

Slimmer & Goedkoper Asset Management

De uitrol van draadloze IoT-sensoren op het spoor wordt geremd door hoge batterij-onderhoudskosten en logistieke veiligheidsrisico's.

De haalbaarheid van dit energy harvesting-concept hangt direct samen met de geometrische toegankelijkheid van de infrastructuur

De Innovatie: De WaveHarvester zet micro-spoortrillingen direct om in elektrische energie, bruikbaar voor low-power IoT devices en sensing

Spoorwegtechnische Scope:

- **Toepasbaar:** Vrijliggend ballast- en tunnelspoor (**Vignetrail**). De railziel biedt een perfect beschermde montagepositie buiten het profiel van vrije ruimte, gevrijwaard van wielflazen of ballast.
- **Niet toepasbaar:** Ingebouwd tramspoor (**Groefrail**). De ziel is hier niet toegankelijk zonder ingrijpend graafwerk of bevestiging in de fabriek.

Validatie & Partners

Dit innovatieve engineeringconcept is tot stand gekomen door een samenwerking tussen:

Hogeschool Utrecht (minor railtechniek)

LV Energy (energy harvesting)

GVB Engineering (infrastructuur en validatie)

Met dank voor de waardevolle input van Satish Jawalapersad, Ayodeji Babalola S. (LV Energy), Peter ter Haak en Thomas Genis (GVB)

Interesse? Contact:

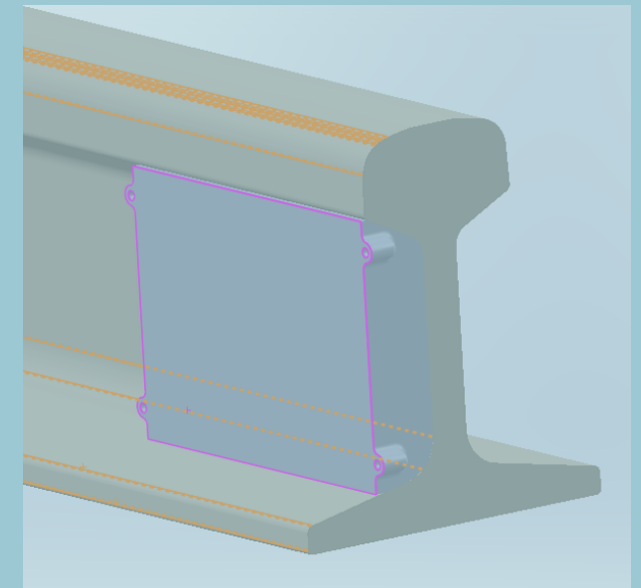
aaron.terkeurs@student.hu.nl

Seminar
Minor Railtechniek

Non-Invasieve Energy Harvesting op het GVB Spoor

Werktuigbouwkundig Casing-ontwerp voor de WaveHarvester

Draadloze sensoren autonoom voeden via mechanische spoortrillingen

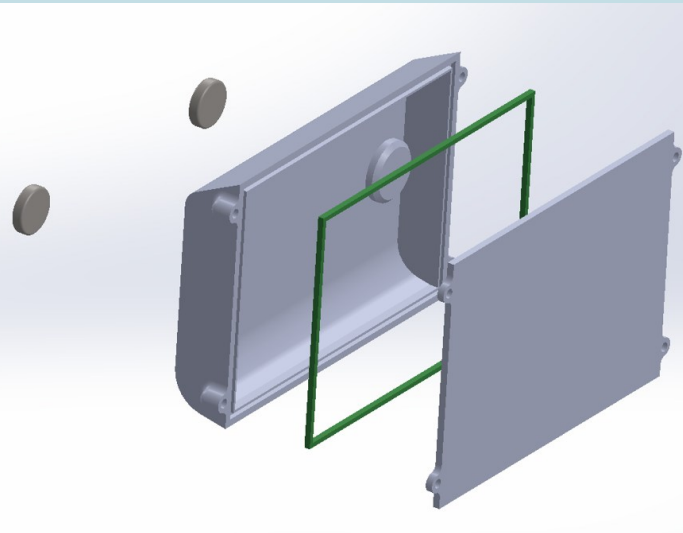


Aaron ter Keurs
25 juni 2026

Modulaire Casing & Bevestigingsinterface

Sleutelkenmerken van de interface:

- **100% Non-Invasief:** Bevestiging vindt uitsluitend plaats op basis van magnetische aantrekkingskracht. Er is geen noodzaak voor boren of lassen, waardoor elk risico op structurele spoorbreuk of microscheuren in de railziel is uitgesloten
- **Operationeel Montagegemak:** Handmatige installatieprocedure zonder gereedschap. De totale handlingstijd in de baan bedraagt **minder dan 1 minuut**, wat buitendienststellingen minimaliseert.



HET PROBLEEM

Draadloze sensoren voor conditiemonitoring van spoorstaven hebben stroom nodig. Batterijen zijn duur, moeten vaak worden vervangen en zijn lastig bereikbaar in tunnels.

DE OPLOSSING

LV Energy's WaveHarvester wekt energie op uit spoortrillingen, maar de bestaande hardware past niet op het GVB-spoor en mist een veilige bevestiging.

MIJN ONDERZOEK

Ontwerp van een geminiaturiseerde behuizing & non-invasieve magnetische interface voor montage aan de railziel. Er is rekening gehouden met strenge eisen en werktuigbouwkundige onderbouwing van ontwerpkeuzes.

DE RESULTATEN

Mechanische Belastingsverificatie:

Benodigde klemkracht (worst-case schokbelasting van 5g bij wissels): 22,5 N

*Beschikbare magnetische houdkracht: **60–80 N***

Gerealiseerde Veiligheidsfactor: 2,7 tot 3,6

Betrouwbaarheid van het model: Binnen deze berekening is een totale effectieve luchtspleet van 0,125 mm (coating + railruwheid Rz 50), een magnetische verouderingstermijn van 10 jaar en een thermische reductie bij extreme spoorstaaptemperaturen **volledig** ingerekend.

Trillingskarakteristieken: Het systeem is trillingstechnisch afgestemd op een dominante metrofrequentie van **5–10 Hz** (richtwaarde **8 Hz**) bij een amplitude van 0,2–0,3 mm

Energieopbrengst: De theoretische opbrengst bedraagt ca. **0,01 J per metro-passage**. Dit is ruim voldoende om een laagvermogen sensor voor conditiemonitoring continu en autonoom te voeden.

"OPKLAPPEN MAAR"

STROOMLOOS WERKEN BOVENOP DE TREIN

Onderzoek naar een opklapbare bovenleiding voor
NS-onderhoudswerkplaats in Eindhoven



! Het probleem

Bij onderhoud aan modern
treinmaterieel, zoals de ICNG,
bevindt veel techniek zich op
het van de trein.



Hoogspanning
componenten



Airco
installaties

De vast bovenleiding staat
onder 1500 V DC en bevindt
zich dicht op het dak. Dit zorgt
voor:

- ✗ Beperkte werkruimte
- ✗ Extra veiligheidsmaatregelen
- ✗ Geen vrije inzet van
bordessen of hijsmiddelen
- ✗ Inefficiënter onderhoud



Onderzoeksvraag ?

Welke opklapbare of verplaatsbare
bovenleidingsmethode is, binnen de
technische en veiligheidskundige
randvoorwaarden van NS
onderhoudsdepots, de meest
geschikte oplossing om veilig en
efficiënt onderhoud aan ICNG-treinen
mogelijk te maken?

Belangrijkste eisen

- ↑ Rijdraadhoogte
5700 +/- 10 mm + BS
- ⚡ Spanning
1500 V DC
- 🎯 Maximale afwijking
300 mm uit hart spoor
- ⌚ Verplaatsing binnen
120 seconden
- 🔒 Veiligheidsconcept
LOTOTO-integratie verplicht

Onderzoeksaanpak

🔍 1 Oriëntatie

Inventarisatie van:

- Eisen
- Randvoorwaarden
- Klantwensen
- Praktijkproblemen.



2 Analyse

Onderzoek naar:

- Stroomrails
- Opklapbare bovenleiding
- Veiligheid en wetgeving
- Gebouwgeometrie
- Kraan invloeden



3 Beoordeling

Vergelijking van
verschillende systemen
met een keuzematrix.

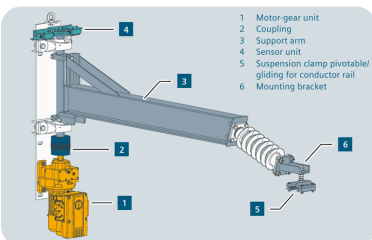


4 Advies

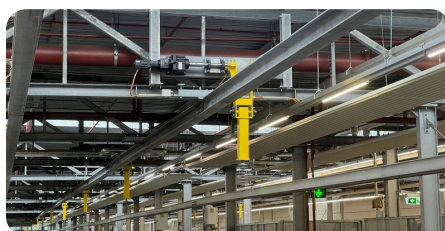
Onderbouwde keuze voor
de meeste geschikte
principe oplossing.

⚙️ Onderzochte systemen

1. Motorized support, zijwaarts verplaatsbaar



2. Recht omhoog klappen / draaien



Beste keuze:



Motorized support, zijwaarts verplaatsbaar

- ✓ Hoge reproduceerbaarheid
- ✓ Veilig werken op dakhoeve
- ✓ Geen conflict met bordessen
- ✓ Geschikt voor bovenloopkraan
- ✓ Compact integreerbaar in huidige
werkplaats

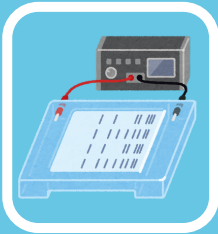


MINOR RAILTECHNIEK
HOGESCHOOL UTRECHT



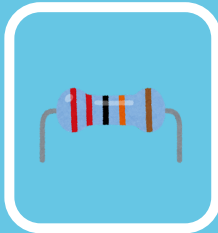
Amin Benchikar
1919367

Inzichten uit het onderzoek



Netcongestie

Remenergie vangen met een batterijopslag kan een overbelast net ontlasten.



Verbetering rendement

Het voeren van remenergie naar batterijopslag i.p.v. remweerstand leidt tot een efficiëntere spoorweg.



Prototype

Het op maat maken voor het Nederlandse spoornetwerk van de toekomst.



Toekomst beeld

Batterijopslag wordt relevanter, zowel op de trein als in de railinfrastructuur.

Onderzoeksmethode

“Welke rol kan **batterijopslag** in de trein spelen bij het **benutten van remenergie** op het Nederlandse spoor?”

Wat zeggen de experts?

Overleg met experts uit het Energievoorzieningsbureau ProRail voor advies, hoe staat het er nu voor?



Wat zegt de literatuur?



Hoe wordt remenergie op dit moment al toegepast?
Wat zijn uitdagingen en beperkingen in de huidige elektrische infra?

Wat verwacht ik voor de toekomst?

Hoe kan dit onderzoek bijdragen aan de ontwikkeling binnen de spoorsector?



Koji Cross

Student Elektrotechniek

K.D.Cross@student.hhs.nl

EEN ALTERNATIEVE TOEPASSING VOOR REMENERGIE



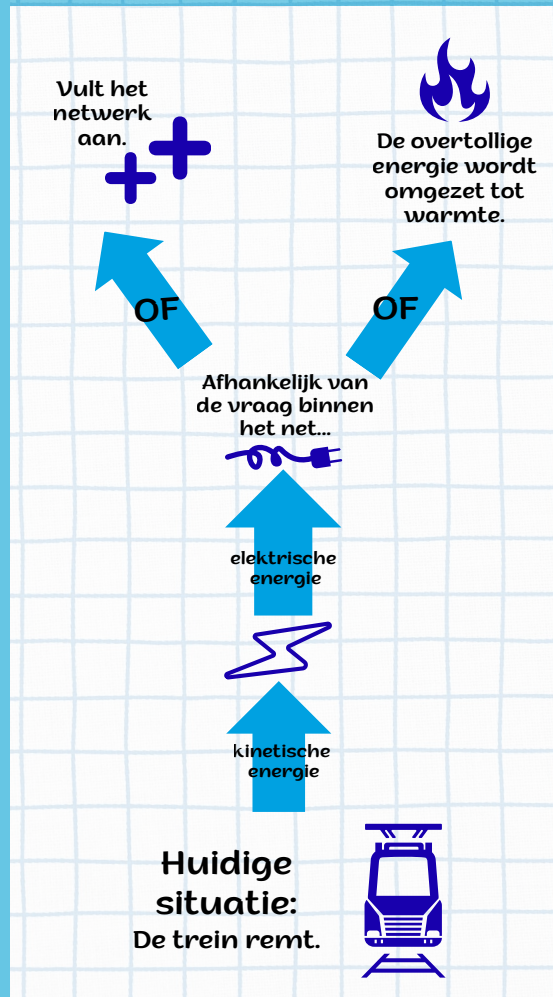
Hoe kun je een batterij inzetten bij het benutten van de overmatige remenergie?

DE HAAGSE
HOGESCHOOL



HOGESCHOOL
UTRECHT

Energie opslaan, dat kan anders!



Mijn stage bij HTM gaf inspiratie:
"Deze situatie moet veranderen!"

Contact met het werkveld

ProRail
Verbindt. Verbetert. Vervuurt.

ProRail

Verantwoordelijk voor beheer en onderhoud op de Nederlandse spoorinfrastructuur.
Contactpersoon gaf mij adviezen.



Bespreking binnen het bedrijf

Collega's gaven tips voor de invalshoek van mijn onderzoek, hoe stuur ik mijn vervolgstappen?



Mijn suggestie

Remenergie leveren aan stationsgebouwen en omgeving i.p.v. remweerstand.



Advies van de experts

Batterijtoepassing op het dak van een trein onderzoeken.



De weg vanaf hier...

Binnen de spoorindustrie is actieve interesse voor batterijopslag om remenergie te sparen.

Verder onderzoek door ontwerpen, prototypen en tests zal een vollediger beeld opleveren van de mogelijkheden.

De levensvatbaarheid van Single Wagon Load transport binnen de Rotterdam-Ruhr corridor

Aanleiding: De Europese logistieke sector staat onder druk om duurzamer te opereren. Spoorvervoer speelt hierin een belangrijke rol, omdat het een milieuvriendelijk alternatief biedt voor wegtransport. Tegelijkertijd neemt het gebruik van SWL binnen de Rotterdam-Ruhr corridor af. Wat zijn de oorzaken daarvan en is Single Wagon Transport nog wel toekomstbestendig?

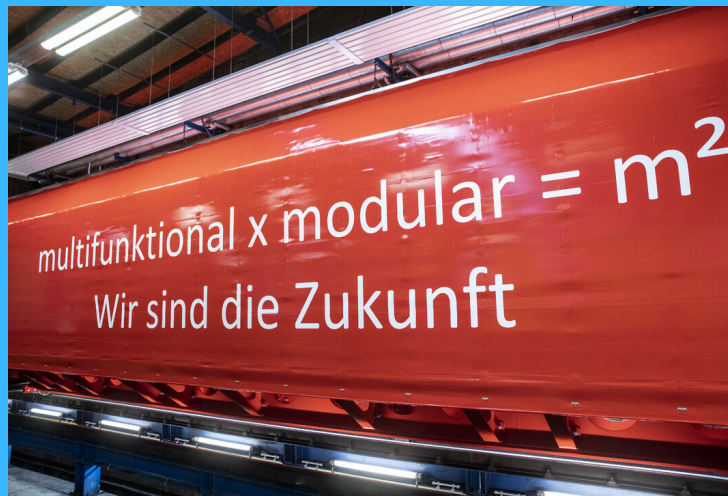
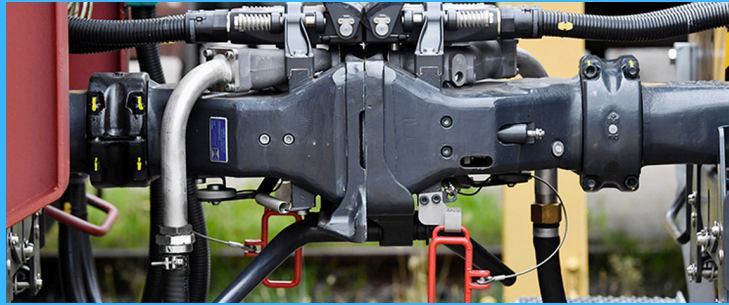
Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van één centrale vraag: "Welke operationele factoren beïnvloeden de levensvatbaarheid van Single Wagon Load transport binnen de Rotterdam-Ruhr corridor?"



Door: Evan Hazeleger
06-55056500
evan.hazeleger@student.hu.nl

De belangrijkste factoren zijn:

- Hoge kosten en het verdwijnen van subsidies: Sinds het verdwijnen van overheidssubsidies in 2023 is het gebruik van SWL in Nederland meer dan 1,5 keer zo duur geworden.
- Flexibiliteit en snelheid: Vrachtwagens kunnen rechtstreeks deur tot deur leveren in tegenstelling tot SWL-transport en bij calamiteiten of files kunnen vrachtwagenchauffeurs en hun planners veel sneller een alternatief kiezen.
- Fysieke knelpunten: Belangrijke knelpunten zijn de naderende capaciteitsgrens op de grensovergang Zevenaar-Emmerich richting 2040, achterstallig onderhoud aan de emplacementen en het materiaal en de toenemende druk op het spoornet door de groei van het personenvervoer. Daarnaast zorgen de technische verschillen in treinbeveiliging, energievoorziening en verouderde wagons met handmatige schroefkoppelingen voor extra vertragingen en kosten.



Aanbevelingen:

1. Implementeren van Digital Automatic Coupling: DAC maakt het mogelijk om wagons automatisch te koppelen en te ontkoppelen.
2. Innovatieve wagons: In een technisch vervolgonderzoek kan er gekeken worden naar efficiëntere innovatieve wagonconcepten.
3. Subsidie: Het is cruciaal dat transporteurs structureel bij de overheid subsidie blijven aanvragen om SWL financieel rendabel uit te kunnen voeren.

Door: Evan Hazeleger

06-55056500

evan.hazeleger@student.hu.nl

Van het rustigste station van Nederland naar het kloppende hart van de omgeving

Station Enschede De Eschmarke is nu het rustigste station van Nederland, maar dat gaat veranderen. Voor de omgeving en het spoortracé liggen ambitieuze plannen klaar. Na uitgebreide analyses is een toekomstbestendig ontwerp opgesteld dat tegen alle plannen bestand is

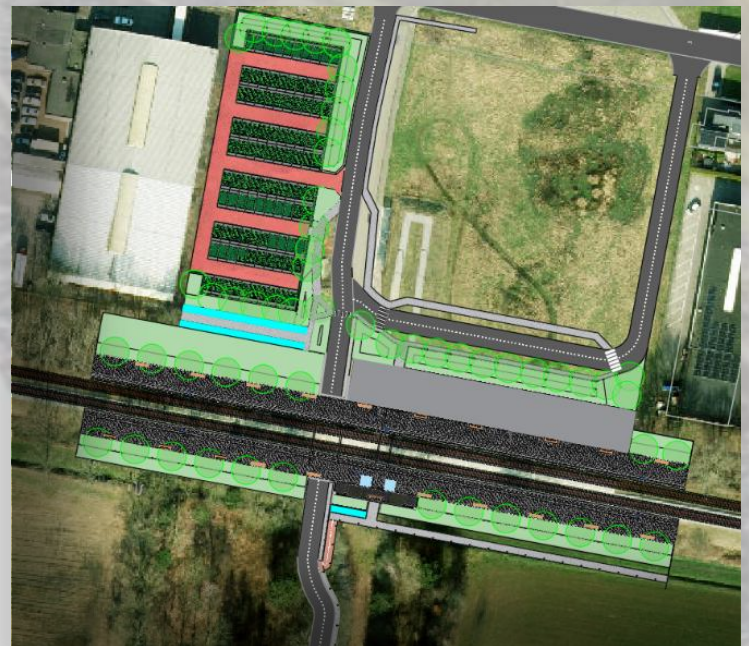


Huidige situatie

- Rustigste station van Nederland
- Veel drugs- en wateroverlastoverlast
- Kan de groei van reizigers t.g.v. de grote plannen niet aan.
- Weinig (parkeer)voorzieningen
- Auto's kunnen geen gebruik van het viaduct maken.

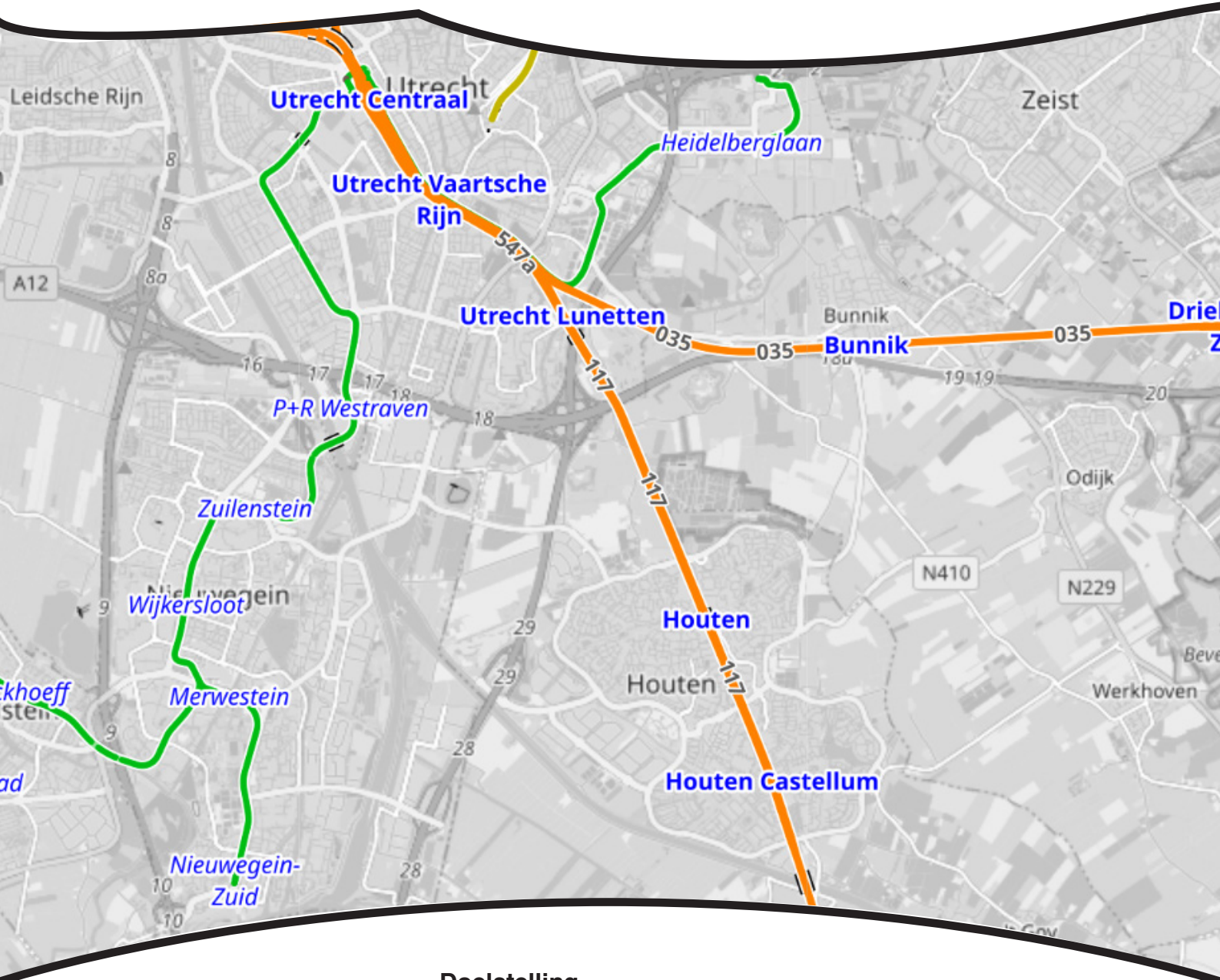
Nieuwe Situatie

- Kan de groei van reizigers zeer goed aan
- Vergroot comfort van reizigers
- Verminderd wateroverlast van directe omgeving
- Aanzienlijk meer voorzieningen aanwezig
- Viaduct geschikt voor auto's en lijnbussen



Uitbreiding sprinterdienst Utrecht - Houten

*Meer sprinters, betere verbinding
Klaar voor de toekomst*



Onderzoeksvraag

Hoe kan de sprinterdienst tussen Utrecht en Houten het best worden uitgebreid (meer dan 6 sprinters per uur) en welke infrastructuur is daarvoor nodig?

Doelstelling

Het doel is om te onderzoeken hoe de sprinter capaciteit kan worden uitgebreid (+6x per uur) tussen Utrecht en Houten. Met de focus op de inpasbaarheid in de dienstregeling en de benodigde infrastructuur.

Achtergrond

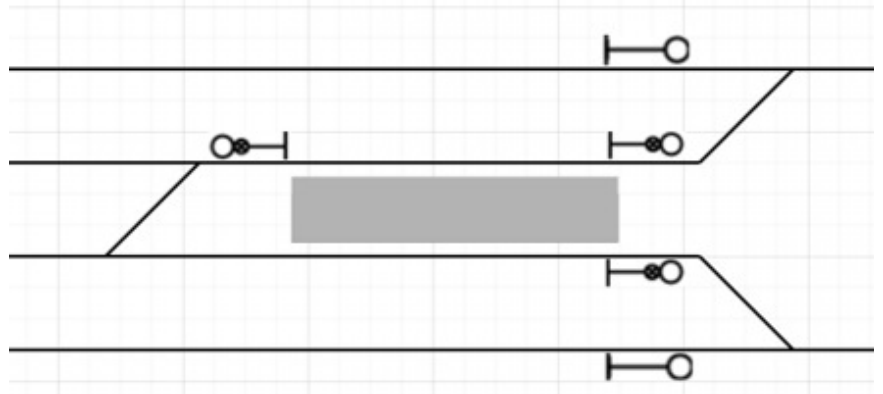
De verwachting is dat er in de toekomst meer reizigers tussen Utrecht en Houten reizen. Daardoor moeten meer sprinters gaan rijden.

Gewenste situatie

- De gewenste aanpassing aan de dienstregeling is, dat er 8 sprinters per uur tussen Utrecht en Houten gaan rijden.
- De gewenste aanpassing aan de infrastructuur is een keervoorziening op station Castellum.

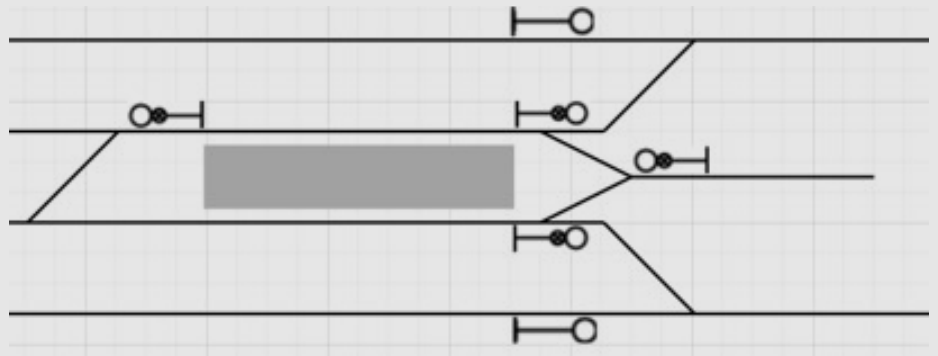
Huidige situatie

Houten Castellum



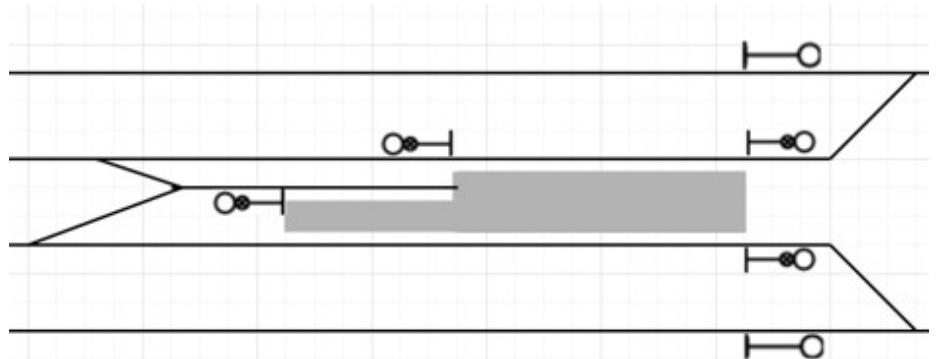
Oplossing 1

- Dienstregeling
4x per uur doorgaande sprinter
4x per uur sprinters die 12 minuten om te keren op Castellum



Oplossing 2

- Dienstregeling
4x per uur doorgaande sprinter
4x per uur sprinters die 10 minuten keren op Castellum



Oplossing 3

- Dienstregeling
6x per uur doorgaande sprinter
2x per uur sprinters die 5 minuten keren op Castellum



Aanpak onderzoek:

- Beschrijven gewenste situatie; vanuit Toekomstbeeld Openbaar Vervoer
- Onderzoek naar mogelijke oplossingen
- Doorvertalen naar uitgewerkte varianten (benodigde infrastructuur en dienstregelingen)

Aanpassing halte Strawinskylaan voor werkzaamheden Zuidasdok



Door de werkzaamheden van Zuidasdok is er voor langer tijd het niet mogelijk om een tram te rijden tussen Strawinskylaan en Parnassusweg de vraag uit de GVB is hoe we de station-zuid bereikbaar houden tijdens de werkzaamheden zuidasdok met de tram vanuit het centrum

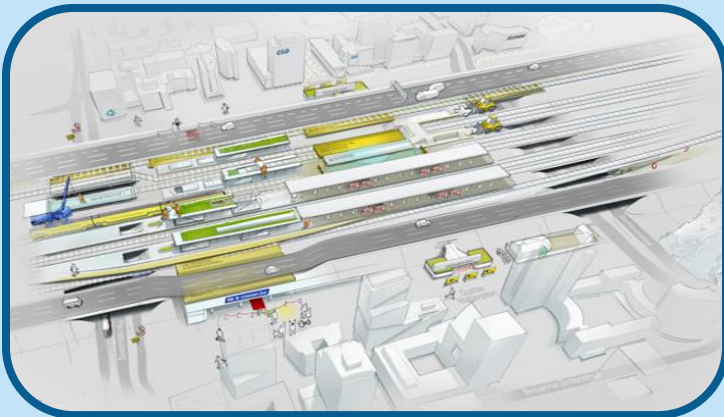
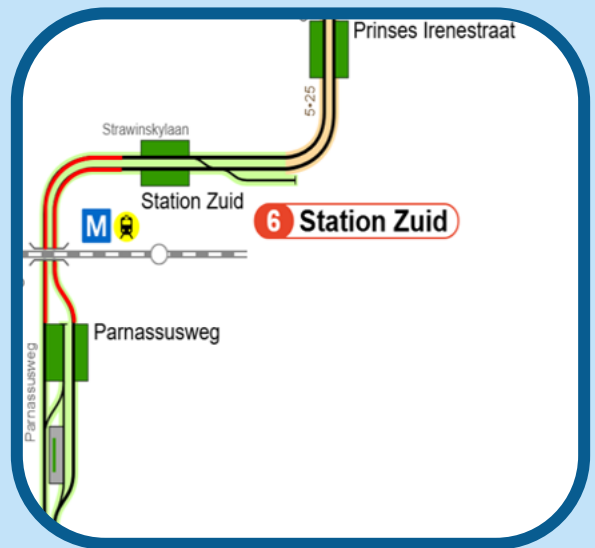


Aanleiding

Door de werkzaamheden van Zuidasdok kan het tramtraject tussen **Strawinskylaan** en **Parnassusweg** tijdelijk niet worden gebruikt. Hierdoor wordt een belangrijke verbinding tussen Amsterdam, Amstelveen en Uithoorn onderbroken.

De vraag van de GVB is:

Kan de huidige keervoorziening bij halte Strawinskylaan voldoende capaciteit bieden om tramlijnen 5 en 25 tijdelijk te laten keren?



Doel van het onderzoek

Onderzoeken of de bestaande keervoorziening geschikt is voor de tijdelijke situatie en welke infrastructurele aanpassingen nodig zijn om een betrouwbare dienstregeling te garanderen.

Analyse op :

Dienstregeling
reizigersstromen
Technische eisen
omleidingsroutes

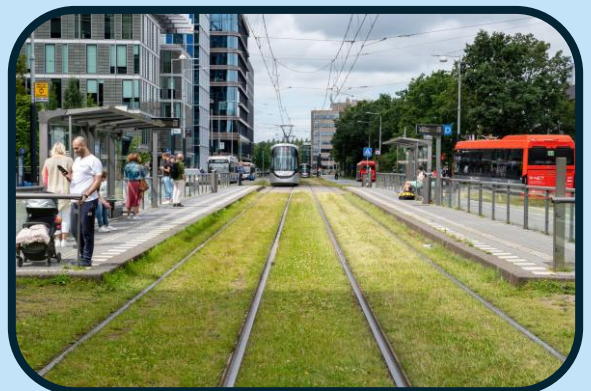
Vergelijking van varianten:

1. Huidige situatie
2. Overloop Wissel na de halte
3. extra Overloopwissel vóór de halte
4. Kruiswissel / dubbele overloopwissels

Beoordeling op:

- ✓ Inpasbaarheid
- ✓ veiligheid
- ✓ tramcapaciteit
- ✓ Reizigersdoorstroming
- ✓ Onderhoudbaarheid
- ✓ Kosten

De huidige keervoorziening **biedt onvoldoende capaciteit** om tijdens de werkzaamheden een betrouwbare tramdienst voor lijnen 5 en 25 te verzorgen richting het centrum. Een uitbreiding met extra wissel biedt meer capaciteit en een betere reizigersafwikkeling. Er zijn nu twee varianten over die verder uitgewerkt worden.





Een schets van de beoogde
locatie in Hoofddorp - Oost

Ongeveer 160.000m² aan terrein

Plaats voor 2 treinen van 700m
tegelijk of 4 kortere van 350m

Maximalisatie van het terrein
doormiddel van 1 richting
verkeer.



Containerterminal Schiphol Zuid

*Railtechniek Minor
Hogeschool Utrecht*

Jesse Wouts



Er zullen veel kosten gemaakt
worden voor de realisatie van
de terminal. In totaal zal dit
€80.163.000,00 bedragen om
de terminal op te starten en
aan te leggen.





Een nieuwe containerterminal om de logistiek van Schiphol te complementeren.

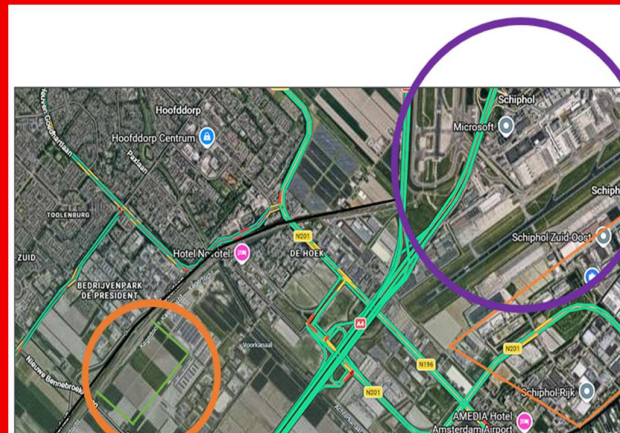
Een locatie nabij Hoofddorp aan het hoofdnet en het opstelsterrein van de NS.

Routes die haalbaar zijn door de verbinding vanaf Schiphol-Zuid.

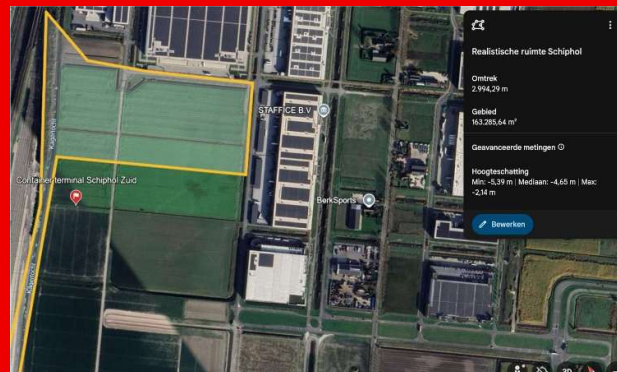


Geen alternatief voor wegvervoer om goederen verder Europe in te vervoeren.

Duurzaamheid en hoge brandstof prijzen eisen voor verandering.



- Schiphol-Zuid** -> Rotterdam
- Schiphol-Zuid** -> Antwerpen
- Schiphol-Zuid** -> Frankfurt
- Schiphol-Zuid** -> Berlin
- Schiphol-Zuid** -> Hamburg
- Schiphol-Zuid** -> Parijs
- Schiphol-Zuid** -> Toulouse
- Schiphol-Zuid** -> VK



Het Probleem

Waarom moet de wissel om?

De huidige NSE-wisselsteller beweegt beide wisseltongen tegelijkertijd. Dit zorgt in de winter periode voor een onnodige hoge energierekening en veel CO2-uitstoot.

Onnodig veel verwarmen:

De openliggende wisseltong wordt constant verwarmd terwijl hier juist alle warmte gelijk in de lucht verdwijnt.

Hoge kosten:

Dit leidt tot een hoog energieverbruik op het Nederlandse spoornetwerk.

Duurzaamheidsdoelen:

Om de klimaatdoelen van ProRail voor 2030 te behalen, is een efficiëntere oplossing voor de wisselverwarming noodzakelijk.

Het Onderzoek

Ruimte voor innovatie

Om tot een betrouwbaar en haalbaar ontwerp te komen, is gebruikgemaakt van data-triangulatie. De theorie is direct getoetst aan de praktijk door:

- Literatuuronderzoek naar internationale innovaties op het spoor.
- Diepgaande interviews met experts van movares en voestalpine.
- Systeemanalyse van de huidige werking van de NSE-wisselsteller.

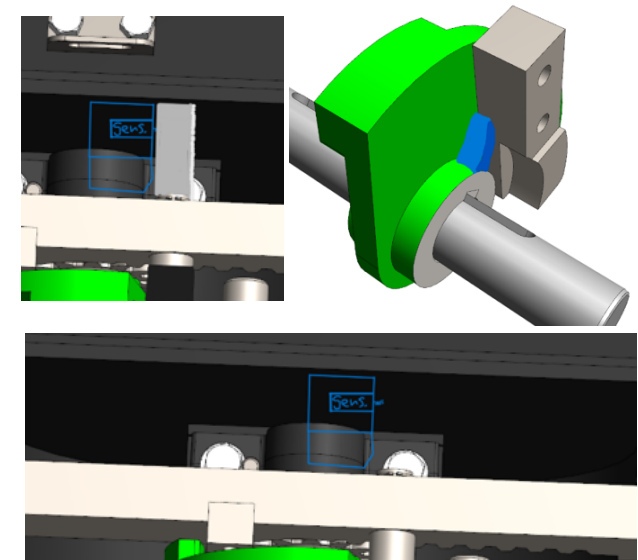


ProRail

De Oplossing

Asynchroon Bewegen

Door de pin van de onderste bewegingsschieter beweegbaar te maken, kunnen de wisseltongen onafhankelijk van elkaar bewegen. In de 'winterstand' wordt de openliggende tong mechanisch vastgezet in de aanliggende stand.



Compact en Krachtig

De pin van de onderste bewegingsschieter wordt aangepast, zodat het mogelijk wordt om de pin te verplaatsen.

Aandrijving: Een kleine elektromotor drijft de tandheugel van de pin aan.

Veiligheid & Regeling

Spoorveiligheid gegarandeerd

Een mechanische aanpassing binnen de wisselsteller mag nooit leiden tot onveilige situaties. Het controlesysteem werkt daarom op basis van een fail-safe principe: zodra de winterstand actief is, wordt de fysieke vergrendeling continu gemonitord.

Inductieve Metaalsensor

Voor de detectie van de pin is een inductieve metaalsensor gebruikt.

Functie: De sensor controleert direct of de pin zich daadwerkelijk in de juiste positie bevindt voordat het wissel in winterstand komt

Integratie met Seinstelsel

Op het moment dat de wissel in de winterstand komt, zullen alle seinen in stand stop komen te staan die grenzen aan het wissel. Dit geeft geen garantie voor het voorkomen van het openrijden van het wissel wel zorgt het voor extra veiligheid.

Colofon & info

Innovatie op het spoor

Dit project is uitgevoerd als onderdeel van de Minor Railtechniek. Met speciale dank aan de experts van Movares en voestalpine voor hun technische begeleiding, inzichten en het beschikbaar stellen van de benodigde documentatie.

Colofon

Auteur: Rick Smelt

Project: Wisselsteller van de toekomst

Onderzoeksvraag: Hoe kan de NSE wisselsteller de tongen asynchroon bewegen ten behoeve van wisselverwarming?

Instituut: Hogeschool Utrecht (HU)

Datum: 25-06-2026

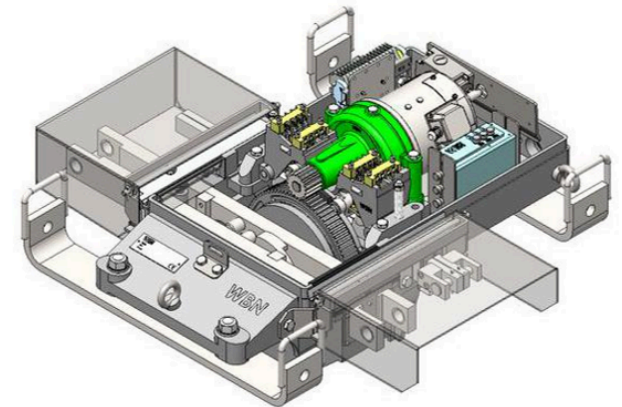
voestalpine
ONE STEP AHEAD.

movares  smart
urban
engineering



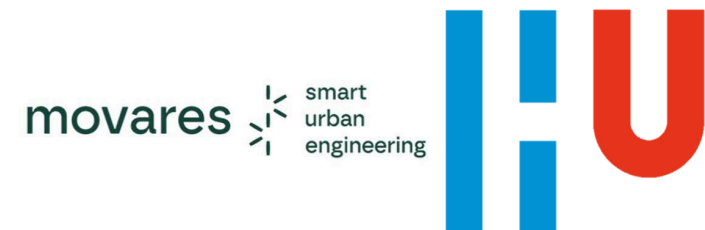
Wisselsteller van de toekomst

Asynchroon bewegen voor een CO2-neutraal spoor



Met dank aan

voestalpine
ONE STEP AHEAD.



Elektrotechnische aanpassingen in onderstations ter voorkoming van netuitval door piekbelasting

SEBASTIAAN DE GRUIJTER

Studentnummer: 1858069

Project: minor Rail, Individuele profilering

Instelling: Hogeschool Utrecht

Begeleiders

Ursula Backhausen

Wim Makken

CONTACT

sebastiaan.degruijter@student.hu.nl

Speel de QUIZ!!!



Het Probleem:

Het Nederlandse spoorwegnetwerk wordt steeds intensiever bereiden met langere en zwaardere treinen. Wanneer meerdere vermogenskrachtige treinen gelijktijdig optrekken binnen hetzelfde traject, ontstaat er een enorme piekbelasting.

Dit leidt tot:

Spanningsdippen: De spanning op de pantograaf zakt onder de kritieke ondergrens van ca. 1000V DC.

Uitval: Transformatoren en gelijkrichters raken thermisch overbelast, waardoor schakelaars trippen en het treinverkeer lokaal stilvalt.

Variantenstudie: 4 Oplossingen Vergeleken

Componentenupgrade

Wat: Bestaande transformatoren en gelijkrichters opschalen van 4 MW naar 6 of 8 MW.

Realtime Data & Smart Grid

Wat: Actieve softwarematige koppeling tussen treinen en de treindienstleiding.

Batterijopslag

Wat: Lithium-ion of flow-batterijen naast het station voor *peak shaving* en hergebruik van remenergie.

Systeemtransitie naar 3kV

Wat: Het volledige netwerk ombouwen van 1500V naar 3000V gelijkstroom.

Het Advies:

Voor de korte en middellange termijn is een hybride combinatie de meest kostenefficiënte en rendabele strategie. Door softwarematige realtime vermogensbegrenzing (Smart Grid) te combineren met lokale componentenupgrades op bekende knelpunten, wordt netuitval effectief voorkomen.



Aanpak van onderzoek

- Kennis van oplassen en thermisch spuiten combineren
- ProRail kennisbank
- Documentatie bedrijven voor technisch spuiten
- Instituut voor vlamspuittechnieken(VVV)

Toepassingsgebied

- Lange stukken met slijtage
- De lasrobot van Robel automations, VolkerRail en Strukton



Vervolgstappen/ verder diepgaande onderzoeken

- Welke staalsoort
- Toevoer van materiaal
- Voorverwarmtemperatuur voor de lasplek
- Contact leggen met Rolf Dollevoet(hoogleraar spooronderhoud, TU Delft)

Oplassen met thermisch spuiten



Welke vorm van thermisch spuiten is het meest veelbelovend voor het opspuiten van slijtagedefecten in het Nederlandse spoor?

Contact

- Sebastiaan Pol
- HBO algemene werktuigbouwkunde B
- sebastiaanpol@hotmail.com



Slijtage aan het Nederlandse spoor

Aan het loopvlak en de zijkant van spoorstaven treden onder invloed van wiel-railcontactbelasting drie veelvoorkomende defecten op:

1. Headchecks: oppervlaktescheurtjes door oppervlaktevermoeiing, veroorzaakt door aslasten. Bij onvoldoende onderhoud groeien deze door en kunnen leiden tot afbrokkelingen of breuk.
2. Squats: plaatselijke deuken in het loopvlak, herkenbaar als donkere vlekken.
3. Flens slijtage: slijtage aan de zijkant van de kop, vooral in bochten. Hierdoor verslechtert het contact tussen wiel en rail.



Huidige aanpak: slijpen en oplossen

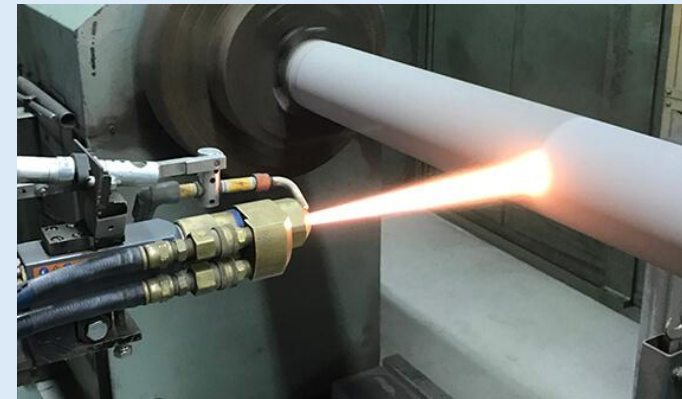
Verspreide slijtage wordt aangepakt door jaarlijks te slijpen. Bij lokale schade wordt opgelast: nieuw materiaal wordt aangebracht op het beschadigde oppervlak, wat de levensduur van de spoorstaaf verlengt. Thermisch spuiten kan fungeren als aanvulling bij oplossen met beklede elektrode door gebruikt te worden in situaties dat een breed oppervlak hersteld moet worden. In vergelijking met conventioneel oplossen met beklede elektrodes, de huidige methode voor herstel, heeft thermisch spuiten als voordeel dat het materiaal over een groter oppervlak kan worden aangebracht.

Het doel van dit onderzoek is om met literatuuronderzoek te beoordelen welke vorm van thermisch spuiten het meest veelbelovend lijkt en in hoeverre dit technisch haalbaar is als herstmethode voor slijtage en oppervlaktebeschadigingen aan spoorstaven. Daarnaast wordt bepaald welke voor- en nabewerking nodig is voor een coating met gewenste eigenschappen.

Aanbeveling

	Proces	Porositeit	Hechting	Kosten	Energiebron	Complexiteit	Toevoermateriaal
✗	Vlamspuiten	Hoog	Gemiddeld	Laag	Propaan + zuurstof	Laag	Draad/poeder
✓	HVOF	Laag	Goed	Hoog	Propaan + zuurstof	Hoog	Poeder
✗	Elektrisch (boog)spuiten	Gemiddeld	Goed	Laag	Elektriciteit	Laag	Draad
✓	Plasmaspuiten	Laag	Goed	Hoog	Elektriciteit	Hoog	Poeder

De spuittechnieken **HVOF**(high velocity oxygen fuel) en **plasmaspuiten** zijn volgens de literatuur de beste technieken voor het oplossen van spoorstaven.



Voordelen van HVOF en plasmaspuiten

- Lage porositeit
- Zeer goede hechtsterkte
- Hogere laagkwaliteit dan vlam- en boogspuiten
- Toevoer materiaal: poeder

Voordelen van HVOF

- Brandstof: propaan en zuurstof
- Minder complex dan plasmaspuiten
- Lagere apparaatkosten dan plasmaspuiten
- Geschikt voor mobiele inzet langs het spoor

Voordelen van plasmaspuiten

- Brandstof: elektriciteit
- Vereist geautomatiseerde robots

Hoofdvraag:

Hoeveel sneller wordt reizen met het OV in de regio Alphen aan den Rijn, Nieuwkoop en de Ronde Venen door het doortrekken van de Uithoornlijn naar Alphen aan den Rijn?

Aanleiding:

De steden en dorpen in het Groene Hart beter ontsluiten met de Randstad.

Geïnspireerd op de oude Haarlemmermeerspoorlijnen.

Conclusie en aanbevelingen:

De variant met de beste score loopt vanuit Uithoorn via Nieuwveen en Ter Aar naar Alphen met haltes in Nieuwveen en Alphen.
(z.o.z.)

De reis tussen Uithoorn en Alphen aan den Rijn wordt verkort van 59 minuten naar 23 minuten.

Voor een deel van de reizigers biedt dit een betere verbindende functie. De tramlijn is niet volledig een vervanging van de ontsluitende functie van de buslijnen.

De Huidige tramlijn kan 'opgeknipt' worden bij halte Amsterdam Zuid om stedelijk en landelijk gebied te scheiden.



Tramverbinding Alphen aan den Rijn - Uithoorn

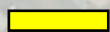


Onderzoek

naar de beste oplossing voor het doortrekken van de Uithoornlijn naar Alphen aan den Rijn om reistijd met het OV in de regio te verminderen

Voorkeursvariant

Nieuw tracé



Gebiedsdekking
nieuwe halte



Twee mogelijke routes
met vergelijkbaar effect,
keuze nader te bepalen

3 nieuwe haltes in
Alphen aan den Rijn

Alphen aan den Rijn

Eindhalte bij NS-station
Alphen aan den Rijn

Ter Aar

Nieuwe halte in
Nieuwveen

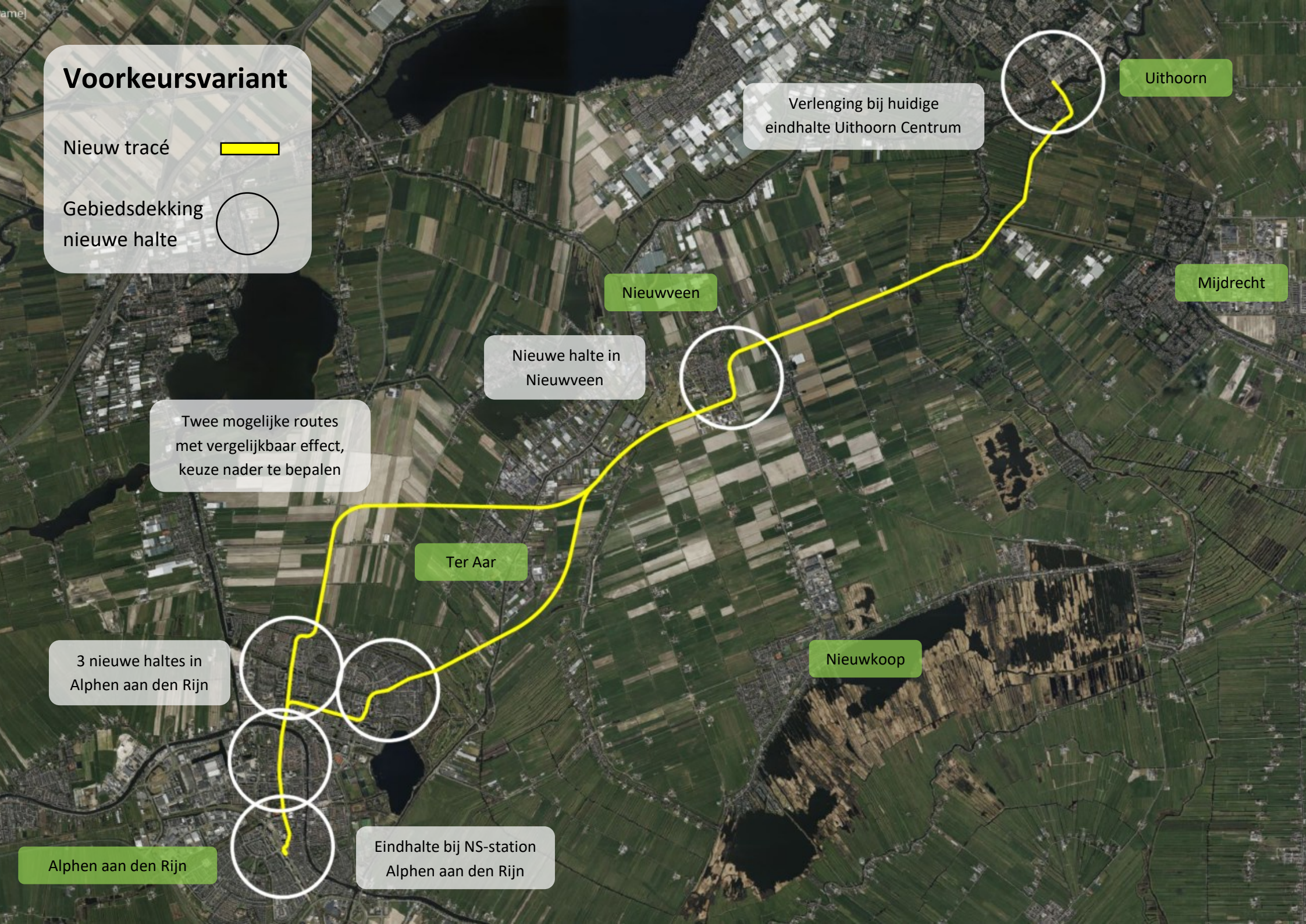
Nieuwveen

Verlenging bij huidige
eindhalte Uithoorn Centrum

Uithoorn

Mijdrecht

Nieuwkoop



Nieuwe routes voor goederenvervoer Oost-Nederland

Een nieuwe goederenspoorlijn door Oost-Nederland?



Voor goederentreinen die naar Noordoost-Europa gaan vanuit Rotterdam, moeten er nu lange en onhandige routes gereden worden, via Gouda – Weesp en Deventer. Dit resulteert in lange reistijden, overlast voor omwonende en daarnaast zorgen goederentreinen ervoor dat er minder ruimte is voor reizigerstreinen

- Optie 1: Rotterdam – Gouda – Weesp – Amersfoort – Deventer – Bad Bentheim (D)
- Optie 2: Deventer – Arnhem via Betuweroute – Rotterdam – Bad Bentheim (D)



Er zijn diverse mogelijkheden voor nieuwe routes voor goederentreinen in Oost-Nederland. Er zijn drie varianten onderzocht, van gebruik van bestaande spoorlijnen tot een nieuwe spoorlijn, waarbij de conclusie is dat er het beste een nieuwe spoorlijn langs de A18/N18 kan worden gebouwd

Variant 1: Spoorboog Bathmen

Met de aanleg van een spoorboog van ca. 10km om Bathmen heen, hoeft er niet meer worden kopgemaakt in Deventer

Variant 2: Twentekanaallijn

Nu nog een enkelsporig dieselbaanvak tussen Zutphen en Hengelo. Met het opwaarderen van de lijn (dubbelspoor, bovenleiding en ERTMS) is het mogelijk om goederentreinen te laten rijden.

Variant 3: Achterhoeklijn

Een nieuwe goederenspoorlijn langs de A18/N18. Het tracé wordt grotendeels enkelsporig aangelegd, met een passeermogelijkheid bij Groenlo. De spoorlijn takt af van de Betuweroute bij Zevenaar en komt bij Oldenzaal weer op het reguliere HRN.

Waarom de Achterhoeklijn?

De Achterhoeklijn zorgt voor de minste overlast, doordat het tracé zoveel mogelijk gebundeld ligt met de A18/N18. Daarnaast is het de snelste verbinding die mogelijk is. Daarnaast zitten goederentreinen en reizigerstreinen elkaar niet langer in de weg. Hierdoor komt op het HRN meer ruimte voor extra (internationale) reizigerstreinen.

DE TERUGKOMST VAN DE WALCHERSE TRAMLIJN

EEN VERKENNEND ONDERZOEK NAAR TRAMVERVOER OP WALCHEREN



WAAROM?

Walcheren heeft veel verschillende reizigers. In Middelburg en Vlissingen liggen scholen, stations, winkels en werklocaties. Aan de kust liggen juist veel stranden, campings en vakantieparken. Op dit moment zijn deze kustplaatsen niet altijd snel en direct bereikbaar met het openbaar vervoer. Een tramlijn kan zorgen voor een betere verbinding en kan helpen om autoverkeer en parkeerdruk te verminderen.

CONCLUSIE

Uit het onderzoek blijkt dat een tramverbinding op Walcheren het beste kan worden uitgevoerd met twee doorgaande lijnen. Hierdoor ontstaat een duidelijk netwerk tussen de steden, dorpen en kustplaatsen. Een moderne lagevloertram, vergelijkbaar met de Siemens Avenio, past het beste bij de verwachte reizigersvraag. De tram kan zorgen voor betere bereikbaarheid, minder autoverkeer en aantrekkelijker openbaar vervoer op Walcheren.



MAX TIMMERMAN

TIMM0059@HZ.NL

LINKEDIN



GESCHIEDENIS

Tussen 1906 en 1937 reed er al een tram op Walcheren. Deze bestond uit de lijnen Middelburg–Domburg en Vlissingen–Koudekerke. De tram werd gebruikt door inwoners en bezoekers van de kustplaatsen. In 1937 stopte de tramdienst door dalende reizigersaantallen en de opkomst van de autobus. Met een moderne tram kan deze historische verbinding opnieuw terugkomen.

TYPE TRAM

Voor Walcheren is een moderne lagevloertram het meest geschikt. Deze tram is goed toegankelijk voor ouderen, rolstoelgebruikers en mensen met kinderwagens. Ook is er ruimte nodig voor fietsen, bagage en toeristen met strandspullen. Een tram vergelijkbaar met de Siemens Avenio past goed bij deze situatie, met ongeveer 80 km/u en genoeg capaciteit voor drukke momenten.

80 km/u
180-220 reizigers per tram
Siemens Avenio

VERVOERSVRAAG

Op Walcheren zijn genoeg mogelijke reizigers voor een tramlijn. De tram is bedoeld voor scholieren, studenten, ouderen, toeristen en mensen zonder auto. Vooral de verbinding tussen Middelburg, Vlissingen en de kustplaatsen is belangrijk. Uit het onderzoek blijkt dat ongeveer 4.610 reizigers per dag gebruik kunnen maken van de tram. Bij twee ritten per uur komt dit neer op gemiddeld 72 reizigers per rit.

4610 reizigers per dag
2x per uur beide richtingen
72 reizigers per rit

TRACÉ

Het beste tracé bestaat uit twee doorgaande tramlijnen. De eerste lijn rijdt van Middelburg via Vlissingen, Koudekerke, Zoutelande en Westkapelle naar Domburg. De tweede lijn rijdt van Middelburg via Veere, Vrouwenpolder en Oostkapelle naar Domburg. Zo worden de belangrijkste steden, dorpen, stranden en toeristische bestemmingen met elkaar verbonden.



De Amsterdamse metro richting volledig autonoom rijden (GoA4)

Onderzoek binnen de minor Railtechniek



Welke aanvullende elektrotechnische en veiligheidstechnische maatregelen zijn nodig om de Amsterdamse metro door te ontwikkelen naar volledig autonoom rijden (GoA4)?

Praktijkprobleem



De Amsterdamse metro beschikt al over een modern CBTC-systeem en rijdt momenteel op GoA1 en GoA2. Daarmee is een belangrijke basis aanwezig voor verdere automatisering.

Waarom is dit relevant voor de spoorsector?

Met de mogelijke verlenging van de Noord/Zuidlijn richting Hoofddorp wordt de vraag naar toekomstvaste, veilige en efficiënte metro-exploitatie steeds relevanter.



Wat ontbreekt nog voor GoA4?

1. Perron- en spoorbeveiliging, zoals perrondeuren of intrusiedetectie
2. Volledig technisch geborgd deur- en vertrekproces
3. Redundante en fail-safe systeemarchitectuur
4. Verder ontwikkelde verkeersleiding en control center-ondersteuning
5. Aangepaste operationele processen voor storingen, noodsituaties