

SCHOON EN EMISSIELOOS BOUWEN (SEB) IN DE SPOORSECTOR

5 februari 2026
14.30 uur | Railcenter

SPOOR  KRACHT 9

ProRail
rail center

Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB)

Spookracht 9

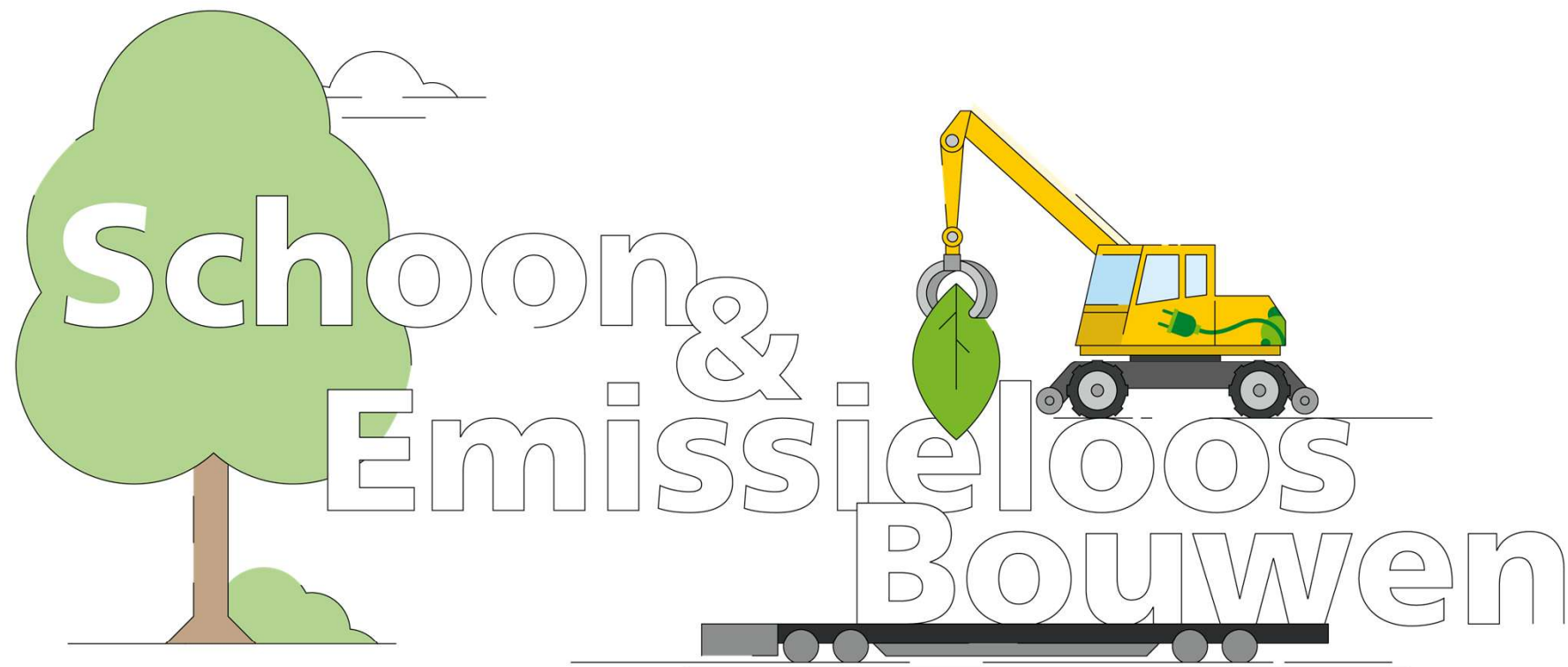
Tjard Breteler, Maarten
Mulder & Frédérique
Dorenstouter

5 februari 2026



ProRail

Verbindt. Verbetert. Verduurzaamt.



Inhoud

- Schoon en Emissieloos Bouwen
 - Aanleiding
 - Urgentie
- Tijdspad SEB
- Aanpak SEB bij ProRail
- Pilots onderstations & verkenning innovaties bovenleiding
- Transitie naar zero emissie-techniek
- Oproep



Aanleiding

SEB is de gezamenlijke stap van de bouwsector naar schoner en toekomstbestendig werken en bestaat uit:

- **Implementatiebrief** Ministerie I&W
- ProRail **SEB-Convenant**
- EU/Nationale **regelgeving** geldt voor hele bouwsector + spoor
- **ZE-eisen & ingroeipaden** per materieelcategorie



Urgentie

De bouwsector levert grote bijdrage aan emissies door de inzet van bouwmaterieel en bouwtransport.

Dit is schadelijk voor:

- Natuur
- Klimaat
- Gezondheid
- Omgeving

SEB draagt bij aan:

- Continuïteit spoorwerkzaamheden
- Toekomstbestendig energiesysteem
- Behalen klimaatdoelen
- Gezonde werk- en leefomgeving
- ProRail: duurzame en verantwoordelijke opdrachtgever



Tijdspad SEB-convenant

| Periode 2 | | | Periode 3 | | | Periode 4 | | | | | |
|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|------|------|----------------|
| 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2040 en verder |

UITFASEREN VERVUILEND MATERIEEL, INGROEIEN EMISSIELOOS MATERIEEL



100% ZE
Licht materieel
Bestelauto's
(N1)

100% ZE
Lichte
vrachtauto's
(N2)

Al het materieel en
bouwtransport 100%
ZE
(m.u.v. specialistisch
spoorn materieel, gedeelte
zware vrachtwagens)



Transitiepad per materieel categorie voor
Specialistisch spoorn materieel incl. spoorgebonden bouwtransport



Aanpak SEB bij ProRail

- 1. Regie via opdrachtgeverschap**
 - Inkoop en contractering.
 - Investerings, innovatie & inzet ZE-materieel
- 2. Marktperspectief**
 - Eenduidige & consequente langetermijnaanpak.
 - Normeren = verplichte emissie-eisen
 - Stimuleren = gunningsvoordelen
- 3. Wegnemen van belemmeringen**
 - Mogelijk maken inzet emissieloos materieel
- 4. Continue dialoog**
 - Monitoren voortgang
 - Reflectie op aanpak
 - Actief delen geleerde lessen
- 5. Doelmatige en maatschappelijk verantwoorde inzet van middelen**
 - Oog voor betaalbaarheid
- 6. Uniforme kaders en werkwijzen**
 - Kwaliteit
 - Betrouwbaar
 - Veilig



Pilots onderstations & verkenning innovaties bovenleiding



Pilot Vught 2024 – 2025

- Waardevolle inzichten
- Doorlevering stroom grootste uitdaging



Pilot Wolfheze 2025 – 2026

- Stikstofprobleem
- Technische specificaties en ontheffingen
- Pilot net gestart



Pilot Meeteren 2025 – 2026

- Aanwezige assets \neq stroom beschikbaar
- Verschillende laadconcepten
- Start vertraagd



Conclusies

- Juridisch en fiscaal alleen mogelijk met ontheffing
- Aansluiting op ProRail assets alleen bij hoge uitzondering
- Verkenning Onderhoud

Verkenning innovaties bovenleiding

- Marktconsultatie (2024)
- Gesprekken HFM, RET & Transdev (2025)
- Innovatieverkenning buitenlandse partij (2025)



Conclusies

- Geen technologische oplossing
- Verkenning specialistisch spooormaterieel





Transitie naar Zero Emissie-techniek

Wat gebeurt er vanuit het programma i.r.t. techniek?

- Opschaling Koploperprojecten
- Ontwikkeling aparte aanpak specialistisch spoormaterieel
- Verdere uitwerking laadstrategie

Kansen

- Pionieren wordt realiteit
- Aantal laadpunten neemt snel toe
- Markt & opdrachtgevers

Uitdagingen

- Netcongestie
- Toelatings- en certificeringsproces
- Transitie in denken en werken



Oproep

Deel kansen en concrete
hulpvragen waar wij als
ProRail mee aan de slag
kunnen om de transitie naar
ZE-materieel te versnellen

Tjard Breteler

tjard.breteler@prorail.nl

Maarten Mulder

maarten.mulder@prorail.nl

Frédérique Dorenstouter

frederique.dorenstou@prorail.nl

Strukton Batterij Locomotief

Aad Onderwater
Business Manager Strukton Rail Equipment



Strukton

Wat is de Strukton Batterij Locomotief?



De Strukton Batterij Locomotief (SBL) is een elektrische 1700 locomotief gekoppeld aan een Energy Storage System (ESS) op een SGNS-wagon. De ESS kan de locomotief van voeding voorzien wanneer er geen bovenleiding beschikbaar is.



Waarom deze innovatie?



Strukton Rail heeft de ambitie om emissieloos te werken. Door het inzetten van de batterij locomotief:

- is er geen afzonderlijke diesellocomotief meer nodig tijdens, bijvoorbeeld, rangeerwerk op emplacementen waar geen bovenleiding beschikbaar is.
- op een project waar de tractievoorziening en/of de bovenleiding om veiligheidsredenen buitendienst is.

De batterij locomotief rijdt:

- met een rangeersnelheid onder de 25km/h;
- met een minimale last van 300t;
- minimaal 30 minuten.



Wie werkt aan deze innovatie?



De ontwikkeling van de batterij locomotief is een samenwerking van Strukton Rail Equipment en Strukton Power. Alleen het batterijsysteem is aangeschaft.



De ontwikkeling is een interne ontwikkeling en samenwerking van Strukton:

- Strukton Rail Equipment is de eigenaar van de locomotief en de SGNS wagon.
- Strukton Power is de ontwerper en bouwer van het ESS systeem.

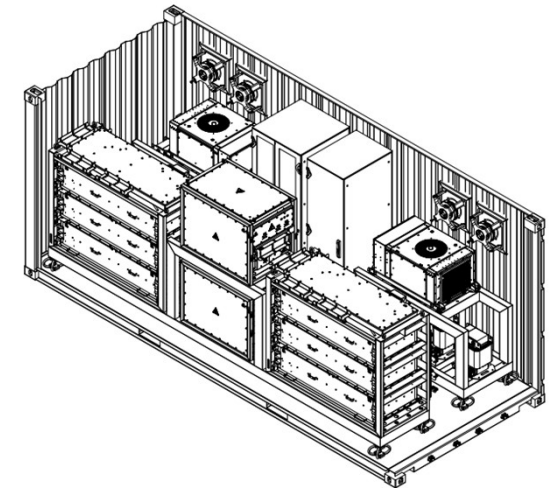
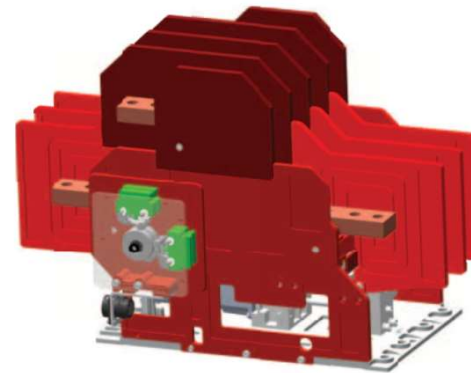


Wat hebben we gedaan?



Om de locomotief te koppelen met de ESS zijn de volgende aanpassingen/toevoegingen uitgevoerd:

1. Het ontwerpen van de ESS. Deze bevat een batterijsysteem, stroomconvertoren en hulpstroomconvertoren.
2. Om het ESS elektrisch te koppelen aan de locomotief zijn er een minimale aanpassingen gedaan:
 - Het plaatsen van een configuratiecontactor .
 - Het plaatsen van een bedieningspaneel (MMI mensmachine-interface) in beide cabines van de locomotief. Zie volgende slide.
 - Het plaatsen van bijbehorende schakelingen.
3. De elektrische koppeling wordt gerealiseerd met kabels die voorheen voor de verwarming van treinstellen werden gebruikt.

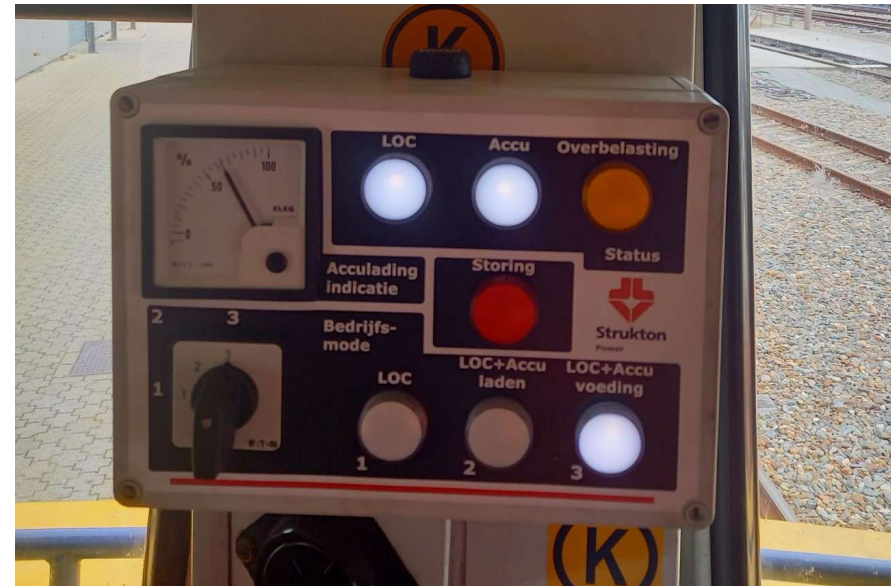
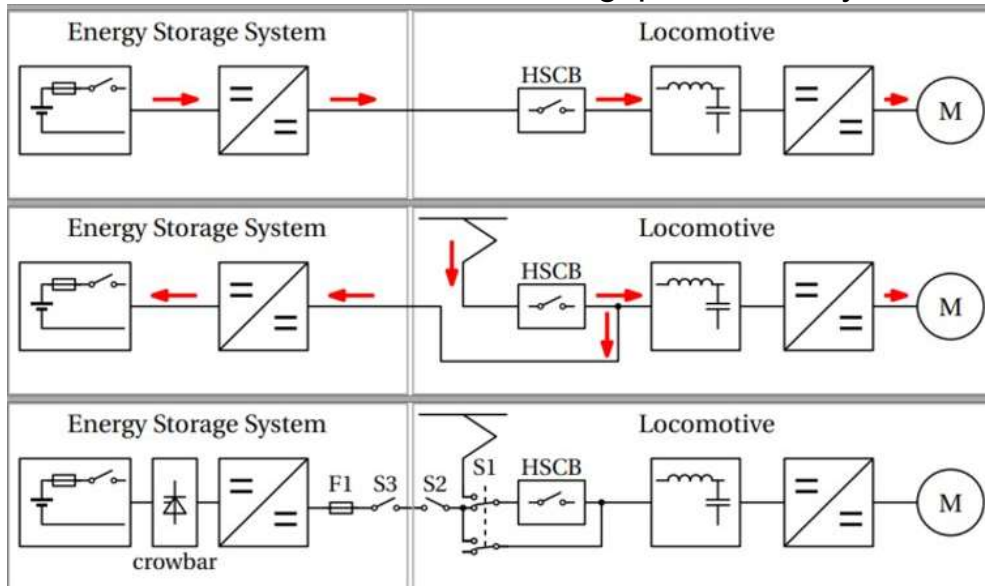


Hoe werkt de Batterij Locomotief?

De batterijlocomotief heeft 3 bedrijfsmodi:

1. De locomotief kan stand-alone werken – *wordt gevoed via de bovenleiding*
2. De locomotief kan het ESS opladen via de bovenleiding – *rijdt in normale modus maar de ESS laadt op via de bovenleiding*
3. De locomotief wordt aangedreven door het ESS zonder gebruik te maken van de bovenleiding

De machinist kan via het bedieningspaneel het systeem aansturen:



Waarom deze innovatie?

- Strukton Rail wil koploper zijn en blijven op gebied verduurzamen en emissieloos materieel
- Focus op retrofitten eigen materieel
 - Materieelstukken krijgen tweede leven
 - Circulair
 - Aansluiting met kennisinstututen, bijv. TNO
- Door het inzetten van de batterij locomotief:
 1. is er geen afzonderlijke diesellocomotief meer nodig tijdens, bijvoorbeeld, rangeerwerk op emplacementen waar geen bovenleiding beschikbaar is.
 2. op een project waar de tractievoorziening en/of de bovenleiding om veiligheidsredenen buitendienst is.
- Naast innovaties belangrijk dat wet- en regelgeving up to date is om innovaties toe te mogen laten passeren op spoor



Het resultaat



Waar staan we nu?



Testen t.b.v. de toelating in 2025:

- ✓ EMC metingen
- ✓ Stoorstroommetingen
- ✓ Assentellermetingen
- ✓ Detectieritten
- ✓ Performance testen met o.a. 1,5 uur rijden met 700 ton in mode 3.

In Q1 2026 het dossier laten beoordelen door de AsBo, DeBo, NoBo & aanvraag doen bij OSS.

Lessons Learned

Doorlooptijd vanaf ontwerp, technische oplevering, testritten en dossier van 2019 t/m 2026

Ontwerp:

- Het koppelen van de ESS heeft een significante impact op het ontwerp en het functioneren van de locomotief → nieuw type toelating
- Onvoldoende zicht voor de machinist door hoogte van de container bij achteruit rijden → extra machinist/rangeerder benodigd!

Logistiek: Omrangeren van de container naar de andere kant van de locomotief is nodig om te vertrekken van de werklocatie.

Certificering: retrofit van een 'oude' locomotief versus het voldoen aan de huidige wet- en regelgeving

- Ontbreken van compleet onderhoudsdossier sinds de bouw van de 1700 locomotieven
- Ontbreken van een stroomdetector
- Ontwerp & bouw parallel laten lopen aan het opbouwen van het dossier



Vragen?



Aad Onderwater

Business Manager SREq

Aad.onderwater@strukton.com

06 53 48 02 27



NIJHUIS ENGINEERING DRONTEN B.V.

SPOORKRACHT

GESCHIEDENIS NIJHUIS ENGINEERING

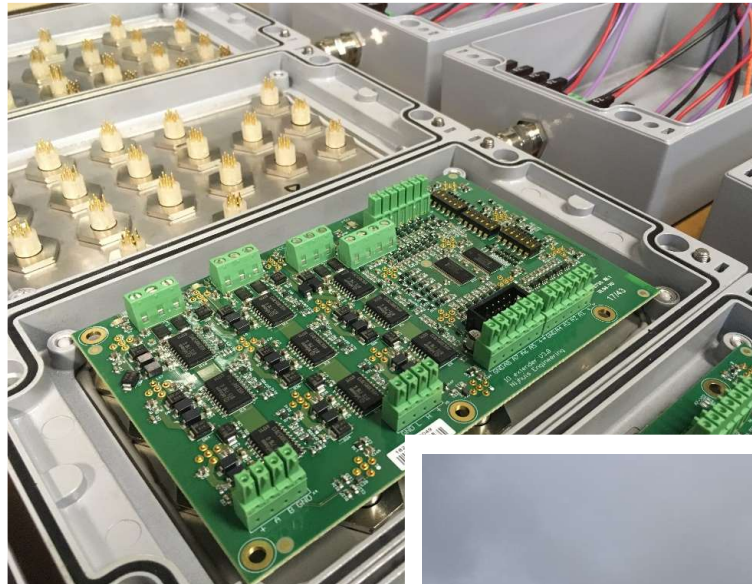
- Opgericht in 1979 door Hans Nijhuis
- 1980/1981 Eerste LMB voor Graafmachine, Wiellader en Verreiker.
- 2013 overname door Willem and Johan van Arkel
- 2014 Railics LMB systeem voor spoorwegmachines
- 2019 BE-AR System voor A918 Compact
- 2021 Gestart met ontwikkeling voor elektrische machines



Spoorkracht

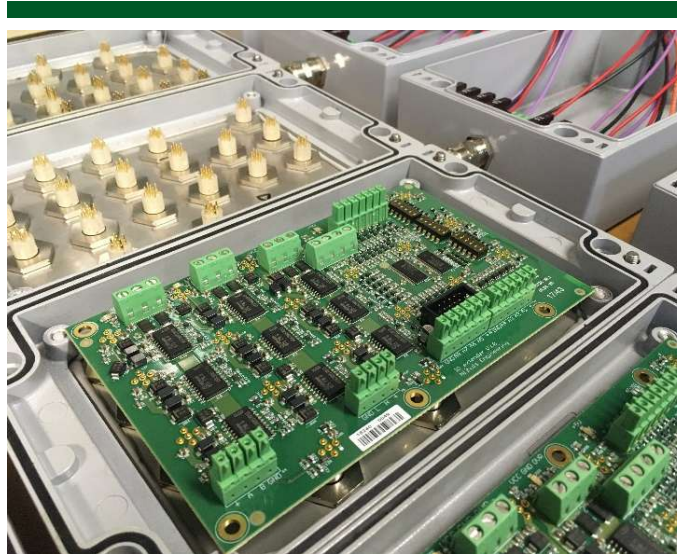
ONS SPECIALISME

- Veiligheidssystemen
- Weegsystemen
- Multifunctioneel aanpassen 'bouw' machines
- TM Constructie
- Hoogwerker aanpassingen
- AI gedreven camerasystemen
- Elektrificatie



ALLES IN EIGEN HUIS

- Software Engineering
- 3D Engineering
- Elektronica
- Hydrauliek
- Constructie





RAILICS & HELICS

- Digitale uitlezing actuele last en vlucht
- Hoogte-/ zwenkbegrenzer
- Maximale lasttabellen door eigen ontwikkelde platform
- Approved by Network Rail RIS1530-6
- Uit te bereiden met Personenherkenningscamerasysteem
- Uit te bereiden met 3D GPS



VEILIGHEIDSYSTEMEN

- Whelics
- Vibralics
- Thelics
- Recolics
- Demolics
- Heighlics
- Arealics





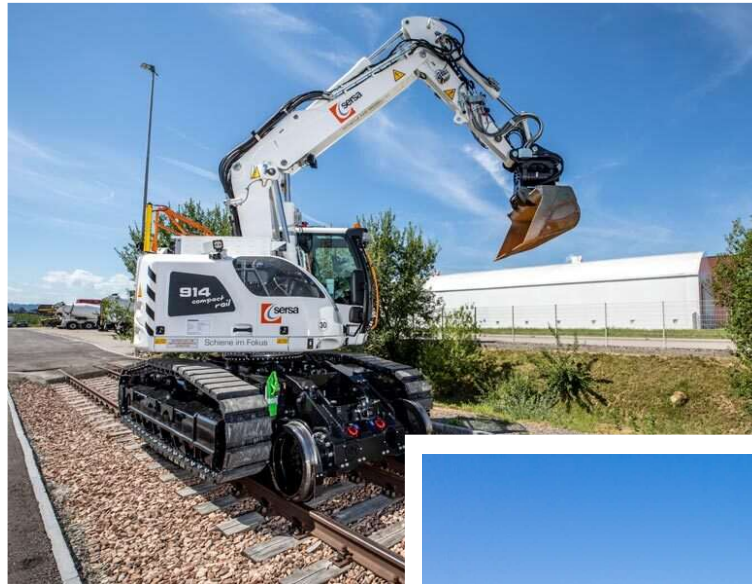
WEEGSYSTEMEN

- Loadrite voor Wielladers
- Hex-Load voor graafmachines
- Agri-Load voor agrarische wagens



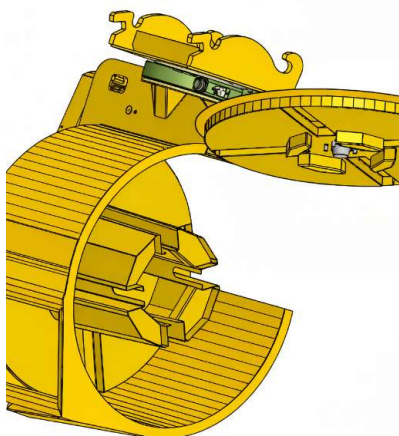
OMBOUW TOT SPOORWEGMACHINE

- Klant specifiek
- 9A, B en C ombouw
- Complete ombouw van graafmachine tot spoorwegmachine



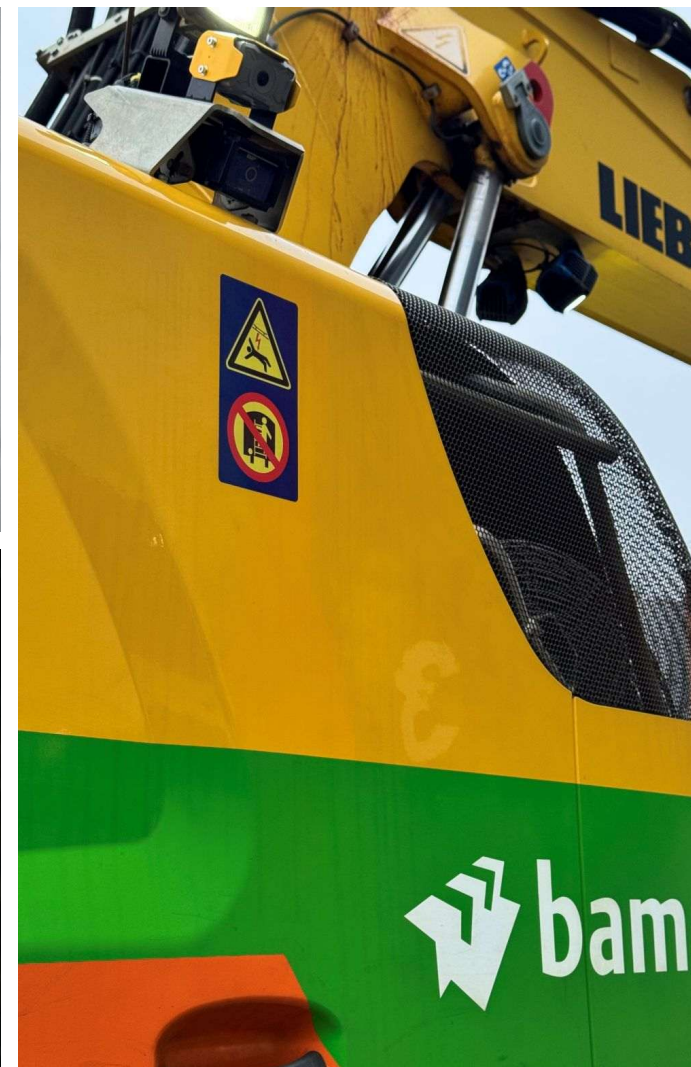
HIJSMASTEN EN HULPSTUKKEN

- Hulpstukken op maat
- Hijsmasten voor graafmachines en wielladers
- Op- afrol haspels
- Robuust en klant specifiek



RAILICS VISION AI GEDREVEN CAMERASYSTEEM

- Speciaal ontwikkeld voor spoorwegmachines
- Automatisch verstelbare zone op basis stand van de bovenwagen
- Rijsnelheid afhankelijk
- Alarmeert enkel bij persoonsdetectie in gevarenzone



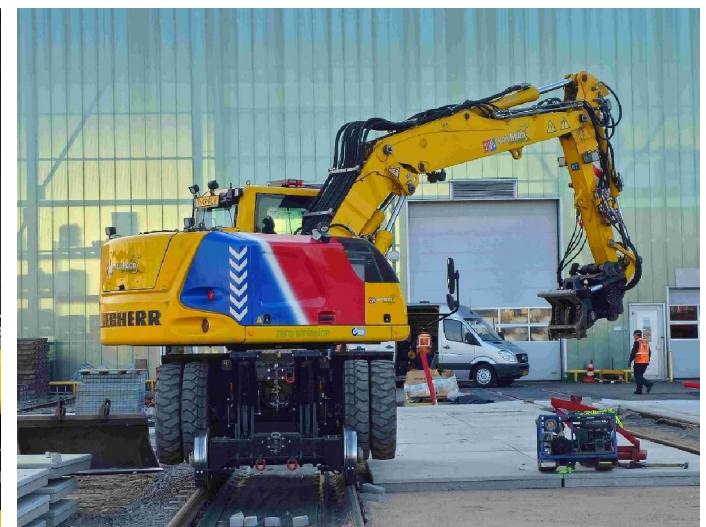
ELEKTRIFICATIE

- Opgebouwd op diverse machines
 - Liebherr A918, A922 Rail, R920 en R922
 - Liebherr A922 Rail met Elektrisch aangedreven onderwagen
 - Atlas I60Wsr
- Alles ontwikkeld in eigen huis



ELEKTRIFICATIE: ONS CONCEPT

- Elektrificatie dicht bij het originele machine ontwerp
 - Volledige integratie
 - Binnen originele bouwvorm
- Hoge efficiëntie
 - Speciale elektromotor
 - Warmtepomp voor efficiënt verwarmen en koelen
 - Elektrisch rijden
- AC/DC laden en DC/DC (snelladen)
- Data logging en uitlezen op afstand



SPECIFICATIES MACHINES

Atlas 160Vsr

- 2x Verwisselbare 122kWh accu (Totaal 244kWh)
- Mogelijkheid tot wisselen beide accu's
- Gemiddelde werktijd 5-7uur
- Zwenkradius van 1,75m

Liebherr A918 en A922 Rail

- 1 vast en 1 verwisselbaar accupakket totaal
- 165 kWh per pakket 710VDC (totaal 330 kWh)
- Laden via CCS2, 16/32Ampere en DC Snel laden
- Warmtepomp
- Gemiddelde werktijd 8-10uur

Liebherr A922 (elektrisch aangedreven onderwagen)

- Elektrisch aangedreven BE-AR Railsysteem
- Elektrisch aangedreven versnellingsbak voor wegmodus
- 3x vast accupakket 165kWh (totaal 495kWh)
- Warmtepomp
- Regeneratief remmen mogelijk
- Gemiddelde werktijd 14-18uur

ERVARINGEN: ELEKTRIFICATIE KOST VEEL ENERGIE

- Elektrificatie doen we samen!
- Technische aspect
- Het gebruik in de praktijk
- Knelpunten
- De prijs bepaald uiteindelijk het succes



LAADMOGELIJKHEDEN EN KOSTEN

| Laad mogelijkheden | Kosten/ kWh | Prijs per Liter Diesel | Gem. kosten/ inzet (300 kWh) |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Laden bij een extern laadpunt | €0,65 - €1,10 (€0,50 accu kosten en € 0,50 transport) | € 6,60 - € 8,40 | € 495 - € 630 |
| DC/DC laden aan een power box | €2,5 – €4,5 | €10,00 - €18,00 | € 750 - € 1.350 |
| Laden aan waterstof aggregaat | Niet uitgerekend, onlogisch | | |
| Laden van het grid (de paddenstoel) | €0,25 per kWh | € 1,00 | € 75,- |
| Laden bij een onderstation | € 0,10 | € 0,40 | € 30,- |
| Laden via de rijdraad | € 0,10 | € 0,40 | € 30,- |

DE TOEKOMST, GAAN WE DE DOELEN HALEN?

- Financiële motivatie voor aannemers en verhuurbedrijven
- Nog te weinig betaalde inzetten elektrisch materiaal, veel pieken en niet structureel
- Beloningsstructuur
- Gebruik maken van de bestaande infra (bovenleiding en onderstations)
- Wij hebben ideeën, wie doet er mee?



Spoorkracht

**NIJHUIS
ENGINEERING**

VRAGEN?



Spoorkracht vervolg:

Spoorkracht 10 - Perrons!
Donderdag 2 april 2026

Spoorkracht 11 – Spoorstaafonderhoud
Woensdag 3 juni 2026

<https://www.railcenter.nl/spoorkracht>

**Wil je zelf een onderwerp bespreken of heb je vragen:
Neem Contact op met Sander de Weerd van ProRail AM
Techniek: sander.deweerd@prorail.nl**

SCHOON EN EMISSIELOOS BOUWEN (SEB) IN DE SPOORSECTOR

5 februari 2026
14.30 uur | Railcenter

SPOOR  KRACHT 9

ProRail
rail center