beispielsweise Weichennester in einem Bahnhof – von der üblichen Elektrifizierung auszuklammern. Dies würde die spezifischen Investitionskosten je Kilometer Fahrleitung deutlich senken.

Referenzen

[1] «Frühe Umweltschützer: die Akku-Triebwagen», Takt – Die Bahn in Ihrer Region, September 2009.
[2] Felix Dschung, «50-Hz-Zugladestation für batterieelektrische Züge», Elektrische Bahnen 119 (2021), Heft 3, S. 100–108.

Autor
Dr.-Ing. **Felix Dschung** ist Consultant Bahntechnik.
→ Furrer+Frey AG, 3000 Bern
→ fdschung@furrerfrey.ch

COMING SOON...

Neuer Hausanschlusskasten KH 63A/160A

- ✓ Austauschbar mit allen gängigen Hausanschlusskästen
- ✓ Für Sicherungseinsätze Diazed D III & DIN-00 (6 - 160A)
- ✓ Recyclebare Materialien (Thermoplast)
- ✓ Grosszügige Platzverhältnisse für Kabelanschluss
- ✓ Einfachste Bedienung von NL-Trenner (Klickbewegung)

Rauscher & Stoecklin AG
Reuslistrasse 32, CH-4450 Sissach

T +41 61 976 34 66
F +41 61 976 34 22

info@raustoc.ch
www.the-rsgroup.com

R&S Rauscher Stoecklin

Doepke

SCHUTZ TOTAL

Normgerechter Fehlerstromschutz

DRCBO 4 FI/LS Typ B
- Typ B NK für Personen und Brandschutz
- Typ B SK für Personen und Anlagenschutz
- Typ B+ für Personen und erhöhten Brandschutz
- 6-32 A, 2/4-polig, 30/300 mA

DFS 4 B SK MI
- Für mobile Installationen und zum Schutz vorgeschalteter FI-Schalter Typ A
- Für Baukranen geeignet
- 16-63 A, 4-polig
- Erkennung glatter Gleichfehlerströme mit Auslöseschwelle ≥6 mA DC

DFS 4 B SK ISO
- Für den Personen- und Anlagenschutz
- 0-150 kHz
- 40-63 A, 4-polig
- Isolationsmessungen ohne Abklemmen

DFS 4 A EV **BESTSELLER**
- Geeignet für die Ladeinfrastrukur der Elektromobilität
- 25 A, 2-polig
- 40-63 A, 4-polig
- Erkennung glatter Gleichfehlerströme mit Auslöseschwelle ≥6 mA DC

DFS 2/4 B NK
- Für den Personen- und Brandschutz
- 0-150 kHz
- 16-125 A, 2/4-polig

- **Beidseitige Doppelstockklemmen für grossen Leiterquerschnitt**
- **Schaltstellungsanzeige**
- **Heavy Duty-Ausführung mit erhöhter Beständigkeit gegen Korrosion und schädliche Gase**

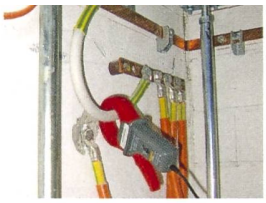
demelectric

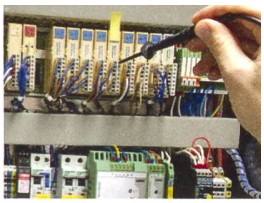
Generalvertretung für die Schweiz

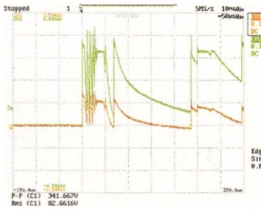
Steinhaldenstrasse 26
CH-8954 Geroldswil

Tel. +41 43 455 44 00
Fax +41 43 455 44 11

info@demelectric.ch
demelectric.ch







messen
analysieren

Störungen

beraten
unterstützen

- Netzqualitäts-Messungen mit erweiterten und strengeren Kriterien
- Störungssuche leitungsgebunden; durchgehend von DC bis 30 MHz
- Möglichkeit der grafischen Vor-Ort-Auswertung
- Fernwartung, Support

Unsere Messgeräte ermöglichen:
- IEC 61000-4-30 Klasse A Konformität
- Parametrierung über EN 50160 hinaus
- Abdeckung der Frequenzen 2 - 9 kHz, sowie CISPR-Band A (9 - 150 kHz)
- Spektrale Untersuchung bis 30 MHz; leitungsgebundene Emission im CISPR-Band B
- Fernwartung über Internet möglich
- Flexible kundenspezifische Lösungen

Für die hohen Frequenzbereiche setzen wir Messempfänger und Digitalspeicher-oszilloskope ein.

ARNOLD

ENGINEERING UND BERATUNG
AG für EMV und Blitzschutz

CH-8152 Opfikon / Glattbrugg
Wallisellerstrasse 75
Telefon 044 828 15 51
info@arnoldeub.ch, www.arnoldeub.ch

Prototype de station de recharge rapide Voltap pour trains à batterie.

Recharge des trains à batterie à l'arrêt

Développements et opportunités | Alors qu'auparavant, les lignes ferroviaires dont l'électrification était trop coûteuse étaient desservies par des locomotives diesel, on dispose aujourd'hui de véhicules ferroviaires équipés de batteries de traction et de pantographes. Leur autonomie se situe entre 50 et 120 km, et pour l'infrastructure de recharge nécessaire, il est même possible d'utiliser des tensions alternatives à 50 Hz.

FELIX DSCHUNG

La construction de l'infrastructure nécessaire constitue l'un des principaux obstacles à la mise en place d'une exploitation ferroviaire électrique. En effet, la construction et l'exploitation de sous-stations et de caténaires sont complexes et coûteuses. Il est donc évident qu'il n'y a intérêt à électrifier une ligne que là où un volume de trafic suffisamment élevé justifie ces dépenses.

Or, c'est justement sur les lignes secondaires qui mènent à l'arrière-pays, à l'écart des grandes magistrales, que la densité de trafic est faible. Au début du siècle passé, nos ancêtres avaient déjà réfléchi à la manière de rendre l'exploitation ferroviaire la plus rentable possible sur de telles lignes. En effet, l'exploitation à la vapeur, courante à l'époque, s'accompagnait de coûts élevés – notamment pour l'entretien des machines – qui devaient être répartis sur un besoin en trafic restreint.

Le développement des premières automotrices à batterie s'est donc imposé comme une évidence. Sur la base de l'expérience acquise, l'Allemagne a développé dans les années 1950 la série ETA 150, appelée par la suite série 515. Il s'agissait d'une automotrice de 23,4 m de long, offrant jusqu'à 86 places assises, et qui atteignait une vitesse maximale de 100 km/h ainsi qu'une autonomie d'environ 300 km [1]. Plus de 200 automotrices de ce type ont été construites, et parfois complétées par des voitures-pilotes non motorisées afin d'augmenter la capacité en termes de passagers.

Comparée à aujourd'hui, la technologie des batteries de l'époque était rudimentaire, les densités de puissance et d'énergie faibles, et l'entretien des batteries nécessitait en outre une maintenance intensive. Les véhicules devaient être rechargés par le biais d'une infrastructure de recharge spéciale, et les batteries devaient être alimentées en eau distillée tous les trois jours. En fin de compte, cette généra-

Figure: swt/Marquardt

tion de véhicules était économiquement moins intéressante que les automotrices diesel apparues à la même époque, de sorte que ce type de véhicules a logiquement disparu en Allemagne en 1995.

Aujourd'hui, les climatisations et autres équipements de confort sont devenus indispensables. Les exigences accrues, qui découlent également des normes en matière de sécurité passive en cas de collision plus strictes qu'auparavant, entraînent aussi une augmentation de la masse des véhicules. Parallèlement, on souhaite rouler à des vitesses de 140 km/h ou, mieux, de 160 km/h. Or, jusqu'à récemment, seuls les trains diesel pouvaient remplir ces conditions sur les lignes non électrifiées.

Les progrès effectués dans le domaine de la technologie des batteries, qui sont surtout le fait des secteurs de l'automobile et de l'électronique grand public, ont toutefois fondamentalement changé la donne. Ainsi, tous les constructeurs de véhicules européens de renom ont désormais dans leur gamme des rames électriques qui peuvent être équipées de batteries de traction selon un concept modulaire. Ces rames sont parfois appelées BEMU (battery electrical multiple unit). L'autonomie varie en fonction du nombre de batteries installées et se situe entre 50 km et 120 km.

Recharge des batteries en cours de route

Contrairement à ses prédécesseurs, la nouvelle génération de BEMU dispose d'un pantographe. Celui-ci permet d'alimenter le véhicule pendant le trajet sur les lignes électrifiées et de recharger simultanément les batteries de traction avec une puissance de charge se situant entre 1 et 2 MW. Avant que le véhicule n'entre dans une zone non électrifiée, le pantographe est simplement abaissé et, à partir de ce moment, le véhicule consomme l'énergie stockée dans les batteries sans que les passagers ne remarquent quoi que ce soit.

Malgré la technologie de batterie la plus récente, une restriction essentielle demeure: la quantité d'énergie, et donc l'autonomie, sont limitées. Le train ne peut dès lors s'aventurer en terrain non électrifié que dans la mesure où il est garanti qu'il pourra rejoindre le prochain tronçon électrifié. Si cette condition n'est pas remplie, une infrastructure de recharge supplémentaire doit être mise en place. Celle-ci se compose d'une ligne aérienne de contact et d'une sous-station qui l'alimente. En Allemagne, il serait au premier abord logique d'alimenter le véhicule avec une tension alternative de 15 kV 16,7 Hz.

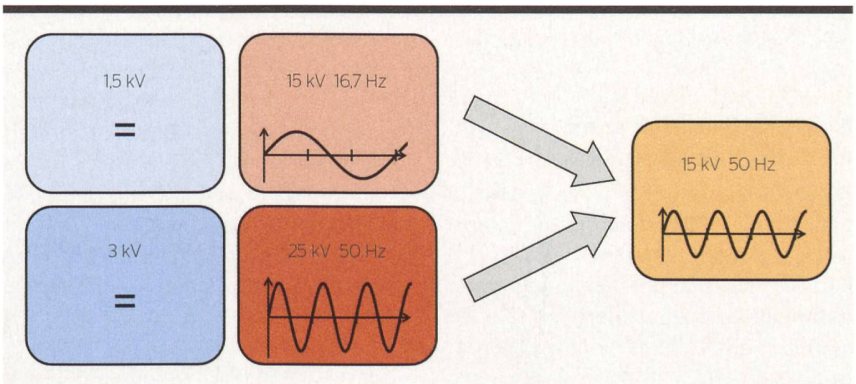


Figure 1 Il semble judicieux de compléter les quatre systèmes de tension ferroviaire existants selon la norme EN 50163 par le nouveau système de tension ferroviaire 15 kV 50 Hz.

Figure 2 Étude de design du Mireo Plus B de Siemens.

Or, si l'on se penche sur les bases de la technologie de traction ferroviaire, on constate que l'électronique de puissance est un élément essentiel de la technologie moderne des automotrices basée sur des machines à champ tournant. La tension monophasée prélevée sur la caténaire est d'abord redressée à bord du véhicule afin de charger un circuit intermédiaire à tension continue. Les convertisseurs de traction transforment ensuite la tension continue en une tension alternative polyphasée qui alimente les moteurs de traction à une fréquence variable, en fonction de la vitesse de rotation souhaitée. Il en résulte un découplage complet entre la fréquence du réseau d'alimentation et celle de la tension appliquée aux moteurs de traction.

Une conclusion importante a pu être déduite de ce fait: au lieu d'alimenter le véhicule, comme c'était le cas jusqu'à présent, avec une tension dont la fréquence est réduite à 16,7 Hz, il est également possible d'utiliser, par le biais du pantographe, la tension du réseau 50 Hz. Le fait de ne pas avoir à modifier la fréquence du côté de l'infrastructure permet de bénéficier d'importants avantages en termes de coûts. Divers essais ont démontré qu'une alimentation d'un train à batterie mise en place de cette manière est compatible avec le réseau moyenne tension auquel la station de recharge est raccordée [2]. Pour le véhicule, les effets se limitent essentiellement au logiciel du redresseur côté entrée. Pendant le processus de recharge, la batterie de traction supplémentaire installée dans la rame BEMU agit uniquement sur le véhicule en tant que consommateur supplémentaire.

C'est pourquoi une discussion très intense a lieu actuellement dans les milieux spécialisés à propos de l'introduction d'un nouveau système de tension ferroviaire 15 kV 50 Hz (**figure 1**). Le

Figures: Felix Dschung; NEB

groupe de travail TC9X/SC9XC/SG25 du Cenelec regroupe toutes les activités dans ce domaine.

Recharge des batteries en dehors des heures de service

Mais il serait réducteur de ne voir la mise en place d'une infrastructure de recharge que là où elle est nécessaire pour le déroulement du programme d'exploitation quotidien en service commercial. En effet, pour que le premier train de la journée puisse être mis en service vers 5h00 du matin avec un habitacle préconditionné à des températures agréables, et ce, même par températures négatives, il est judicieux d'alimenter les véhicules par une source de tension externe dans les zones de stationnement. Parallèlement, il est également possible de recharger les batteries pendant les périodes d'arrêts prolongés avec une puissance de charge relativement faible, de l'ordre de quelques centaines de kilowatts. Dans ce contexte, il convient toutefois de noter que plusieurs trains peuvent stationner simultanément dans de telles zones, de sorte que la puissance cumulée de tous les trains peut tout à fait être de l'ordre du mégawatt. Dans ce cas, une gestion intelligente de la recharge s'impose, une solution également souvent au cœur des discussions dans le cadre de la recharge des voitures électriques.

Un exemple concret: l'entreprise Niederbarnimer Eisenbahn a décidé d'installer des stations de recharge de type Voltap en quatre endroits de son réseau de lignes dans la région de Berlin – Brandebourg oriental, des stations qui peuvent alimenter jusqu'à cinq BEMU simultanément. Les véhicules sont des Mireo Plus B à deux voitures de Siemens (**figure 2**). À la demande du constructeur du matériel roulant, la tension d'alimentation des lignes aériennes de contact est de 25 kV 50 Hz. Même si dans ce cas, la recharge ne doit avoir lieu que pendant la nuit, les stations de recharge servent également à augmenter la stabilité de l'exploitation.

Poursuite du développement et nouvelles libertés

L'évolution actuelle du marché des trains à batterie peut être qualifiée de très dynamique. Pratiquement toutes les autorités responsables de l'organisation des transports régionaux souhaitent passer aux nouveaux trains à batterie à l'expiration des contrats de transports en cours qui sont encore desservis par des trains diesel. Mais comme les trains à batterie ont d'autres exigences en termes d'infrastructure, il convient de répondre à plusieurs questions au préalable.

C'est pourquoi de nombreuses autorités commandent actuellement des études à des instituts spécialisés externes, qui doivent les aider à élaborer un concept d'exploitation. Il est notamment essentiel de prendre en compte les conditions locales. Il peut s'agir de défis topographiques sous la forme d'une forte pente, mais aussi de contraintes liées à l'horaire. De leur côté, les constructeurs de véhicules apportent également leur soutien en réalisant des simulations de la consommation d'énergie à laquelle il faut s'attendre par tronçon de ligne, entre autres en fonction de la température ambiante.

Les études comprennent également une analyse des concepts de secours. Il s'agit d'examiner quels tronçons de ligne peuvent encore être desservis en cas de défaillance d'un élément de l'infrastructure de recharge, et de savoir comment organiser l'exploitation des trains afin d'atteindre la plus grande résilience possible face à des perturbations externes.

Les prochaines années seront passionnantes à plus d'un titre. Alors que les nouveaux trains à batterie promettent de mettre les anciens trains diesel sur une voie de garage, ils doivent encore faire leurs preuves en situation réelle. Car, comme au football, tout se joue sur le terrain.

En Suisse, même si le réseau ferroviaire est entièrement électrifié, les trains à batterie offrent aussi aux constructeurs de caténaires de nouvelles opportunités de repenser entièrement l'infrastructure des lignes aériennes de contact. En effet, avec les nouveaux trains à batterie, il n'est plus nécessaire de couvrir chaque mètre de voie. Il est donc envisageable d'exclure l'électrification habituelle des endroits compliqués et coûteux – par exemple les aiguillages dans les faisceaux de voies des gares. Cela permettrait de réduire considérablement les coûts d'investissement spécifiques par kilomètre de caténaire.

Références

[1] «Frühe Umweltschützer: die Akku-Triebwagen», Takt – Die Bahn in Ihrer Region, septembre 2009.
[2] Felix Dschung, «50-Hz-Zugladestation für batterieelektrische Züge», Elektrische Bahnen 119, Heft 3, p. 100–108, 2021.

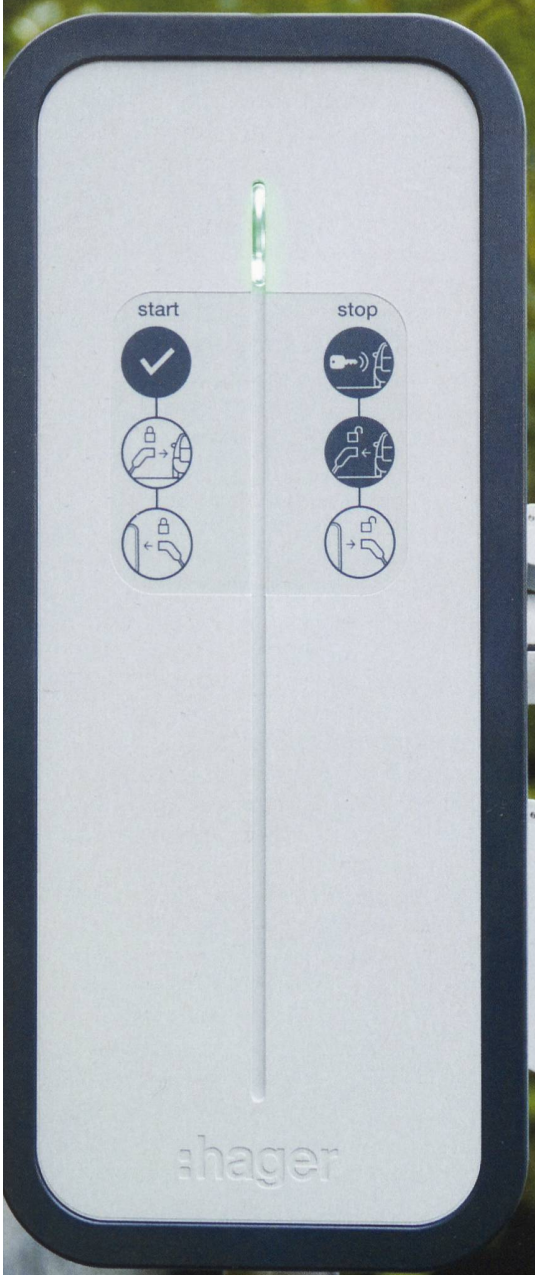
Auteur
Dr **Felix Dschung** est consultant en technologie ferroviaire.
→ Furrer+Frey AG, 3000 Berne
→ fdschung@furrerfrey.ch

La gamme witty

Solutions de charge sur mesure

Simple, efficace, rapide à installer, fiable: exploitez de nouveaux champs d'activité avec la gamme witty de Hager, les bornes sur mesure pour stations de recharge privées, semi-publiques ou publiques. Idéal pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs, les commerces, les services et les pouvoirs publics.
witty, c'est l'e-mobilité pour vos clients, et l'énergie pour votre avenir.

hager.ch/witty



:hager