

BACHELOR EINDWERK

REISTIJDVERKORTING ARNHEM-APELDOORN

*Heropening museumlijn Dieren – Apeldoorn voor regulier treinverkeer versus
aanleg Emperbocht*

EINDRAPPORT

auteur M.C.J. Schouwenaars

—

opdrachtgever Provincie Gelderland

—

begeleiders Ir. P.B.L. Wiggenraad
Sectie Transport en Planning | TU Delft faculteit Civiele Techniek

Dr. Ir. R. van Nes
Sectie Transport en Planning | TU Delft faculteit Civiele Techniek

—

datum 10 juni 2010

Voorwoord

Voor uw ligt het eindrapport met betrekking tot het onderzoek naar de realisering van reistijdverkorting tussen Arnhem en Apeldoorn. Naast het ontwerp voor een heropening van de museumlijn tussen Dieren en Apeldoorn voor regulier treinverkeer omvat dit onderzoek ook de evaluatie van een reeds eerder verricht onderzoek naar de aanleg van de zogenaamde Emperbocht.

Tezamen met de bijlagen vormt dit eindrapport het Bachelor Eindwerk, het afsluitende onderzoek voor de bacheloropleiding Civiele Techniek aan de TU Delft. Via deze weg wil ik in het bijzonder Ir. P.B.L. Wiggenraad en Dr. Ir. R. van Nes bedanken voor de begeleiding vanuit de TU Delft bij het tot stand komen van dit onderzoek.

Marc Schouwenaars
Delft, juni 2010

Samenvatting

Er wordt al jaren over de openbaarvervoer verbinding tussen Apeldoorn en Arnhem geklaagd. Men kan met de bus (reistijd 45 minuten) of met de trein (reistijd 43) minuten. Gezien de hemelsbrede afstand tussen Apeldoorn en Arnhem (slechts 25,4km) is de verplaatsingssnelheid dus erg laag.

Aanleiding voor de start van het onderzoek naar een betere verbinding, zijn de uitspraken over de trage verbinding door de voormalige wethouder van Apeldoorn.

Allereerst is er door de Provincie Gelderland aan Movares opdracht gegeven om te onderzoeken of de bouw van de zogenaamde Emperbocht haalbaar was. Deze verbindingsbocht maakt een directe treindienst tussen Apeldoorn en Arnhem mogelijk. Reistijd werd hiermee met 10 minuten verminderd. Nadat het onderzoek voltooid was bleek dat de kosten voor de Emperbocht zo'n 50 miljoen euro zouden gaan bedragen.

Omdat dit te duur was is opdracht gegeven voor een nieuw onderzoek; de herontwikkeling van de museumlijn tussen Apeldoorn en Dieren. Door op deze lijn weer reizigerstreinen te gaan exploiteren kan er een tijdswinst van 16 minuten geboekt worden.

Allereerst is gestart het horizontale en verticale alignement van de museumlijn te bepalen en deze geschikt te maken voor 140 km/h. Daarna is er een exploitatievoorstel gemaakt om te kijken voor wat voor treindiensten de lijn geschikt was. Na de afronding van het voorontwerp is er een investeringsraming gemaakt, waaruit volgde dat de herontwikkeling zo'n 32 miljoen euro zou gaan kosten.

Ondanks deze meevaller blijkt er nog een goedkopere oplossing te zijn. De bouw van een enkele Emperbocht zorgt tevens voor een reistijdverkorting van 10 minuten, maar is zo'n 30 miljoen euro goedkoper dan de dubbele Emperbocht. De afweging tussen de verschillende alternatieven is uitgewerkt in een multi criteria evaluatie. Uit deze MCE volgde de aanbeveling voor de Provincie Gelderland.

Inhoudsopgave

Voorwoord	ii
Samenvatting	iii
1 Inleiding.....	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Opdrachtgever	6
1.3 Doelstelling.....	6
1.4 Stakeholders en hun belangen	6
1.5 Plan van aanpak.....	8
1.6 Referentieprojecten	9
2 Uitgangspunten, aannames en randvoorwaarden.....	11
2.1 Uitgangspunten.....	11
2.2 Aannames	11
2.3 Randvoorwaarden	11
3 Alternatief 1: Heropening museumlijn	12
3.1 Type exploitatie.....	13
3.2 Voorontwerp	14
3.3 Bouwplanning	16
3.4 Kosten	17
4 Alternatief 2: Emperbocht	18
4.1 Voorontwerp Movares	18
4.2 Evaluatie voorontwerp Movares	19
5 Vergelijking	20
5.1 Multi-criteria-evaluatie.....	20
6 Conclusie en aanbeveling	21
Nawoord	22
Afbeeldingenlijst.....	23
Tabellenlijst	23
Bronnenlijst	23

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ondanks dat het Nederlandse spoorwegnet een van de drukst bereden netten ter wereld is, zijn er toch nog een aantal verbeterpunten aan wijzen. Niet alleen de efficiëntie kan verbeterd worden, maar ook zijn er een aantal ontbrekende schakels aan te wijzen. De lijn Arnhem - Apeldoorn is er daar één van¹.

De verbinding Arnhem-Apeldoorn kent een rijke geschiedenis. De lijn Arnhem-Dieren-Zutphen is in 1860 aangelegd en in 1952 geëlektrificeerd. In 1887 is de lijn Dieren-Apeldoorn geopend waarmee er voor zowel reizigers als goederen een spoorverbinding gerealiseerd werd tussen Arnhem en Apeldoorn. De lijn Arnhem-Dieren-Zutphen wordt tot op heden nog gebruikt voor spoorvervoer, maar op de lijn Dieren-Apeldoorn is men in 1947 gestopt met het vervoeren van reizigers. In 1972 waren ook de laatste goederentreinen van de lijn verdwenen, waarna de VSM (Veluwe Stoomtrein Maatschappij) in 1975 kans zag de enkelsporige lijn Dieren-Apeldoorn als museumroute te gaan exploiteren. Sinds 2004 is deze lijn ook officieel eigendom van de maatschappij.

Hemelsbreed is de afstand tussen Arnhem en Apeldoorn 25,4 km. Reizigers per trein dienen sinds 1947 om te reizen via Zutphen (reistijd $\approx$ 43 min.)². De reisafstand via Zutphen is 46,9 km. Wel is er nog een busverbinding tussen Arnhem en Apeldoorn (reistijd $\approx$ 45 min.)³. In de Tabel 1.1-1 wordt de huidige OV-verbinding tussen Apeldoorn en Arnhem vergeleken met andere verbindingen in Nederland. Door de reistijd te delen door de hemelsbrede verplaatsingsafstand volgt de gemiddelde snelheid waarmee de verplaatsing afgelegd wordt.

Verbinding	Reisafstand (km)	Reistijd (min)	Verplaatsingssnelheid (km/h)
Bus Direct Verplaatsingsafstand 25,4 km	29,8	45	33,9
Trein Via Zutphen Verplaatsingsafstand 25,4 km	46,9	43	35,4
Trein Haarlem – Leiden Verplaatsingsafstand 26,1 km	28,9	20	78,3
Trein Zwolle - Deventer Verplaatsingsafstand 27,9 km	29,9	24	69,8
Trein Zutphen - Deventer Verplaatsingsafstand 12,6 km	16,0	13	58,2

Tabel 1.1-1: Vergelijking verplaatsingssnelheden op verschillende trajecten

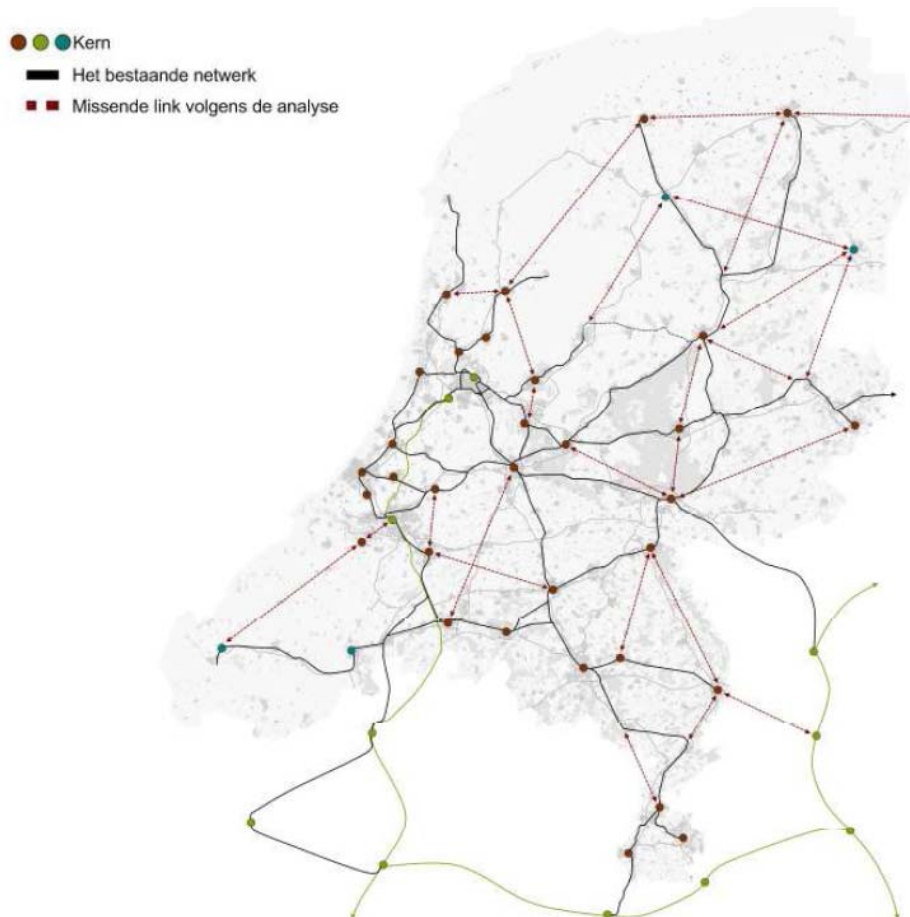
Uit de tabel kan worden geconcludeerd dat de gemiddelde verplaatsingssnelheid op vergelijkbare trajecten veel hoger ligt dan op het traject Arnhem – Apeldoorn; zelfs een factor 1,5 tot 2!

¹ Bron: Hoogenboom, J.J.F. (2009). *Kansrijke Railverbindingen*. Goudappel-Coffeng.

² Bron: www.ns.nl, trein 3600 en 17800 van Arnhem naar Apeldoorn via Zutphen

³ Bron: www.veolia-transport.nl, buslijn 231s van Arnhem Centraal Station naar Apeldoorn Busstation/NS

Dhr. J.J.F. Hoogenboom heeft onlangs een netwerkanalyse uitgevoerd⁴ voor het gehele Nederlandse spoornetwerk. Wanneer het ideale spoornetwerk dat hieruit is voortgekomen over het huidige spoornetwerk wordt gelegd, dan worden een aantal ontbrekende verbindingen zichtbaar. Deze worden door J.J.F. Hoogenboom als kansrijke railverbindingen aangewezen. Al deze kansrijke railverbindingen zijn in onderstaande figuur aangegeven.



Figuur 1.1-1: Verbeterpunten van het hoofdnetwerk volgens de netwerkanalyse

Bovenstaande conclusies zijn aanleiding om een onderzoek te starten naar een verbetering van de OV-verbinding tussen Arnhem en Apeldoorn.

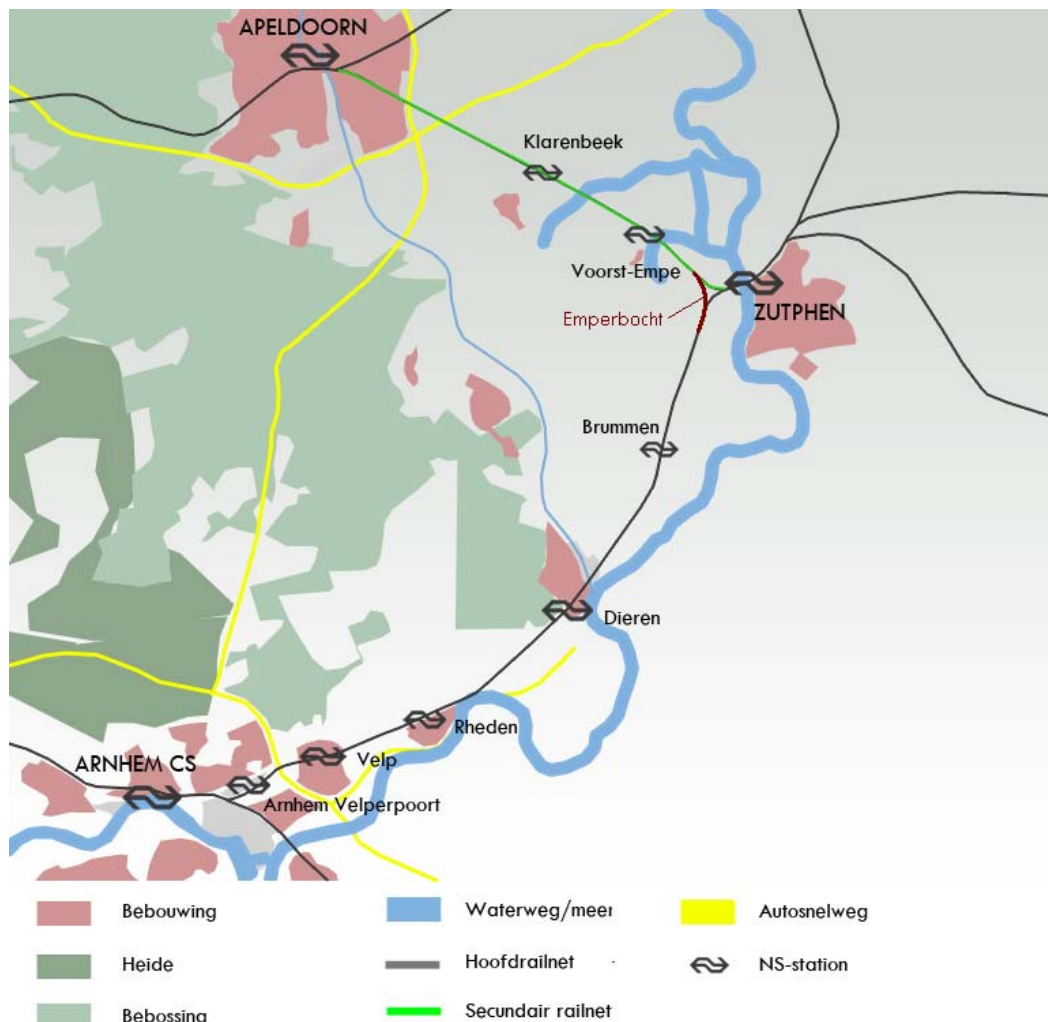
⁴ Hoogenboom, J.J.F. (2009). *Kansrijke Railverbindingen*. Goudappel-Coffeng.

Inperking

Uit het onderzoek van J.J.F. Hoogenboom zijn drie alternatieven naar voren gekomen voor het realiseren van een kortere reistijd tussen Arnhem en Apeldoorn. Het minst ingrijpende alternatief is de Emperbocht.

De afgelopen jaren heeft de Provincie Gelderland onderzoek gedaan naar deze bocht. Hij verbindt de lijnen Arnhem-Zutphen en Zutphen-Apeldoorn al voor de IJssel, zodat de overstaptijd op Zutphen én een klein stukje rijtijd vervalt. De reistijd wordt hiermee teruggebracht van 43 naar 31 minuten.⁵

De kosten voor de Emperbocht worden op zo'n 30 tot 50 miljoen geschat. De gemeente Apeldoorn heeft onlangs besloten dat de kosten voor deze verbinding te hoog zijn en dat het plan dus niet uitgevoerd wordt.⁶

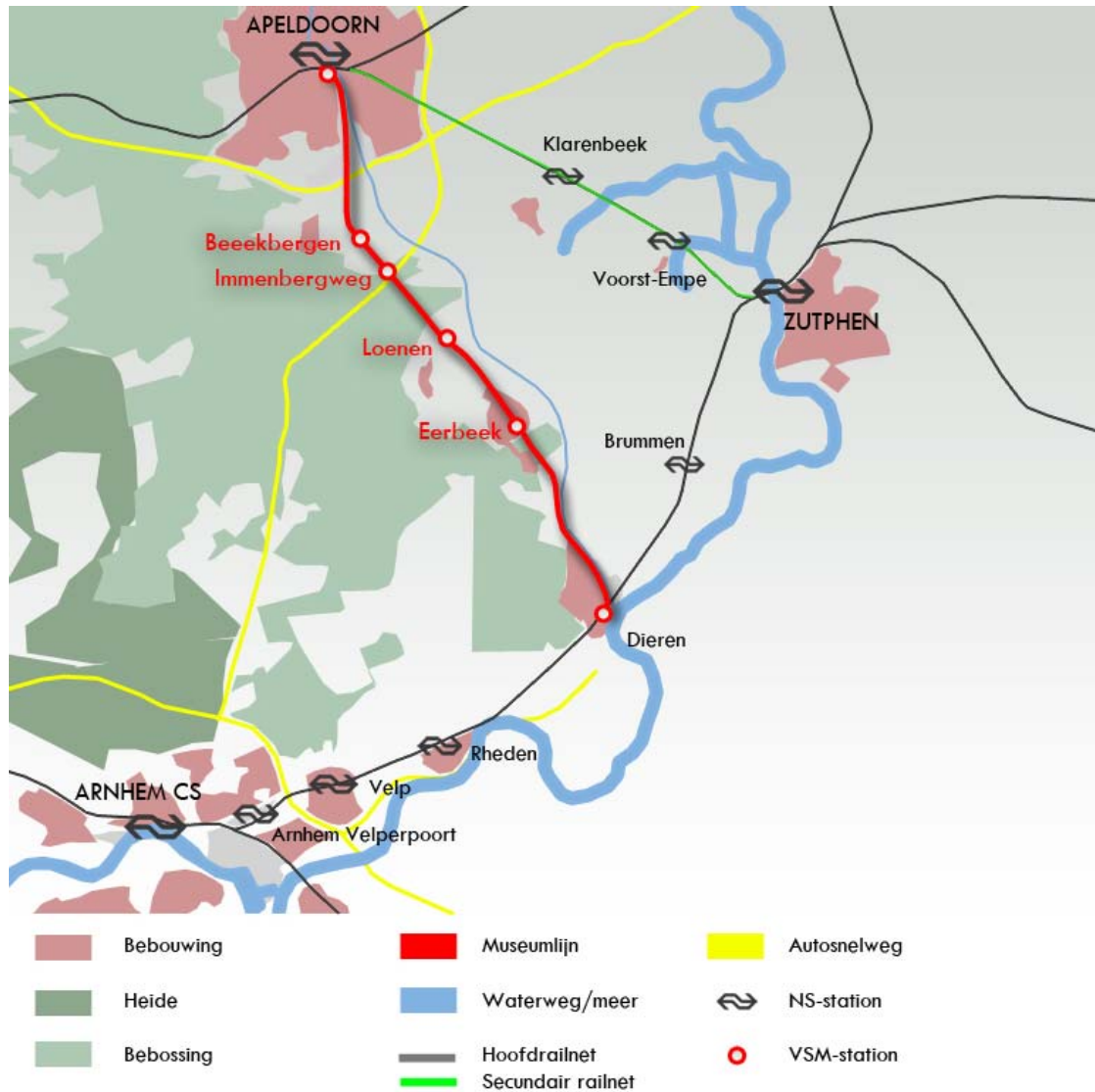


Figuur 1.1-2: Ligging van de Emperbocht nabij Zutphen.

⁵ Hoogenboom, J.J.F. (2009). *Kansrijke Railverbindingen*. Goudappel-Coffeng.

⁶ [Spoorlijn naar Arnhem in ijskast. De Stentor, maandag 26 april 2010.](#)

Een tweede alternatief is de heropening van de museumlijn tussen Dieren en Apeldoorn voor regulier treinverkeer. De reistijd tussen Arnhem en Apeldoorn zou met dit alternatief zo'n 24 minuten worden; een verkorting van 19 minuten.



Figuur 1.1-3: Ligging van de museumlijn tussen Dieren en Apeldoorn.

De fysieke en technische staat van de museumlijn is echter dusdanig slecht, dat een grondige renovatie vereist is.

Het derde alternatief dat in het onderzoek naar kansrijke railverbindingen voorgesteld wordt is de aanleg van een nieuwe spoorlijn parallel aan de A50 tussen Arnhem en Apeldoorn. De reistijd in dit alternatief ligt op zo'n 20 minuten. Dit alternatief heeft echter grote consequenties voor de landschappelijke inrichting en de verwachte kosten voor dit alternatief zijn erg hoog.

Alternatief	Reistijd (min)	Reistijd verkorting	Verwachte kosten
1 Emperbocht	33	23%	0+ (30-50 miljoen Euro)
2 Heropening museumlijn	27	37%	0++
3 Nieuwe spoorlijn parallel aan de A50	20	53%	0+++

Tabel 1.1-2: Vergelijking van de alternatieven uit het onderzoek.

In dit onderzoek zal enkel gekeken worden naar alternatief 1 en 2. Er zal een ontwerp gemaakt worden voor de heropening van de museumlijn. Vervolgens wordt dit ontwerp op zowel kosten als baten vergeleken met de aanleg van de Emperbocht.

1.2 Opdrachtgever

De provincie Gelderland is opdrachtgever voor dit onderzoek. Na het eerder verrichte onderzoek naar de Emperbocht willen zij nu kijken wat de mogelijkheden zijn met betrekking tot een heropening van de museumlijn.

1.3 Doelstelling

De doelstelling van dit eindwerk is om te onderzoeken welke aanpassingen er aan het spoor tussen Apeldoorn en Dieren gedaan moeten worden, zodat er een volwaardige treindienst gereden kan worden met mogelijkheden tot integratie in de landelijke dienstregeling. De baten en kosten van deze aanpassingen dienen vervolgens vergeleken te worden met de baten en kosten van de Emperbocht, zodat een advies gegeven kan worden aan de provincie met betrekking tot het verkorten van de reistijd tussen Arnhem en Apeldoorn.

1.4 Stakeholders en hun belangen

(Semi-)overheidsinstanties

- Ministerie van Verkeer en Waterstaat
De overheid pleit voor een beter openbaar vervoernetwerk in geheel Nederland, maar zal tevens uit kosten oogpunt en medefinanciering kritisch kijken naar de noodzaak van het project.
- Provincie Gelderland
De provincie Gelderland heeft hetzelfde belang als de overheid, maar dan op provinciale schaal. De bereikbaarheid van de provincie en de lokale economie hangen sterk samen. Een goede bereikbaarheid van het gebied zal dus ten grondslag liggen aan de belangen van de provincie. De provincie zal tevens als hoofdfinancier fungeren.
- Gemeente Rheden
De plaat Dieren ligt in de gemeente Rheden. Een herontwikkeling van het stationsgebied vraagt een nauwe samenwerking met de Gemeente. Tevens zal de uitbreiding van de treindiensten in Dieren positieve invloed hebben op de gemeente.
- Gemeente Apeldoorn
Zelfde belang als gemeente Arnhem.

Lokale bedrijven en verenigingen

- VSM (Veluwe Stoomtrein Maatschappij)
De VSM heeft belang bij het behoud van de lijn Dieren-Apeldoorn als eigen museumlijn en niet als onderdeel van het reguliere spoor. Dit zou voor de exploitatie van museumdiensten flinke restricties opleveren.

Vervoermaatschappijen

- Vervoermaatschappijen (NS of eventuele kleine vervoerders)
De vervoermaatschappijen zullen uiteindelijk het vervoer over de nieuwe verbinding gaan exploiteren. Bij de aanleg hebben zij weinig tot geen inspraak, bij de exploitatie echter wel.
- Veolia-Transport
De verbetering van de spoorverbinding zal de klandizie op de busverbinding tussen Arnhem en Apeldoorn negatief beïnvloeden. De busmaatschappij zal dus een negatief belang hebben bij de aanleg van de Emperbocht danwel de heropening van een spoorverbinding.

Belangengroepen

- Milieuactiegroepen/bewoners langs de potentiële tracés.
De bewoners langs de potentiële tracés hebben een negatief belang bij het project. Over het algemeen wordt de aanwezigheid van een spoorlijn en de nabijheid van een woning niet als plezierig ervaren (NIMBY-principe). De milieuactiegroepen zullen ook tegen het project zijn, aangezien bouwwerkzaamheden of intensivering van het spoorvervoer op de bestaande lijn grote impact zal hebben op het milieu en de omgeving.

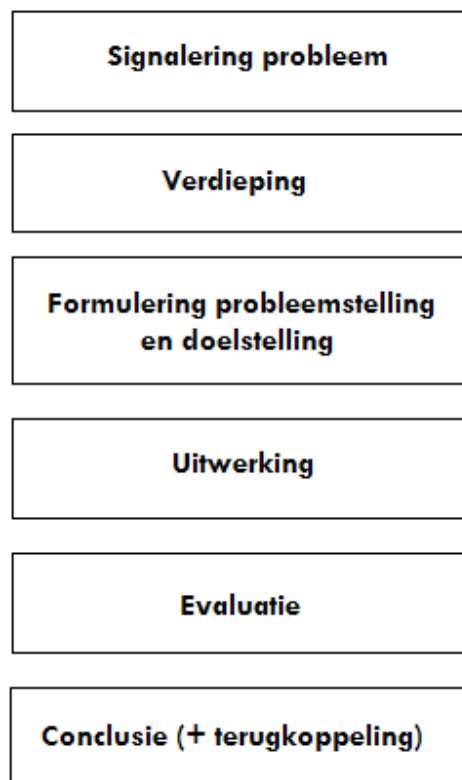
1.5 Plan van aanpak

De eerste fase in het ontwerpproces is het signaleren van een probleem. Het kan een maatschappelijk probleem zijn of bijvoorbeeld een technisch probleem. Doel is om voor dit probleem een oplossing te gaan bedenken.

Voordat er naar oplossingen gezocht kan worden dient er eerst een verdieping in het probleem plaats te vinden. Wat is er werkelijk aan de hand? Na deze korte analyse kan er een probleem- en doelstelling geformuleerd worden.

Vanaf dat moment start de echte analyse en kan er gezocht worden naar oplossingsvarianten. Nadat deze varianten uitgewerkt zijn, moeten deze geëvalueerd worden, waarna er een oplossing aanbevolen kan worden. Ook kan het zijn dat de alternatieven aangepast moeten worden.

Het ontwerpproces zoals hierboven beschreven zal toegepast worden op het onderzoek naar de realisatie van reistijdverkorting tussen Apeldoorn en Dieren. De stappen zijn hieronder schematisch weergegeven.



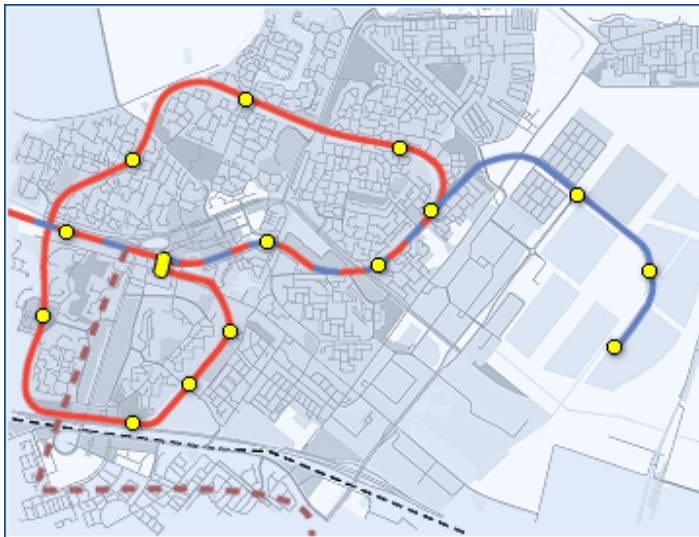
Figuur 1.5-1: Schematisatie ontwerpproces

1.6 Referentieprojecten

Om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor verbetering van spoorverbindingen is het belangrijk om te kijken naar referentieprojecten. Heropening van museumlijnen, verbetering van bestaande spoorlijnen en de bouw van nieuwe lijnen zijn geen unieke projecten, maar al veel vaker uitgevoerd. De hieronder genoemde projecten kunnen dan ook als referentieproject aangewezen worden voor de verbetering van de spoorverbinding tussen Arnhem en Apeldoorn.

Verbouwing Zoetermeer Stadslijn

De Zoetermeer Stadslijn is een stadsgewestelijke treinverbinding welke in 1977 werd geopend en werd geëxploiteerd door de Nederlandse Spoorwegen. De lijn werd tussen juni en oktober 2006 verbouwd tot sneltramlijn in het kader van het Randstadrail-concept. In de nacht van 2 op 3 juni 2006 werd de NS-treindienst op de Zoetermeer Stadslijn definitief beëindigd. Na een verbouwingsperiode van drie maanden met vervangend busvervoer, zou de lijn volgens de oorspronkelijke planning op 3 september heropend worden. De openstelling werd echter voor onbepaalde tijd uitgesteld. De Zoetermeer Stadslijn wordt sinds 29 oktober 2006 als tramlijn geëxploiteerd onder de naam RandstadRail door de HTM.



Figuur 1.6-1: Zoetermeer stadslijn

Heropening spoorlijn Stadskanaal – Zuidbroek

De Spoorlijn Stadskanaal - Zuidbroek is de op 1 augustus 1910 geopende spoorlijn die Stadskanaal met Zuidbroek verbindt. Op 15 mei 1939 werd vanwege de Duitse bezetting voor de eerste maal de lijn voor reizigersvervoer gesloten. Op 17 mei 1953 werd voor de tweede maal de gehele lijn voor reizigersvervoer gesloten, maar het goederenvervoer bleef van groot belang, met name op het baanvak Veendam – Zuidbroek. ACTS rijdt dagelijks een containertrein (de zogenaamde Veendam-shuttle) tussen de Haven van Rotterdam en Veendam.

Het baanvak Stadskanaal – Veendam werd op 27 mei 1990 voor goederenvervoer gesloten, maar in 1994 heropend als museumlijn door Stichting Stadskanaal Rail (S.T.A.R.), dat sindsdien een toeristische spoorweg uitbaat van Musselkanaal naar Veendam. De stichting is

eigenaar van de spoorlijn tussen Musselkanaal en Veendam. In 2006 en 2007 werd deze geheel gesaneerd en gerenoveerd.

De spoorlijn tussen Veendam en Zuidbroek zal vanaf 2011 voor reizigersverkeer heropend worden. Op 14 maart 2008 sloten Arriva en de provincie de definitieve overeenkomst voor de heropening. De spoorlijn zal voorafgaand aan de ingebruikname eerst opgeknapt en aangepast moeten worden.

Nieuwbouw spoorlijn Breda – Utrecht

De Spoorlijn Utrecht - Breda is een mogelijk toekomstige spoorlijn tussen de steden Utrecht en Breda. In het verleden is herhaaldelijk gepleit voor een treinverbinding tussen beide steden, een besluit tot aanleg is echter niet genomen.

In 1875 werd een plan gemaakt voor een spoorweg tussen Utrecht en Breda via Vianen en Gorinchem. Dit plan werd echter nooit uitgevoerd. In 1999 werden plannen voor een spoorlijn tussen Utrecht en Breda voor het laatst terzijde geschoven; de conclusie was toen dat het reizigersaanbod te gering zou zijn en de kosten te hoog.

Op 27 maart 2008 presenteerden bouwbedrijf BAM en ingenieursbureau Goudappel Coffeng een nieuw plan voor een dergelijke verbinding. De directe aanleiding hiervoor is de aanstaande verbreding en vernieuwing van de A27 tussen Utrecht en Breda. Volgens BAM zouden beide projecten gecombineerd kunnen worden uitgevoerd.

Op dit moment wordt er een onderzoek gedaan door de commissie Niijls. Deze commissie heeft de opdracht om de financiële haalbaarheid door te bepalen, maar ook om de toekomstige ruimtelijke ordening mee te laten wegen. Zodoende wordt er ook gekeken naar mogelijkheden om de naastgelegen snelweg gelijktijdig te laten verbreden. Volgens het onderzoek van BAM en Goudappel Coffeng zou de lijn dagelijks tussen de 45.000 en 90.000 reizigers per dag vervoeren, en ongeveer 45.000 nieuwe reizigers zou kunnen trekken⁷.



Figuur 1.6-2: Voorontwerp Breda - Utrecht

Andere vergelijkbare referentieprojecten:

- Herontwikkeling Kamperlijntje (spoorlijn Zwolle – Kampen) tot lightrailtraject.
- Heropening spoorlijn IJmuiden – Amsterdam
- Nieuwbouw Hanzelijn (spoorlijn Lelystad – Zwolle)

⁷ Persbericht BAM - visienota spoorlijn Breda-Utrecht, BNR, 27 maart 2008

2 Uitgangspunten, aannames en randvoorwaarden

2.1 Uitgangspunten

- Het moet voor de VSM mogelijk blijven om museumritten op het traject te exploiteren.
- Er moet een dienstregeling van ten minste 4 treinen per uur per richting mogelijk zijn op het traject.
- De nieuwe verbinding/treindienst moet goed te integreren zijn in de bestaande dienstregeling.
- Gewenste ontwerpsnelheid van ten minste 100 km/h.
- Lokale verkeersnetwerken mogen in beperkte mate beïnvloed worden. (Bijvoorbeeld het sluiten van minder belangrijke overwegen)
- Er mogen niet meer dan 2 nieuwe halteplaatsen worden ontworpen.

2.2 Aannames

- De keuze voor de vervoerder is geen invloedsfactor bij het ontwerp.
- Om de bestaande situatie in kaart te brengen zijn beheerkaarten van ProRail nodig. Er wordt aangenomen dat de gegevens op deze kaarten juist zijn. Dit geldt ook voor de ontwerpvoorschriften.

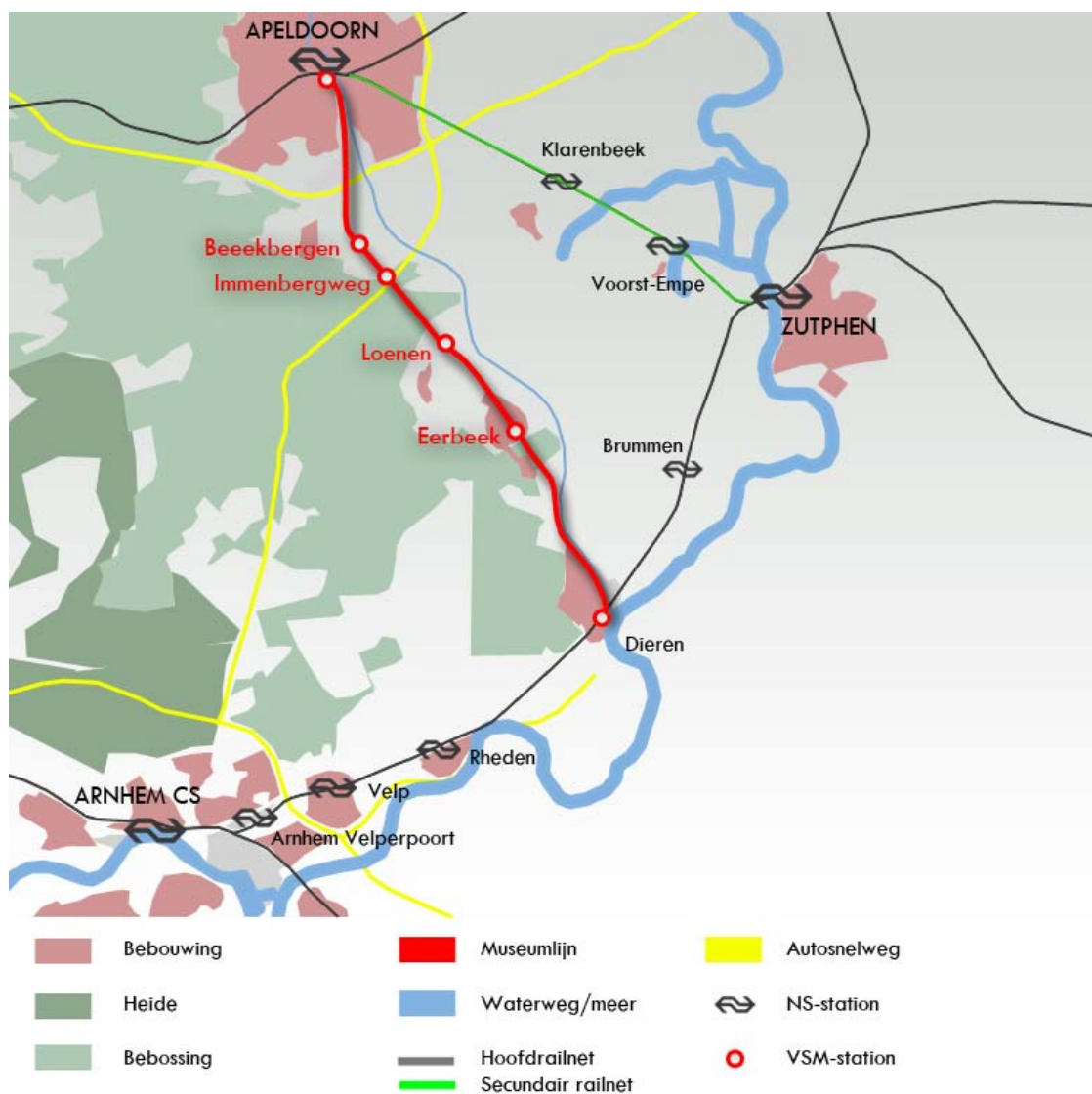
2.3 Randvoorwaarden

- Ontwerpvoorschriften opgesteld door ProRail, te weten:
 - OVS00026, versie 3 Profiel van Vrije Ruimte;
 - OVS00030, deel 1: Kunstwerken voor spoorverkeer;
 - OVS00030, deel 2: Kunstwerken over en naast het spoor;
 - OVS00056-4.1, Alignement;
 - OVS00056-4.2, Sporen dwarsprofiel;
 - OVS00056-6.1, Wissels en kruisingen;
 - OVS00056-6.2, Overzicht standaard wissels en kruisingen;
 - OVS00056-7.2, Ballastbed.
- Het ontwerp moet passen binnen de Habitatrichtlijn.

3 Alternatief 1: Heropening museumlijn

Op de museumlijn zoals die er nu bij ligt is het niet mogelijk om een veilige treindienst op hoge snelheid te exploiteren. De spoorkwaliteit is slecht, treinbeveiliging ontbreekt en ook de overwegen zijn onbeveiligd.

Een grondige renovatie is dus noodzakelijk. In paragraaf 3.1 wordt bepaald voor wat voor treindienst het spoor geschikt gemaakt moet worden. In paragraaf 3.2 wordt het horizontaal en verticaal alignement van het traject getoetst en eventueel opnieuw bepaald. In paragraaf 3.3 wordt voor de werkzaamheden een bouwplanning gemaakt, waarna in paragraaf 3.4 een kostenberekening wordt gemaakt met als resultaat een eindwaardeberekening voor het project.



Figuur 2.3-1: Tracé museumlijn Apeldoorn – Dieren.

3.1 Type exploitatie

Baanvaksnelheid, beveiligingssysteem en elektrificatie.

Uit de lijst van uitgangspunten blijkt dat de lijn geschikt moet zijn voor een baanvaksnelheid van ten minste 100 km/h. Omdat de belangrijkste reden voor de heropening een verkorting van de reistijd is, wordt er een maximale baanvaksnelheid van 140 km/h gekozen. Indien beveiliging en elektrificatie van de te renoveren lijn gelijk wordt gekozen aan die op het traject Apeldoorn – Zutphen is materieeluitwisseling mogelijk. Aangezien dit wenselijk is, ligt een beveiligingssysteem als ATB-NG (Automatische treinbeïnvloeding Nieuwe Generatie) voor de hand. Echter moeten volgens het ministerie van Buitenlandse Zaken voor 2013 zoveel mogelijk spoorlijnen voorzien zijn van de nieuwe Europese standaard ERTMS. In de praktijk blijkt echter dat ERTMS eerst getest en geëvalueerd wordt op de Betuwelijn en de HSL-Zuid, waarna men pas met de ombouw van bestaande lijnen begint.⁸ De keuze voor het 'oudere' systeem ATB-NG wordt dan ook aanbevolen. Het elektrificeren van de lijn is niet noodzakelijk.

Materieelkeuze

Uit bovenstaande wens voor materieeluitwisseling volgt meteen de materieelkeuze; DM'90. Dit zijn tweedelige dieseltreinstellen, welke nog relatief jong zijn (12-17 jaar). Met hun maximumsnelheid van 140 km/h zijn deze treinstellen uitermate geschikt voor inzet op de herontwikkelde lijn. Inzet van ander dieselmaterieel, zoals bijvoorbeeld GTW-D, is ook mogelijk. Deze treinstellen halen tevens een maximale snelheid van 140 km/h.



Figuur 3.1-1: Diesel Materieel '90, Buffel.

Frequentie

Uitgangspunt voor het ontwerp is de mogelijkheid om in de toekomst een treindienst met 4 treinen per uur per richting te kunnen exploiteren. Dit houdt in dat er passeermogelijkheden gerealiseerd moeten worden welke toekomen aan de eis voor een dergelijke frequentie.

⁸ Op advies van B.J. Haase, Movares; deskundige railverkeertechnische ontwikkeling

3.2 Voorontwerp

Gegeven de ontwerpeisen kan er een voorontwerp gemaakt worden voor het nieuwe alignement.

Horizontaal en verticaal alignement

Wat betreft het alignement voor de lijn is het een uitgangspunt om zoveel mogelijk de bestaande lijn te volgen. Uit onderzoek is gebleken dat zes bogen niet geschikt zijn voor een baanvaksnelheid van 140 km/h. Door de bogen ruimer op te zetten in combinatie met het toepassen van verkanting kan er toch op hogere snelheid gereden worden.

Na het vergroten van de boogstraal van deze zes bogen blijkt dat hiervoor vrijwel geen extra grond onteigend hoeft te worden, maar dat de nieuwe boog op de reeds bestaande aardebaan gerealiseerd kan worden.

Het verticaal alignement van de lijn voldoet op alle punten. Hellingen overschrijden de hedendaagse ontwerpeisen niet, zodat er geen grootschalig grondverzet noodzakelijk is.

De toetsing van het horizontale alignement, in combinatie met een nieuw ontwerp, is terug te vinden in bijlage 3.4.

Stationnementen en passeersporen

De museumtreindienst van de VSM doet op dit moment naast Apeldoorn nog vier andere stations aan; Beekbergen, halte Immenbergweg, Loenen en Eerbeek.

Om een dienst van 4 treinen per uur per richting op een enkelsporig traject te kunnen exploiteren zijn er passeersporen nodig. Bestaande passeermogelijkheden liggen op 5,2 km (Beekbergen), 10,2 km (Loenen) en 15,5 km (Eerbeek) vanaf station Apeldoorn, oftewel precies bij de VSM-stations. Het ligt voor de hand om een kruising te combineren met een haltering. De grootste dorpskern op de lijn, Eerbeek, wordt met zijn ruim 10.000 inwoners als stationswaardig gezien en geacht voldoende potentiële reizigers te genereren voor een rendabele exploitatie. Ook de spoorse infrastructuur laat de bouw van een tweede perron aan de zuid-westkant van het passeerspoor toe.



Figuur 3.2-1: Het huidige perron (1) en het nieuw te bouwen perron (2) in Eerbeek

Met deze passeermogelijk is er een halfuursdienstregeling mogelijk (zie bijlage 3.8). Voor een kwartiersdienstregeling wordt er een tweede kruising verwacht ter hoogte van station Beekbergen. Ook hier laat de huidige infrastructuur al een kruising toe, maar geen haltering. Er zou dan een zogenaamde “vliegende kruising” gerealiseerd kunnen worden.

Opwaardering van het passeerspoor bij Beekbergen wordt echter pas noodzakelijk geacht wanneer er een opschakeling naar 4 treinen per uur per richting in de dienstregeling plaats vindt.

Station Apeldoorn

Van spoorse emplacements wordt verwacht dat ze tegelijk robuust en flexibel zijn. In geval van verstoringen en afwijkingen aan de dienstregeling moet het mogelijk zijn voor treinen om naar andere perrons uit te wijken. In de normale treinenloop moeten de diensten echter zoveel mogelijk los van elkaar uitvoerbaar zijn; dat betekent zo min mogelijk kruisingen van rijwegen.

In de huidige situatie is er in Apeldoorn een apart perron dat door de VSM gebruikt wordt. Dit perron is met de voetgangerstunnel onder de sporen bereikbaar vanuit de noordkant van het station en het middenperron. Het perron heeft een lengte van 120 meter. De tweedelige treinstellen die voor de dienst gebruikt gaan worden hebben een lengte van 52,34 meter. Een verlenging van het perron tot 162 meter ($3 \times 52,34\text{m} + 5\text{m remmarge}$) is wenselijk, zodat er drie gekoppelde treinstellen langs het perron kunnen staan. Dit scenario zou in de spitsuren voor kunnen komen.

De aanwezigheid van een doorgaande weg in combinatie met de ligging van de voetgangerstunnel belet uitbreiding in westelijke richting. Perronverlenging in oostelijke richting is wel mogelijk. Dit gaat echter wel ten koste van een opstelspoor, maar gezien de vele (ongebruikte) opstelsporen te Apeldoorn zijn de gevolgen hiervan minimaal.

In bijlage 3.1 en 3.5 zijn zowel het sporenschema als een schaaltekening van station Apeldoorn te zien van de huidige situatie en van de toekomstige situatie.

Station Eerbeek

In de situatie na de herontwikkeling van de lijn is Eerbeek het enige station aan de lijn zelf. De treinen kruisen elkaar hier tijdens een haltering. Het huidige perron aan het doorgaande spoor heeft een lengte van 52 meter. Naast een verlenging van dit perron in zuidoostelijke richting tot 162 meter, komt er aan het passeerspoor ook een geheel nieuw perron van 162 meter te liggen. De twee perrons worden met een voetgangersoverweg met elkaar verbonden.

In bijlage 3.1 en 3.6 zijn zowel het sporenschema als een schaaltekening van station Eerbeek te zien van de toekomstige situatie.

Station Dieren

Op dit moment is het niet mogelijk om vanaf de museumlijn bij het perron in Dieren te komen. In de eindsituatie moet dit wel mogelijk zijn, dus dient de lay-out van het emplacement aangepast te worden. Door de sporen 4 en 5 op te breken, kan er op die plaats een smal perron gebouwd worden waarlangs treinen op spoor 3 kunnen stoppen en keren.

In bijlage 3.1 en 3.7 zijn zowel het sporenschema als een schaaltekening van station Dieren te zien van de huidige situatie en van de toekomstige situatie.

3.3 Bouwplanning

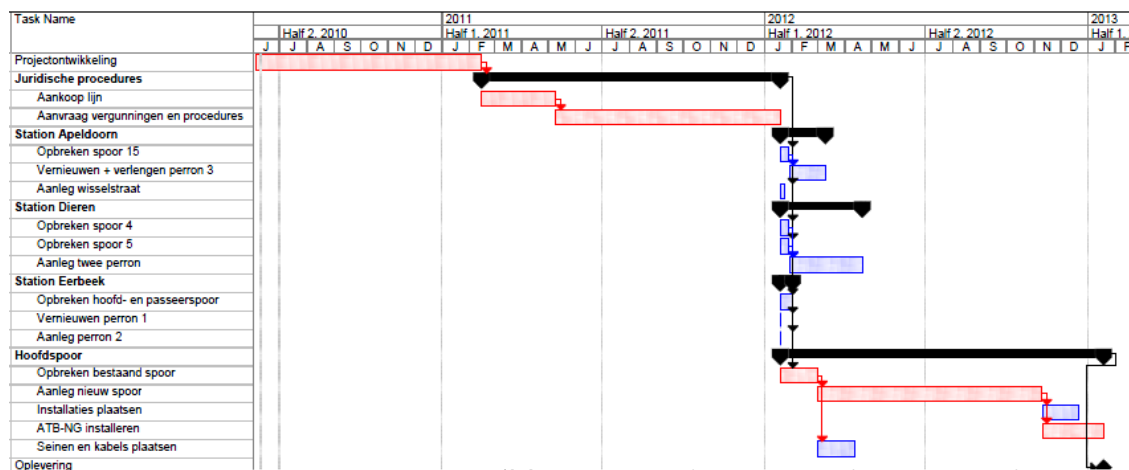
Om te bepalen wanneer welke kosten verwacht worden is er voor het project een bouwplanning gemaakt. Deze vangt aan met $\frac{3}{4}$ jaar projectontwikkeling. Hierna start de periode van juridische procedures. Tijdens deze fase worden bijvoorbeeld de aanvragen voor buitendienststellingen en het afsluiten van wegen ingediend en liggen de vergunningen ter inzage. Er wordt verwacht dat deze periode ongeveer 1 jaar gaat duren.

Nadat alle vergunningen goedgekeurd zijn, start de daadwerkelijke bouwperiode. Aangezien er op veel verschillende plaatsen tegelijk gewerkt kan worden hangen de werkzaamheden niet met elkaar samen. Zo wordt te Apeldoorn gestart met het opbreken van het opstelspoor ten behoeve van de verlenging van het VSM-perron, terwijl tegelijkertijd op het hoofdtracé het oude spoor verwijderd kan worden. In Apeldoorn wordt tijdens één buitendienststellingsweekend van het oostelijke emplacement een nieuwe wisselstraat gerealiseerd.

Nadat overal de oude sporen verwijderd zijn, kan na het egaliseren van de aardebaan en het vernieuwen van het ballastbed gestart worden met de plaatsing van dwarsliggers, spoorstaven, wissels en overwegen. Doel is om tijdens de werkzaamheden de oude overwegen zoveel mogelijk te handhaven, zodat het verkeer zo min mogelijk hinder ondervindt. Tegelijk met de aanleg van het spoor dient er ook gewerkt te worden aan het installeren van het beveiligingssysteem ATB-NG. Hieronder valt het plaatsen van de bakens, assentellers, kabels en seinen. Ook het aanleggen, verlengen en inrichten van de perrons kan tegelijkertijd plaats vinden.

Eind januari 2013 wordt oplevering van het project verwacht, zodat de eerste treinen kunnen gaan rijden. Gedurende 1 jaar (2012) is het voor de VSM niet mogelijk om museumritten op het traject te exploiteren.

In bijlage 3.9 is de totale bouwplanning (met gespecificeerde onderdelen) te vinden.



Figuur 3.3-1: Screenshot bouwplanning

3.4 Kosten

Nadat de bouwplanning voltooid is kan er een investeringsraming gemaakt worden. Voor het maken van deze raming wordt er gebruik gemaakt van kengetallen. De volledige kostenraming, samen met de kengetallen, is te vinden in bijlage 3.10.

Een grote kostenpost is de aanschaf van de spoorlijn van Apeldoorn VAM tot Eerbeek. Dit subtraject is nu in eigendom van de Veluwe Stoomtrein Maatschappij. Er wordt een kostprijs van €500 per meter gerekend, waardoor de totale verkoopprijs op €8,5 miljoen uitkomt. De kosten voor het renoveren van het volledige traject, inclusief de aanpassingen aan de stations kost €25,6 miljoen. De totale projectkosten komen hiermee op €34,2 miljoen.

Met een rentevoet van 7% en een inflatie van 4% is deze investering terugverdiend in 2022. In bijlage 3.11a is tevens een gevoeligheidsanalyse opgenomen, waarbij voor verschillende inflatie- en rentevoetpercentages wordt gekeken wat dat voor invloed heeft op de eindwaarde van het project.

4 Alternatief 2: Emperbocht

In 2006 heeft de provincie Gelderland Movares opdracht gegeven een voorontwerp te maken voor de Emperbocht. Door de aanleg van deze bocht hoeven de treinen tussen Arnhem en Apeldoorn niet meer via Zutphen te rijden, wat een reistijdwinst van 10 minuten oplevert. De kosten voor het ontwerp van Movares worden geraamd op zo'n 50 miljoen euro; een bedrag dat de provincie er niet voor over heeft. Om die reden is de Emperbocht in de ijskast gezet.

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp voor de Emperbocht nog eens bekeken. In paragraaf 4.1 wordt bekeken hoe het ontwerp in elkaar steekt. Daarna, in paragraaf 4.2 wordt het ontwerp geëvalueerd en onderzocht op mogelijke kostenreductie.

4.1 Voorontwerp Movares

Baanvaksnelheid, beveiligingssysteem en elektrificatie.

De ontwerpsnelheid voor de Emperbocht is gesteld op 100 km/h. De maximale baanvaksnelheid op het traject Zutphen – Apeldoorn is ook 100 km/h, zodat de overgang van Emperbocht op bestaand spoor zo min mogelijk beperkingen met zich mee brengt. Als beveiligingssysteem is voor ATB-NG gekozen, zonder elektrificatie, net als op de lijn Zutphen – Apeldoorn.

Materieelkeuze

Het materieel op de lijn dient ten minste een snelheid van 100 km/h te halen, als beveiligingssysteem ATB-NG te hebben en de tractie dient door een dieselmotor voorzien te worden. Genoemd worden o.a. DM'90 Buffel en Coradia Lint, maar een materieelkeuze maakt geen deel uit van het voorontwerp.

Frequentie

De maximale frequentie voor de Emperbocht ligt op 4 trein per uur per richting.

Alignement

Voor het alignement is gekozen voor een dubbele boog, waarbij de buitenboog over een lengte van 1500 meter uitgevoerd is als fly-over om de bestaande spoorinfra ongelijkvloers te kruisen.



Figuur 4.1-1: Het ontwerp van de Emperbocht.

4.2 Evaluatie voorontwerp Movares

Het ontwerp van Movares brengt gezien de dubbele boog, en met name de uitvoering hiervan in de vorm van een fly-over, hoge kosten met zich mee. Vanuit de dienstregeling gezien zou de tweede boog een gelijkvloers conflictpunt vermijden, maar noodzakelijk is deze boog niet. Door de dienstregeling van de nieuwe treindienst dusdanig af te stemmen op de bestaande dienstregeling en te kijken naar de beschikbaarheid van rijwegen op het enkelsporige traject Zutphen – Apeldoorn zou een enkele boog moeten kunnen volstaan. Het weglaten van de fly-over uit het ontwerp brengt een kostenreductie met zich mee van ongeveer 60% tot 70%. De hoge kosten worden vooral veroorzaakt door het extra grondgebruik, de kosten van het kunstwerk en de aanleg van ruim 2x zoveel spoor. Met de tweede boog is de exploitatie wel robuuster, maar de vraag is of dit de grote investering waard is. Wanneer het traject Apeldoorn – Zutphen 2-sporig wordt gemaakt, wat op dit moment niet voor de hand ligt, zou altijd nog overgegaan kunnen worden op de bouw van de fly-over. Een enkelsporige Emperbocht wordt daarom als derde alternatief meegenomen in de evaluatie.

5 Vergelijking

5.1 Multi-criteria-evaluatie

Op de drie alternatieven (enkelsporige Emperbocht, dubbelsporige Emperbocht en heropening museumlijn) is een multi-criteria-evaluatie toegepast. Door te kijken hoe de verschillende alternatieven op bepaalde criteria scoren kan bepaald worden welk alternatief vervolgens de hoogste waarde heeft. De waarde/kosten-ratio bepaalt vervolgens het beste alternatief.

De uitkomst van deze evaluatie is als volg:

	Waarde	Kosten	Waarde/kosten ratio	Rangorde
Alternatief 1	582.8	€ 20,000,000	2.91	1
Alternatief 2	601.9	€ 50,000,000	1.20	3
Alternatief 3	633.7	€ 34,195,435	1.85	2

Tabel 5.1-1: Resultaat van de MCE

Te zien is dat alternatief 1 (de enkelsporige Emperbocht) als beste uit de bus komt. De lage waarde wordt gecorrigeerd door de aanzienlijk lagere kosten, waardoor dit alternatief alsnog het beste scoort. De dubbele Emperbocht scoort het laagst.

De volledige MCE is opgenomen in bijlage 4.1.

6 Conclusie en aanbeveling

Na een uitgebreid onderzoek naar de herontwikkeling van de museumlijn tussen Apeldoorn en Dieren blijkt dat deze kosten ongeveer 15 tot 20 miljoen lager liggen dan de kosten die geraamd waren voor de aanleg van een dubbele Emperbocht. Ondanks deze positieve uitkomst is er toch nog een beter alternatief dan de herontwikkeling van de museumlijn; de enkele Emperbocht.

Omdat de financiering voor alternatief 2 niet rond kwam, wordt aanbevolen om de kostenraming van alternatief 1 verder te specificeren en voor te leggen aan alle potentiële financiers. Aangezien dit alternatief meer dan de helft goedkoper is en toch dezelfde reistijdwinst realiseert, is er een aanzienlijke kans dat dit alternatief wel gefinancierd kan worden.

Nawoord

Aan alles komt een einde, zo ook aan het onderzoek dat ik gedaan heb naar de realisatie van reistijdverkorting tussen Apeldoorn en Arnhem. Zeven weken is eigenlijk te kort om een groot onderzoek van begin tot eind te doorlopen. Er zijn dan ook nog een hoop niet uitgezochte of niet nader gespecificeerde zaken, welke ik zeven weken geleden wel van plan was om te doen. Echter zijn er in de afgelopen weken ook genoeg dingen aan het licht gekomen, waarvan ik in eerste instantie geen flauw benul had.

Het onderwerp zelf bleek een goede keuze en heb ik als erg leuk ervaren. Ik vond het wel erg lastig om de hoofdlijn te vinden en te volgen. Een aantal keer was er de twijfel of er details onderzocht moesten worden, of deze te laten voor wat ze waren. Nu blijkt dat ik de duur van het project aardig ingeschat had ingeschat; ik heb het gevoel dat het wel 'af' is, ondanks de opzij geschoven details.

Het maken en visualiseren van het alignement heb ik als leukst ervaren. Dit is dan ook een van de richtingen waarop ik me in de toekomst wil gaan focussen.

Of er in de toekomst echt een reistijdverkorting komt moet de tijd uitwijzen; ik zal de nieuwsberichten over de problematiek in ieder geval met veel belangstelling blijven volgen.

Afbeeldingenlijst

Figuur 1.1-1: Verbeterpunten van het hoofdnetwerk volgens de netwerkanalyse.....	2
Figuur 1.1-2: Ligging van de Emperbocht nabij Zutphen.....	3
Figuur 1.1-3: Ligging van de museumlijn tussen Dieren en Apeldoorn.	4
Figuur 1.5-1: Schematisatie ontwerpproces	8
Figuur 1.6-1: Zoetermeer stadslijn	9
Figuur 1.6-2: Voorontwerp Breda - Utrecht	10
Figuur 2.3-1: Tracé museumlijn Apeldoorn – Dieren.....	12
Figuur 3.1-1: Diesel Materieel '90, Buffel.	13
Figuur 3.2-1: Het huidige perron (1) en het nieuw te bouwen perron (2) in Eerbeek.....	14
Figuur 3.3-1: Screenshot bouwplanning	16
Figuur 4.1-1: Het ontwerp van de Emperbocht.	19

Tabellenlijst

Tabel 1.1-1: Vergelijking verplaatsingssnelheden op verschillende trajecten	1
Tabel 1.1-2: Vergelijking van de alternatieven uit het onderzoek.	5
Tabel 5.1-1: Resultaat van de MCE.....	20

Bronnenlijst

- Functioneel en constructief ontwerp van wegen en spoorwegen, CT3041 deel A&B. Prof. Dr.-Ing. I.A. Hansen, P.C.H. Opstal en Ir. P.B.L. Wiggenraad, TU Delft.
- Functioneel en constructief ontwerp van wegen en spoorwegen, CT3041 deel D. Prof. Dr. Ir C. Esveld, TU Delft.
- Integraal ontwerpen in de civiele techniek, CT2061. Prof. Dr. Ir. H.A.J. de Ridder, TU Delft.
- Rapportage techniek, Noordhoff Uitgevers. R. Elling, B. Andeweg, J. de Jong en C. Swankhuisen.

- Google Earth/Maps
- Railinfracatalogus ProRail
- www.ahn.nl
- www.destentor.nl
- <http://www.vogelbescherming.nl> (ten behoeve van habitatrichtlijn)

- B.J. Haase, Movares. Deskundige railverkeertechnische ontwikkelingen.
- J.J.F. Hoogenboom. Student Transport en Planning TU Delft.
- Ir. P.B.L. Wiggenraad. Begeleider Bachelor Eindwerk vanuit TU Delft.
- Dr. Ir. R. van Nes. Begeleider Bachelor Eindwerk vanuit TU Delft.