Thomas Nawrocki| Lüneburg| 06. November 2023

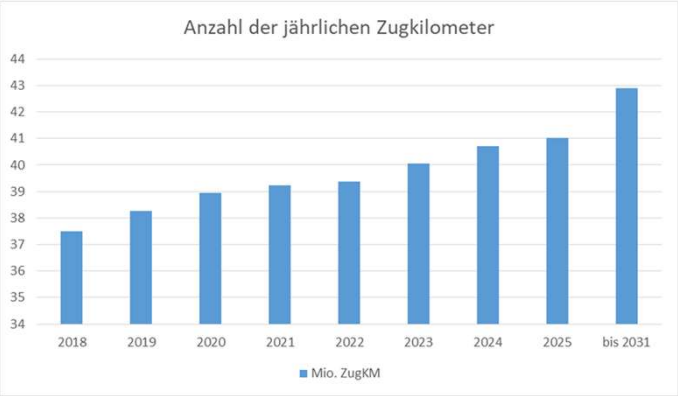
Brennstoffzellentriebzüge in Niedersachsen

Abschied vom Diesel auf der Schiene

Vorstellung LNVG

LNVG als SPNV-Aufgabenträger

- nach § 8 NNVG nimmt die LNVG die Funktion des SPNV-Aufgabenträgers (AT) wahr, mit:
  - Organisation, Ausschreibung und Finanzierung des SPNV
  - Insgesamt sind 27 Verkehrsverträge mit Beteiligung LNVG geschlossen, davon 15 unter Federführung der LNVG
- Betriebsleistungen im Bereich der LNVG:



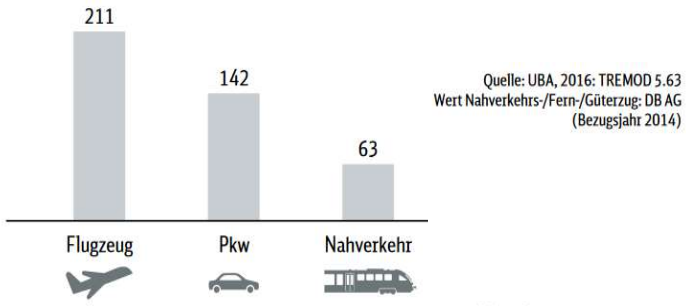
- Wo kommen wir her? Wo wollen wir hin?
- Netz, Fahrzeug, Tankstelle, Instandhaltung
- Vorbereitungen für den Betriebsstart
- Betriebserfahrungen
- Zeitplan

Wo kommen wir her?

- Umweltbelastung durch die Verkehrsträger
  - Vergleich der CO2-Emissionen
  - Schienenverkehr ist am umweltfreundlichsten
  - Eigentlich steht der SPNV gar nicht schlecht da!

CO_2e-Emissionen im Verkehrsmittelvergleich

Personenverkehr in Gramm pro Person und Kilometer (g/Pkm)



- heutige Dieselfahrzeuge im SPNV
  - Weiterentwicklung in den Abgasnormen
  - Katalysatoren und Zusatzstoffe
  - neue Fahrzeuge erfüllen Vorgabe nach Stage IIIa und IV
  - trotzdem ist die Umweltbelastung sichtbar

Quelle: LNVG

Wo wollen wir hin?

Reduzierung Lärm – Emission

	Lint 54 der LNVG	iLint
außen: im Stand	65 dB	63 dB
außen: bei Anfahrt 0-30 km/ h	82 dB	80 dB
innen: im Stand, Fahrgastraum	74 dB	64 dB
innen: bei 140 km/ h, Fahrgastraum	74 dB	70 dB

Quelle: Verträge LNVG – Alstom

Die LINT X sind ca. 60 % leiser wie vergleichbare Dieseltriebzüge Nachweise wurden mittlerweile erbracht

Reduzierung CO_2 – Emission

Heute werden mit 15 LINT 41 pro ca. 2,1 Mio. km pro Jahr gefahren. Die Fahrzeuge verbrauchen dafür ca. 1,6 Mio. l Diesel. Das dabei erzeugte CO_2 fällt nicht mehr an.

CO_2-Reduzierung von ca. 4.400 t pro Jahr bei Nutzung Bestandswasserstoff

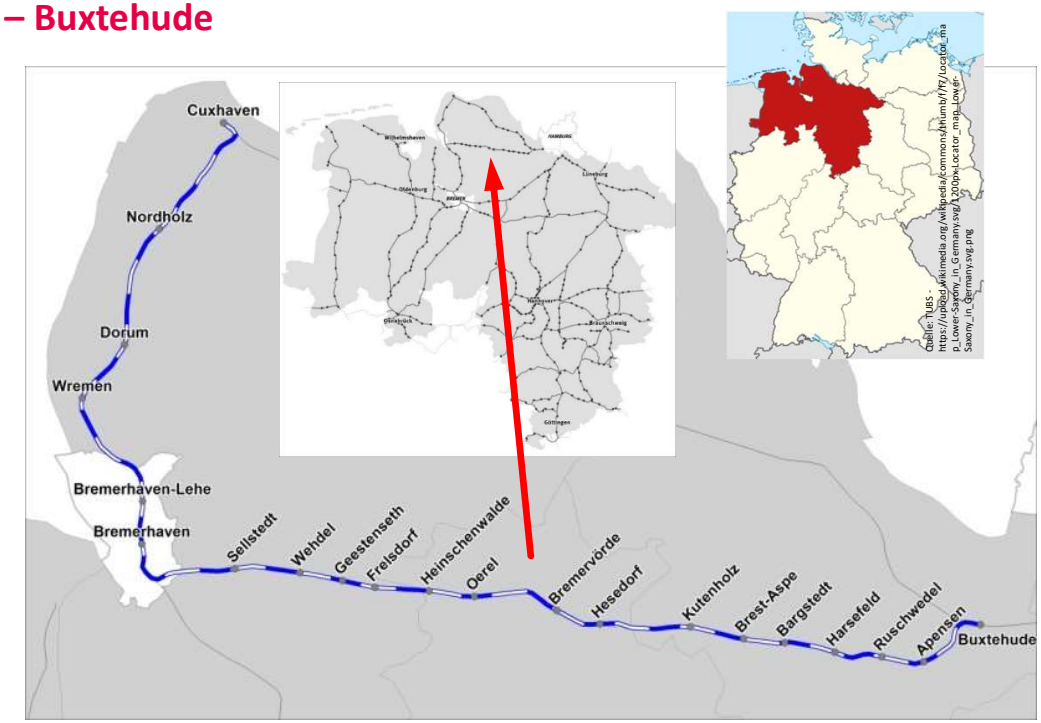
Ab ca. 2025 soll der Wasserstoff vor Ort und Nutzung von Wind- und Solarstrom produziert werden.

CO_2-Reduzierung von ca. 9.000 t pro Jahr bei Wasserstofferzeugung aus Windstrom

Einsatznetz

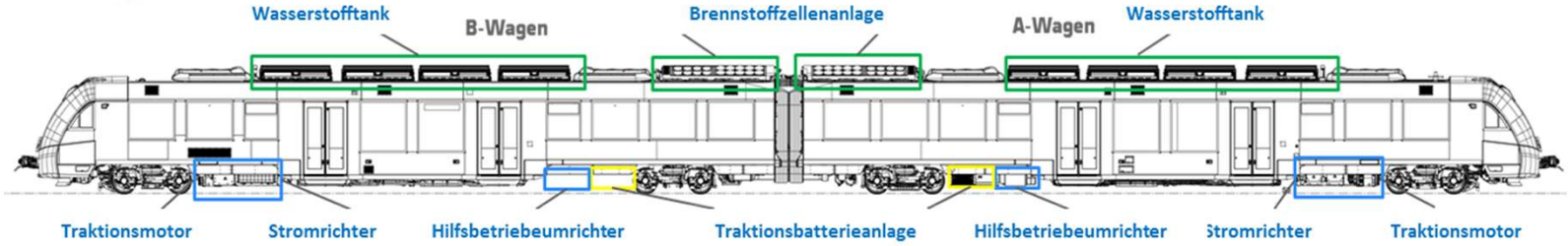
Cuxhaven – Bremerhaven – Bremervörde – Buxtehude

- Streckentyp: eingleisige Nebenbahn
- Streckenlänge: 123 km
- Anzahl Stationen: 21
- Haltestellenabstand: Ø 9 km
- Betreiber: Eisenbahnen und Verkehrsbetriebe Elbe-Weser (evb)



Brennstoffzellentriebzüge der LNVG

Fahrzeug LINT X



Quelle: Alstom

technische Daten:

- 156 Sitzplätze
- 140 km/h Höchstgeschwindigkeit
- ca. 119 t Gesamtmasse
- 54,27 m Triebzuglänge
- 2 Brennstoffzellenanlagen
- 2 x 397 kW Leistung am Rad
- 2 Wasserstofftanks a 130 kg
- ca. 1.100 km Reichweite
- Verbrauch ca. 20 – 25 kg H_2 pro 100 km

Randbedingungen für den Einsatz:

- 12 Fahrzeuge für den Betrieb
- 2 Fahrzeuge für Instandhaltung (incl. Revision)
- vorgegebener Betankungsplan
- Betankung an Wasserstofftankstelle in Bremervörde
- Instandhaltung in Bremervörde

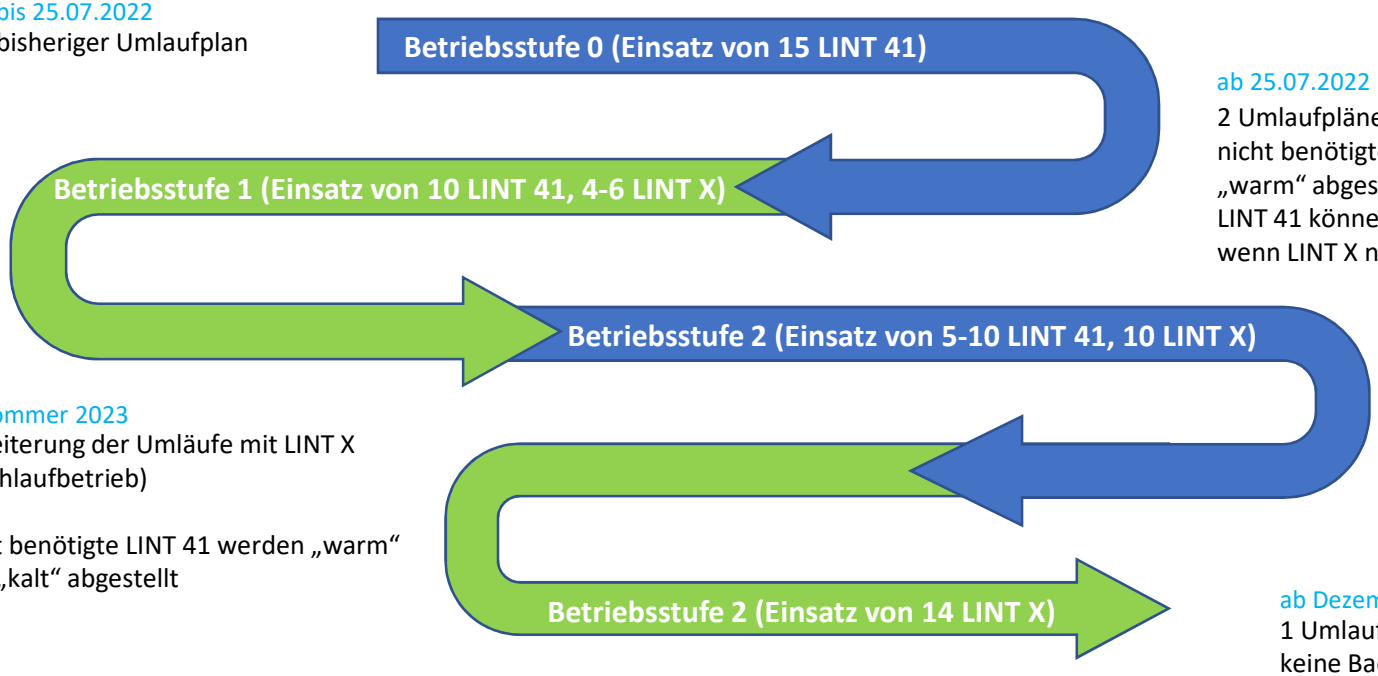
Betankung der LINT X

Wasserstofftankstelle in Bremervörde

Vorbereitungen für den Betriebsstart

Übergangsphase LINT 41 zu LINT X

bis 25.07.2022
bisheriger Umlaufplan



ab 25.07.2022
2 Umlaufpläne
nicht benötigte LINT 41 (Backup-Flotte) werden „warm“ abgestellt.
LINT 41 können unverzüglich eingesetzt werden, wenn LINT X nicht zur Verfügung stehen

ab Sommer 2023
Erweiterung der Umläufe mit LINT X (Hochlaufbetrieb)

nicht benötigte LINT 41 werden „warm“ und „kalt“ abgestellt

ab Dezember 2023
1 Umlaufplan
keine Backup-Flotte vorhanden

Vorbereitungen für den Betriebsstart

Maßnahmen bei der LNVG

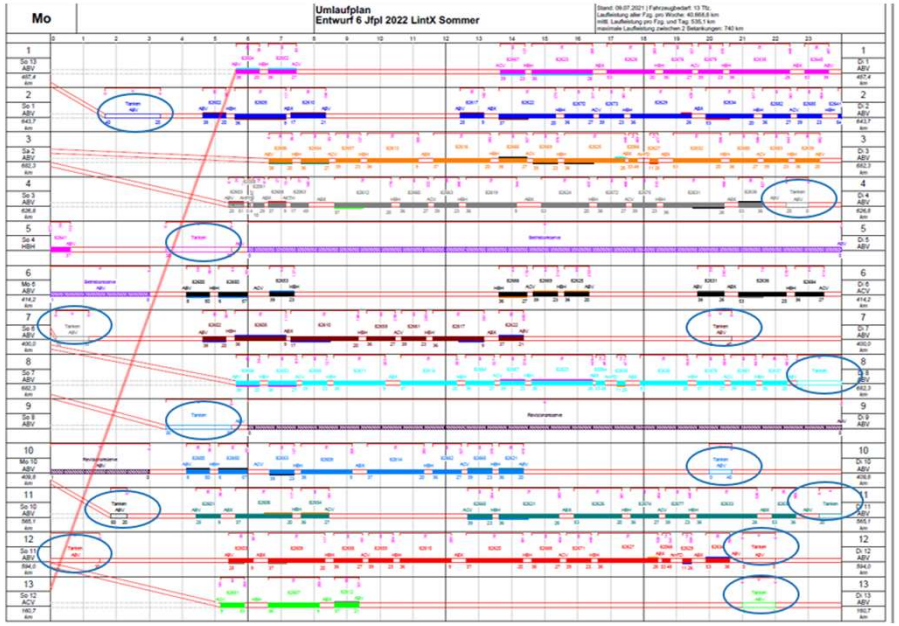
- Backupflotte
  - weitere Vorhaltung der Bestandsfahrzeuge mit Betrieb und Instandhaltung, keine Veränderung der Einsatzstrukturen
  - neue Fahrzeuge „ersetzen“ die alten Fahrzeuge, erst temporär, dann sukzessive bis zum vollständigen Ersatz
- Hochlaufbetrieb
  - sukzessives Einphasen der neuen Fahrzeuge in den Betrieb
  - System aus Fahren, Betanken und Instandhalten kann sich langsam entwickeln
  - Fehlerauswirkungen sind geringer, Korrekturen einfacher möglich
- kein Betreiberwechsel
  - Nutzung der vorhandenen Strukturen, Personale und Ressourcen
- Werkstatteinrichtung
  - Verantwortlichkeiten für Instandhaltung mussten nicht neu geregelt werden
  - keine neue Werkstatt erforderlich, nur kleine Anpassungen notwendig
  - Konzentration auf Personalschulung und geänderte Arbeitsanweisungen

„kein Start von 0 auf 100“

Vorbereitungen für den Betriebsstart

Maßnahmen beim EVU

- Einbindung der EBL / Sicherheitsmanager
  - Prüfung der Zulassungsunterlagen
  - Erstellen/Anpassen der betrieblichen Regelwerke
- Schulung der Tf
  - Multiplikatoren Schulung durch den Hersteller
  - Dauer ca. 8 Monate bei ca. 50 Triebfahrzeugführern
  - ein Fahrzeug stand dauerhaft für das EVU zur Verfügung
- Probefahrten
  - im Rahmen der Schulung und ohne Fahrgäste
  - auch schon vor Zulassung möglich, ggf. nur Standschulung
- Umlaufplangestaltung
  - ausgerichtet an den Betankungsdauern und –zeiten
  - Separierung der Umläufe Backupflotte und neue Fahrzeuge



Vorbereitungen für den Betriebsstart

„jeder Fehler hilft“

Fahrzeuginstandhaltung

- Werkstattinfrastruktur
  - Neubau einer Werkstatthalle (ein Gleis) als Ergänzung der vorhandenen Infrastruktur
  - Anpassung der vorhandenen Halle (ein Gleis) und Anpassung der Werkstattprozesse
- Hochlauf der Instandhaltungsaktivitäten
  - Kombination Instandhaltung Backup-Flotte und neue Fahrzeuge
  - sukzessive Steigerung der Instandhaltungsaktivitäten
  - Einbindung Gewährleistungsabarbeitung in die Instandhaltungsprozesse („Alstom macht Beides“)
- aktueller Fokus
  - Erfahrungen des täglichen Betriebs sammeln
  - Beseitigung von Kinderkrankheiten
  - Fehleranalyse

Betriebserfahrungen

Maßnahmen zur Stabilisierung des Betriebes

- Software- und Hardwareupdates
  - mehrere Software-updates bei den Brennstoffzellen und im Energiemanagement
  - Änderungen im Stromlaufplan
  - Ersatz von qualitativ ungenügenden Bauteilen
  - mittlerweile Einsatz der dritten Generation von Hochleistungspumpen (H2-Blower)

- betriebliche Maßnahmen
  - Einsatz der Backup-Flotte
  - permanente Anpassung der Umlaufpläne

Schwierigkeiten sind kein Technologieproblem, sondern in weiten Teilen Bauteilprobleme

Betriebserfahrungen

SOLL

- Betankung
  - Dauer: 15-20 min bei 20 °C Außentemperatur
  - Betankung zu jeder Tageszeit uneingeschränkt möglich
  - vollständige Ausnutzung des Tankinhaltes
- Wasserstoffverbrauch
  - rechnerisch ca. 22 kg pro 100 km
  - Standzeiten und Abstellung nicht real berücksichtigt
- Vorbereitungs- und Abschlussdienste
  - gemäß Vorgaben durchzuführen
  - Dauer jeweils ca. 20 Min
- Verfügbarkeit
  - immer 11 Fahrzeuge zur Verfügung (100 %)
  - Zuverlässigkeit ermöglicht störungsfreien Einsatz

IST

- Betankung
  - Betankungszeiten sind stark temperaturabhängig
  - Verlegung der Betankung in die Nacht
  - Tankinhalt derzeit nur bis 100 bar Restdruck nutzbar (fehlender Nachweis)
- Wasserstoffverbrauch
  - nachgewiesener Verbrauch bei bis zu 28 kg pro 100 km
  - bis zu 300 min Standzeit mit Wasserstoffverbrauch
- Vorbereitungs- und Abschlussdienste
  - automatisches Vorkonditionieren softwarebedingt nicht möglich
  - Shutdown-Prozess der Brennstoffzelle langwierig
- Verfügbarkeit
  - nur sechs Fahrzeuge ausgeliefert
  - permanente korrektive Instandhaltung

Zeitplan

Betriebsaufnahme
2 Fahrzeuge Betrieb
4 Fahrzeuge Instandhaltung
Tankleistung* ca. 20 %

Betriebsaufnahme
2 Fahrzeuge Betrieb
4 Fahrzeuge Instandhaltung
Tankleistung* ca. 40 %

Erweiterung Betrieb
4 Fahrzeuge Betrieb
2 Fahrzeuge Instandhaltung
Tankleistung* ca. 50 %

vollständiger Betrieb
12 Fahrzeuge Betrieb
2 Fahrzeuge Instandhaltung
Tankleistung* ca. 100 %

*) bezogen auf die maximal mögliche tägliche Betankungsmenge von 1.600 kg pro Tag

Vielen Dank!

Thomas Nawrocki
Bereichsleiter Fahrzeugmanagement

Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen mbH (LNVG)
Kurt-Schumacher-Str. 5
30519 Hannover

Tel: 0511 / 53333 – 115
E-Mail: nawrocki@lnvg.de

LNVG
Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen mbH